

# LIAISON LYON - TURIN / COLLEGAMENTO TORINO - LIONE

Partie commune franco-italienne  
Section transfrontalière

Parte comune italo-francese  
Sezione transfrontaliera

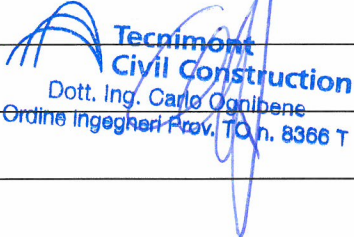
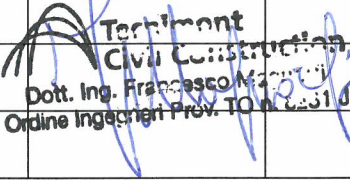
## NOUVELLE LIGNE LYON TURIN – NUOVA LINEA TORINO LIONE PARTIE COMMUNE FRANCO-ITALIENNE – PARTE COMUNE ITALO-FRANCESE

### REVISION DE L'AVANT-PROJET DE REFERENCE – REVISIONE DEL PROGETTO DEFINITIVO CUP C11J05000030001

#### APPROFONDIMENTI PROGETTUALI

**APPROFONDIMENTI PER OSSERVAZIONI REGIONE PIEMONTE**  
Riscontro Osservazioni n. 72, 77, da 82 a 86 e da 90 a 103 (rif. lettera prot. n. CTVA-2014-0812 del 06/03/2014)

#### PIANO DI MONITORAGGIO AMBIENTALE

Indice	Date/ Data	Modifications / Modifiche	Etabli par / Concepito da	Vérifié par / Controllato da	Autorisé par / Autorizzato da
0	30/05/2014	Première diffusion / Prima emissione	TCC LOMBARDI SEA CONSULTING	S. GARAVOGLIA V. GRISOGLIO	L. CHANTRON C. OGNIBENE
A	06/06/2014	Révision suite aux commentaires LTF / Revisione a seguito commenti LTF	TCC LOMBARDI SEA CONSULTING	S. GARAVOGLIA V. GRISOGLIO	L. CHANTRON C. OGNIBENE
					
		<b>Tecnimont Civil Construction</b> Dott. Ing. Carlo Ognibene Ordine Ingegneri Prov. TO n. 8366 T		<b>Tecnimont Civil Construction</b> Dott. Ing. Francesco Magnoli Ordine Ingegneri Prov. TO n. 2514	

CODE DOC	<b>P</b>	<b>D</b>	<b>2</b>	<b>C</b>	<b>3</b>	<b>C</b>	<b>T</b>	<b>S</b>	<b>3</b>	<b>2</b>	<b>0</b>	<b>6</b>	<b>0</b>	<b>A</b>
	Phase / Fase		Sigle étude / Sigla			Émetteur / Emittente			Numero			Indice		

<b>A</b>	<b>P</b>	<b>N</b>	<b>O</b>	<b>T</b>
Statut / Stato		Type / Tipo		

ADRESSE GED INDIRIZZO GED	<b>C3C</b>	<b>//</b>	<b>//</b>	<b>01</b>	<b>80</b>	<b>94</b>	<b>10</b>	<b>01</b>
------------------------------	------------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------

<b>ECHELLE / SCALA</b>
-



LTF sas – 1091 Avenue de la Boisse – BP 80631 – F-73006 CHAMBERY CEDEX (France)  
Tél. : +33 (0)4.79.68.56.50 – Fax : +33 (0)4.79.68.56.75  
RCS Chambéry 439 556 952 – TVA FR 03439556952  
Propriété LTF Tous droits réservés – Proprietà LTF Tutti i diritti riservati

Ce projet  
est cofinancé par  
l'Union européenne  
(DG-TREN)



Questo progetto  
è cofinanziato  
dall'Unione europea  
(TEN-T)

## SOMMAIRE / INDICE

RESUME/RIASSUNTO .....	12
1. PREMESSA .....	15
2. SINTESI DEL PROGETTO.....	16
2.1 Sintesi genesi del tracciato.....	16
2.2 Descrizione generale.....	16
2.3 Realizzazione dell'opera.....	19
2.3.1 Cantieri, aree di sicurezza e gallerie di ventilazione.....	19
2.3.2 Clarea e Maddalena.....	19
2.3.3 Cantiere “Imbocco Est Tunnel di Base” .....	21
2.3.4 Area industriale “Susa Autoporto” .....	22
2.3.5 Cantiere “Imbocco Ovest Tunnel di Interconnessione” .....	24
2.3.6 Cantiere "Imbocco Est Tunnel di Interconnessione" e Cantiere “Innesto Bussoleno” .....	24
2.4 Siti di deposito di Caprie e Torrazza Piemonte .....	26
3. SCOPI E CARATTERISTICHE GENERALI DEL MONITORAGGIO AMBIENTALE	27
3.1 Metodi, criteri ed indicatori .....	29
3.2 Codifica dei punti di monitoraggio.....	29
4. AMBIENTE IDRICO SUPERFICIALE .....	33
4.1 Premessa ed obiettivi .....	33
4.2 Quadro normativo .....	34
4.2.1 Normativa a livello europeo.....	34
4.2.2 Normativa a livello nazionale .....	34
4.3 Criteri generali del monitoraggio.....	35
4.4 Criteri di scelta dei punti di monitoraggio.....	35
4.5 Parametri indicatori rilevati e metodiche di monitoraggio .....	38
4.5.1 Parametri idrologici e chimico-fisici in situ.....	38
4.5.2 Campionamento e analisi di laboratorio .....	39
4.5.3 Indicatori biologici.....	43
4.5.3.1 Indice Biotico Esteso .....	43
4.5.3.2 Macrobenthos.....	45
4.5.4 Indice Funzionalità Fluviale .....	46
4.6 Frequenza e tempistiche delle campagne di monitoraggio.....	48
4.6.1 Ante operam.....	50
4.6.2 Corso d'opera.....	50
4.6.3 Post operam.....	51
4.7 Reportistica e restituzione dei dati.....	51
5. AMBIENTE IDRICO SOTTERRANEO .....	52
5.1 Inquadramento normativo.....	52
5.2 Premessa .....	52
5.3 Identificazione dei potenziali impatti da monitorare .....	53
5.4 Criteri per la definizione della rete di monitoraggio .....	55
5.4.1 Criteri di selezione dei punti della rete di monitoraggio.....	55
5.4.1.1 Principi generali .....	55
5.4.1.2 Metodologia di selezione .....	55

5.4.1.3	Elenco dei punti di monitoraggio.....	57
5.5	Attività di monitoraggio .....	64
5.5.1	Rilevamenti sul terreno .....	64
5.5.2	Analisi di laboratorio .....	65
5.5.2.1	Acque sotterranee non potabili .....	65
5.5.2.2	Acque sotterranee potabili .....	68
5.5.3	Modalità di esecuzione delle misure e dei campionamenti.....	71
5.6	Organizzazione delle attività di monitoraggio.....	71
5.6.1	Monitoraggio Ante operam (MAO).....	71
5.6.2	Monitoraggio in Corso d'opera (MCO).....	72
5.6.3	Monitoraggio Post operam (MPO) .....	73
5.6.4	Monitoraggio Ante operam (MAO).....	73
5.6.5	Monitoraggio in Corso d'opera (MCO).....	74
5.6.6	Monitoraggio Post operam (MPO) .....	74
6.	ATMOSFERA.....	75
6.1	Premessa e obiettivi .....	75
6.2	Parametri da rilevare.....	75
6.3	Individuazione dei punti di campionamento.....	76
6.4	Principali riferimenti normativi .....	89
6.5	Metodologie di rilevamento, campionamento ed analisi .....	91
6.5.1	Deposizioni atmosferiche totali e metalli.....	91
6.5.2	Inquinanti atmosferici .....	91
6.5.3	Polveri sospese PM <sub>10</sub> e PM <sub>2,5</sub> .....	93
6.5.4	Fibre di amianto aerodisperse .....	93
6.5.5	Analisi della radioattività delle particelle aerodisperse .....	94
6.5.6	Analisi del Radon in aria.....	95
6.6	Restituzione dati .....	96
7.	MONITORAGGIO AMIANTO.....	97
7.1	Stazioni di monitoraggio.....	97
7.2	Criteri per la definizione degli assetti operativi.....	98
7.3	Parametri operativi della misura strumentale in Microscopia Elettronica a Scansione (SEM) .....	100
8.	RUMORE.....	102
8.1	Premessa e Obiettivi .....	102
8.2	Quadro normativo .....	103
8.2.1	Linee guida regionali – Regione Piemonte .....	103
8.3	Metodiche di monitoraggio e di analisi .....	104
8.3.1	R1 - Misure di breve periodo, AO e in fase di costruzione, per la verifica del limite differenziale in ambiente abitativo .....	104
8.3.2	R2 - Misure di 24 ore con postazioni semifisse per il rumore ferroviario .....	105
8.3.3	R3 - Misure di 7 giorni con postazioni fisse per caratterizzazione AO e del rumore da attività di cantiere .....	107
8.3.4	R4 - Misure in continuo (h24) con postazioni fisse all'interno delle aree di cantiere .....	108
8.4	Parametri indicatori rilevati .....	109
8.4.1	Indicatori primari .....	109
8.4.2	Indicatori secondari.....	109
8.4.3	Trattamento dei dati .....	109
8.4.4	Restituzione delle informazioni .....	110

8.5	Criteri di scelta dei “Punti di Monitoraggio” .....	110
8.6	Estensione Temporale delle Campagne di Monitoraggio.....	113
8.6.1	Ante operam.....	113
8.6.2	Corso d’opera.....	113
8.6.3	Fase di esercizio .....	113
8.6.3.1	Organizzazione temporale dei rilievi .....	114
8.7	Definizione dei punti di monitoraggio e frequenza delle attività .....	114
9.	VIBRAZIONI.....	117
9.1	Premessa e Obiettivi .....	117
9.2	Quadro Normativo .....	117
9.2.1	Verifica degli effetti sulla popolazione.....	118
9.2.2	Criteri di accettabilità delle vibrazioni relativamente agli effetti sugli edifici .	122
9.2.3	Verifica delle interferenze con attività produttive sensibili .....	123
9.3	Criteri generali di Monitoraggio .....	123
9.3.1	Individuazione dei ricettori oggetto di monitoraggio e frequenza delle attività	124
9.3.2	Sopralluoghi preliminari .....	125
9.3.3	Criteri di scelta e individuazione dei punti di misura / monitoraggio (postazioni)	125
9.3.4	Caratteristiche dei sensori di misura .....	125
9.3.5	Caratteristiche e modalità di acquisizione dati .....	126
9.3.6	Modalità di analisi ed elaborazione dei dati.....	126
9.4	Criteri per l’articolazione temporale e frequenza di rilievi .....	127
9.4.1	Rilievi vibrazionali relativi alla fase AO .....	127
9.4.2	Rilievi e monitoraggi in CO (fase di cantiere).....	127
9.4.3	Rilievi e monitoraggi PO (fase di esercizio).....	128
9.5	Documentazione prodotta .....	128
10.	CAMPI ELETTROMAGNETICI .....	130
10.1	Premessa e Obiettivi .....	130
10.2	Quadro normativo .....	130
10.2.1	Normativa internazionale .....	130
10.2.2	Normativa Comunitaria .....	131
10.2.3	Normativa Italiana .....	131
10.2.3.1	Alte Frequenze .....	132
10.2.3.2	Basse Frequenze.....	132
10.2.4	Normativa Tecnica .....	133
10.3	Parametri indicatori individuati .....	134
10.4	Criteri di scelta dei punti di monitoraggio .....	134
10.5	Metodiche di monitoraggio.....	136
10.5.1	Strumenti di misura .....	138
10.6	Programma di monitoraggio .....	139
10.6.1	Ante operam .....	139
10.6.2	Post operam .....	139
11.	SUOLO .....	141
11.1	Premessa ed obiettivi .....	141
11.2	Metodologie di monitoraggio .....	141
11.2.1	Monitoraggio nelle aree occupate dai cantieri.....	142
11.2.1.1	Metodologia d’indagine in ante operam .....	142
11.2.1.2	Metodologia d’indagine in corso d’opera .....	143
11.2.1.3	Metodologia d’indagine in post operam .....	144

11.2.2	Monitoraggio nelle aree di saggio individuate per il monitoraggio delle Fitopatie forestali .....	144
11.2.2.1	Metodologia d'indagine di ante, corso e post operam .....	144
11.3	Punti di monitoraggio .....	145
11.4	Tempistiche di monitoraggio e reportistica .....	146
12.	VEGETAZIONE, FLORA, FORESTE, AGRICOLTURA .....	148
12.1	Premessa ed obiettivi .....	148
12.2	Quadro normativo .....	148
12.2.1	Quadro normativo europeo e Convenzioni internazionali.....	148
12.2.2	Quadro normativo nazionale .....	149
12.2.3	Quadro normativo regionale/locale .....	149
12.3	Metodologie di monitoraggio .....	150
12.3.1	Monitoraggio della Flora .....	151
12.3.2	Monitoraggio della Vegetazione .....	152
12.3.3	Aggiornamento cartografia degli habitat .....	154
12.3.4	Monitoraggio delle Fitopatie forestali .....	154
12.3.5	Monitoraggio dell'Agricoltura .....	156
12.3.6	Monitoraggio dei Nuovi impianti .....	157
12.3.7	Monitoraggio relativo ad habitat e specie all'interno del SIC "Oasi xerothermiche della Val di Susa-Orrido di Chianocco" .....	157
12.3.8	Monitoraggio relativo agli interventi di miglioramento ambientale previsti all'interno dell'Agriparco .....	162
12.4	Punti di monitoraggio .....	162
12.5	Tempistiche di monitoraggio e reportistica .....	166
13.	FAUNA ACQUATICA E TERRESTRE ED ECOSISTEMI .....	169
13.1	Premessa ed obiettivi .....	169
13.2	Quadro normativo .....	172
13.2.1	Direttive Comunitarie .....	172
13.2.2	Legislazione Nazionale.....	172
13.2.3	Legislazione regionale.....	173
13.3	Metodiche di monitoraggio ed analisi .....	173
13.3.1	Pesci.....	174
13.3.1.1	Localizzazione dei siti di campionamento .....	174
13.3.1.2	Tecniche di monitoraggio .....	174
13.3.1.3	Periodi e cadenze di indagine.....	178
13.3.1.4	Restituzione dei dati.....	178
13.3.2	Anfibi.....	178
13.3.2.1	Localizzazione dei siti di campionamento .....	179
13.3.2.2	Tecniche di monitoraggio .....	181
13.3.2.3	Restituzione dei dati raccolti.....	182
13.3.2.4	Periodi e cadenze di indagine.....	183
13.3.3	Rettili .....	183
13.3.3.1	Localizzazione dei siti di campionamento .....	183
13.3.3.2	Tecniche di monitoraggio .....	184
13.3.3.3	Restituzione dei dati raccolti.....	185
13.3.3.4	Periodi e cadenze di indagine.....	186
13.3.4	Uccelli.....	186
13.3.4.1	Localizzazione dei siti di campionamento .....	186
13.3.4.2	Tecniche di monitoraggio .....	187

13.3.4.3	Restituzione dei dati raccolti.....	190
13.3.4.4	Periodi e cadenze di indagine.....	190
13.3.5	Mammiferi .....	190
13.3.5.1	Localizzazione dei siti di campionamento .....	190
13.3.5.2	Tecniche di monitoraggio .....	191
13.3.5.3	Restituzione dei dati raccolti.....	200
13.3.5.4	Periodi e cadenze di indagine.....	200
13.3.6	Lepidotteri diurni.....	201
13.3.7	Localizzazione dei siti di campionamento.....	201
13.3.8	Tecniche di monitoraggio .....	201
13.3.8.1	Restituzione dei dati raccolti.....	201
13.3.8.2	Periodi e cadenze di indagine.....	201
13.3.9	Odonati .....	201
13.3.10	Localizzazione dei siti di campionamento .....	202
13.3.11	Tecniche di monitoraggio .....	202
13.3.11.1	Restituzione dei dati raccolti.....	202
13.3.11.2	Periodi e cadenze di indagine.....	202
13.3.12	Monitoraggio collisioni e attraversamenti .....	202
13.3.12.1	Localizzazione dei siti di campionamento .....	203
13.3.12.2	Tecniche di monitoraggio .....	203
13.3.12.3	Restituzione dei dati raccolti.....	203
13.3.12.4	Periodi e cadenze di indagine.....	204
13.3.13	Biomonitoraggio con il Taraxacum officinale .....	204
13.3.13.1	Localizzazione dei siti di campionamento .....	204
13.3.13.2	Tecniche di monitoraggio .....	205
13.3.13.3	Restituzione dei dati raccolti.....	206
13.3.13.4	Periodi e cadenze di indagine.....	206
13.3.14	Biomonitoraggio mediante l'utilizzo di briofite acquatiche .....	207
13.3.15	Localizzazione dei siti di campionamento .....	207
13.3.16	Tecniche di monitoraggio .....	208
13.3.16.1	Restituzione dei dati raccolti.....	209
13.3.16.2	Periodi e cadenze di indagine.....	209
13.3.16.3	Fonti bibliografiche.....	209
13.4	Sintesi dei punti e delle tempistiche di monitoraggio.....	210
14.	PAESAGGIO.....	216
14.1	Obiettivi del monitoraggio.....	216
14.2	Dati di base .....	219
14.3	Attività e specifiche preliminari di monitoraggio.....	219
14.3.1	Verifica delle indagini del SIA .....	220
14.3.2	Verifica della variazione delle Unità di paesaggio. ....	220
14.3.3	Analisi e valutazione percettiva.....	221
14.3.4	Riesame e integrazione dell'Analisi e valutazione storico-insediativa e architettonica del paesaggio .....	222
14.4	Punti di monitoraggio .....	223
14.5	Articolazione temporale delle attività di monitoraggio .....	225
15.	AMBIENTE SOCIALE.....	227
15.1	Obiettivi del monitoraggio.....	227
15.2	Dati di base .....	228
15.3	Attività di monitoraggio .....	228

15.3.1	Ambiti Territoriali di Monitoraggio .....	228
15.3.2	Indicatori di Monitoraggio sociale "oggettivi" .....	229
15.3.3	Monitoraggio dei segnali .....	229
15.4	Articolazione temporale delle attività di monitoraggio .....	231
16.	SALUTE PUBBLICA .....	232
17.	DOCUMENTAZIONE E SISTEMA INFORMATIVO MONITORAGGIO AMBIENTALE .....	233
17.1	Programma di monitoraggio .....	233
17.2	Relazione di Ante operam .....	233
17.3	Relazioni di Corso d'opera .....	233
17.4	Relazioni di Post operam .....	234
17.5	Sistema Informativo Ambientale e gestione anomalie .....	234
17.5.1	Il Sistema Informativo .....	234
17.5.2	Gestione delle anomalie e relazioni con il Sistema di Gestione Ambientale (SGA) .....	240
18.	INIZIATIVE COLLATERALI ALLA NUOVA LINEA TORINO LIONE .....	242
18.1	I vantaggi del monitoraggio basato su reti wireless .....	242
18.2	Proposta per il Comune di Condove .....	243
18.2.1	Le grandezze da misurare .....	243
18.2.2	La presentazione dei dati .....	243
	ALLEGATO 1 – SISTEMA INFORMATIVO SIMAF .....	244
	ALLEGATO 2 – COORDINATE PUNTI DI MONITORAGGIO .....	245

## LISTE DES FIGURES / INDICE DELLE FIGURE

<b>Figura 1</b>	– Schema linea NLTL .....	17
<b>Figura 2</b>	– Tracciato tra Susa e Bussoleno .....	18
<b>Figura 3</b>	– Cantieri di Clarea e Maddalena (in rosso) .....	20
<b>Figura 4</b>	– Layout Imbocco Est TdB .....	22
<b>Figura 5</b>	– Layout e fotoinserimento dell'Area industriale di Susa Autoporto .....	23
<b>Figura 6</b>	– Layout Imbocco Ovest Tunnel di Interconnessione .....	24
<b>Figura 7</b>	– Layout Imbocco Est del TdI .....	25
<b>Figura 8</b>	– Layout Innesto Bussoleno .....	25
<b>Figura 9</b>	– Siti di Caprie e Torrazza Piemonte .....	26
<b>Figura 10</b>	– Livelli di funzionalità e relativo giudizio e colore di riferimento .....	48
<b>Figura 11</b>	– Stralcio cronoprogramma - Fase scavo Tunnel di Base .....	84
<b>Figura 12</b>	– Vibrazioni prodotte dai treni nell'ambiente .....	118
<b>Figura 13</b>	– Curve spettrali di ponderazione per le accelerazioni .....	120
<b>Figura 14</b>	– Curve spettrali di ponderazione per le accelerazioni .....	121
<b>Figura 15</b>	– Schema di alimentazione elettrica della linea NLTL .....	134
<b>Figura 16</b>	– Caratteristiche Sonda .....	138
<b>Figura 17</b>	– Esempio di quadrato di 1 m di lato, con 4 quadrati di 25 cm di lato .....	160
<b>Figura 18</b>	– Semplificazione della teoria di Keddy (1992) e Woodward & Diamant (1991), dove la risposta della struttura della comunità alle condizioni ambientali è il risultato della risposta dei traits delle specie .....	161

## LISTE DES TABLEAUX / INDICE DELLE TABELLE

<b>Tabella 1</b> – Codifiche degli ambiti di monitoraggio .....	30
<b>Tabella 2</b> – Codifiche dei Comuni monitorati.....	31
<b>Tabella 3</b> – Elenco dei corpi idrici interessati dal monitoraggio ambientale .....	32
<b>Tabella 4</b> – Sintesi delle azioni di progetto, potenziali impatti e mitigazioni/controlli .....	37
<b>Tabella 5</b> – Elenco dei corpi idrici interessati dal monitoraggio ambientale e relativa interferenza.....	38
<b>Tabella 6</b> – Parametri in situ rilevabili mediante utilizzo di sonda multiparametrica.....	39
<b>Tabella 7</b> – Parametri da analizzare per i campioni prelevati presso i punti di acqua superficiale .....	40
<b>Tabella 8</b> – Parametri da analizzare per i campioni prelevati presso i punti di acqua superficiale .....	40
<b>Tabella 9</b> – Parametri da analizzare per i campioni prelevati presso i punti di acqua superficiale .....	41
<b>Tabella 10</b> – Parametri da analizzare per i campioni prelevati presso i punti di acqua superficiale .....	41
<b>Tabella 11</b> – Parametri da analizzare per i campioni prelevati presso i punti di acqua superficiale .....	41
<b>Tabella 12</b> – Parametri da analizzare per i campioni prelevati presso i punti di acqua superficiale .....	42
<b>Tabella 13</b> – Parametri delle analisi tossicologiche .....	42
<b>Tabella 14</b> – Tabella di calcolo del valore di I.B.E. (Ghetti 1997) .....	44
<b>Tabella 15</b> – Criterio di conversione del valore IBE in classi di qualità (Ghetti 1997) .....	45
<b>Tabella 16</b> – Elenco dei parametri rilevati per specifico corpo idrico .....	50
<b>Tabella 17</b> – Acque sotterranee - sintesi delle azioni di progetto, potenziali impatti, parametri da monitorare e mitigazioni/controlli .....	55
<b>Tabella 18</b> – Elenco dei punti della rete di monitoraggio della componente ambiente idrico sotterraneo. In grassetto sono indicati i piezometri definiti in funzione della distribuzione delle aree di cantiere.....	63
<b>Tabella 19</b> – Parametri del rilevamento in sito per le sorgenti, captazioni, fontane .....	64
<b>Tabella 20</b> – Parametri del rilevamento in sito per i piezometri .....	64
<b>Tabella 21</b> – Parametri del rilevamento in sito per i pozzi.....	65
<b>Tabella 22</b> – Parametri chimici da analizzare per i campioni prelevati presso i punti di acqua sotterranea non potabile (in parentesi è indicato il metodo di prova). <sup>(1)</sup> L'analisi dei tensioattivi è prevista per i punti di monitoraggio delle aree di cantiere .....	67
<b>Tabella 23</b> – Parametri da analizzare per la caratterizzazione radiometrica dei campioni di acqua sotterranea non potabile .....	67
<b>Tabella 24</b> – Parametri da analizzare per le analisi isotopiche dei campioni di acqua sotterranea non potabile .....	68
<b>Tabella 25</b> – Parametri chimici da analizzare per i campioni prelevati presso i punti di acqua sotterranea potabile (in parentesi sono indicati i metodi di prova). <sup>(1)</sup> L'analisi dei tensioattivi è prevista per i punti di monitoraggio delle aree di cantiere .....	70
<b>Tabella 26</b> – Analisi microbiologiche da eseguire sui campioni di acqua sotterranea potabile (in parentesi sono indicati i metodi di prova).....	70
<b>Tabella 27</b> – Parametri da analizzare per la caratterizzazione radiometrica dei campioni di acqua sotterranea potabile .....	70
<b>Tabella 28</b> – Parametri da analizzare per le analisi isotopiche dei campioni di acqua sotterranea potabile .....	70
<b>Tabella 29</b> – Codifica degli ambiti di monitoraggio della qualità dell'aria .....	76
<b>Tabella 30</b> – Codifiche dei parametri da monitorare.....	76



<b>Tabella 31</b> – Sintesi delle azioni di progetto, potenziali impatti e mitigazioni/controlli .....	77
<b>Tabella 32</b> – Ubicazione dei punti di misura AO della componente atmosfera.....	79
<b>Tabella 33</b> – Ubicazione dei punti di misura PO della componente atmosfera .....	80
<b>Tabella 34</b> – Ubicazione dei punti di misura CO della componente atmosfera .....	81
<b>Tabella 35</b> – Numero di misure in corrispondenza degli imbocchi nelle fasi di AO e CO.....	82
<b>Tabella 36</b> – Numero di misure in corrispondenza dei ricettori prossimi agli scavi nelle fasi di AO e CO.....	82
<b>Tabella 37</b> – Ubicazione del punto di misura AO della componente atmosfera.....	83
<b>Tabella 38</b> – Ubicazione del punto di misura PO della componente atmosfera.....	83
<b>Tabella 39</b> – Ubicazione del punto di misura CO della componente atmosfera .....	83
<b>Tabella 40</b> – Numero di misure in ciascun punto di monitoraggio in AO, CO e PO.....	86
<b>Tabella 41</b> – Numero di misure nel punto di monitoraggio relativo al SIC in AO, CO e PO.	87
<b>Tabella 42</b> – Numero di misure in ciascun punto di monitoraggio in fase di AO e CO in prossimità degli imbocchi .....	87
<b>Tabella 43</b> – Numero di misure in ciascun punto di monitoraggio in AO, CO presso i ricettori più prossimi alle aree di cantiere per le fasi di scavo .....	87
<b>Tabella 44</b> – Numero di misure in ciascun punto di monitoraggio in AO, CO, PO presso i punti di misura di radon in aria .....	88
<b>Tabella 45</b> – Punti di misura delle concentrazioni di radon in aria.....	95
<b>Tabella 46</b> – Elenco dei corpi idrici interessati dal monitoraggio ambientale e relativa interferenza.....	98
<b>Tabella 47</b> – Livelli soglia di riferimento associati alle modalità di scavo in tradizionale (MDI e DBM) o con TBM. *: come da prescrizione n. 96 del. CIPE 57/2011, e da verificare sulla base dei valori sito-specifici in sede di monitoraggio ante operam. **: recettore prossimo al cantiere d'imbocco delle gallerie d'interconnessione a Bussoleno .....	99
<b>Tabella 48</b> – Punti di misura della concentrazione di fibre d'amianto aerodisperso ante-operam (AO) e in corso d'opera (CO) in corrispondenza dell'imbocco est del Tunnel di Base e in prossimità del cantiere. ATC = atmosfera cantiere.....	99
<b>Tabella 49</b> – Punti di misura, quantità, frequenza e durata del monitoraggio della concentrazione di fibre d'amianto aerodisperso ante-operam (AO), in corso d'opera (CO) e post-operam (PO). (*) Il numero delle misure totali in fase di CO è stato valutato sugli anni effettivi in cui questo ricettore sarà esposto direttamente alle attività di cantiere. Si valutano circa 6 anni di lavori.....	100
<b>Tabella 50</b> – Parametri di misura con metodologia SEM, secondo disposizioni del D.M. 6/9/94, allegato 2B. (*) – Agglomerati di fibre di diametro $\geq 3 \mu\text{m}$ che non rientrano nella definizione quantitativa di ff/L. Tuttavia vengono segnalate quali potenziali fattori di rischio per il possibile rilascio di fibre respirabili.....	101
<b>Tabella 51</b> – Sintesi delle azioni di progetto, potenziali impatti e mitigazioni/controlli .....	112
<b>Tabella 52</b> – Localizzazione dei punti di monitoraggio rumore .....	115
<b>Tabella 53</b> – Elenco dei punti di monitoraggio con relative metodiche e ripetizioni .....	116
<b>Tabella 54</b> – Curve spettrali di ponderazione per le vibrazioni .....	119
<b>Tabella 55</b> – Limiti rms ponderati del disturbo vibrazionale .....	122
<b>Tabella 56</b> – Limiti massimi delle vibrazioni sugli edifici [Vpicco in mm/s] (p.c.p.v.).....	123
<b>Tabella 57</b> – Sintesi delle azioni di progetto, potenziali impatti e mitigazioni/controlli .....	124
<b>Tabella 58</b> – Elenco dei punti di monitoraggio ambientale – Vibrazioni .....	124
<b>Tabella 59</b> – Limiti di riferimento Raccomandazione 1999/512/CE .....	131
<b>Tabella 60</b> – Limiti di riferimento DPCM 8 luglio 2003 .....	132
<b>Tabella 61</b> – Sintesi delle azioni di progetto, potenziali impatti e mitigazioni/controlli .....	136
<b>Tabella 62</b> – Punti di monitoraggio .....	140

<b>Tabella 63</b> – Sintesi delle azioni di progetto, potenziali impatti e mitigazioni/controlli in fase di cantiere .....	141
<b>Tabella 64</b> – Metodologie di riferimento per le analisi chimico-fisiche .....	143
<b>Tabella 65</b> – Metodologie di riferimento per le analisi ecotossicologiche.....	143
<b>Tabella 66</b> – Metodologie di riferimento per le analisi fisiche .....	143
<b>Tabella 67</b> – Assegnazione codici ai punti di monitoraggio. *: è previsto un punto in cui saranno effettuate analisi del suolo, limitrofo alle aree individuate per lo svolgimento dei rilievi sulla vegetazione (plant traits) .....	146
<b>Tabella 68</b> – Numero di profili pedologici previsti per ogni punto di monitoraggio del Suolo nelle aree di cantiere in AO e PO .....	146
<b>Tabella 69</b> – Numero di campagne d’indagine ed elaborati prodotti per i monitoraggi del suolo previsti .....	147
<b>Tabella 70</b> – Sintesi delle azioni di progetto, potenziali impatti e mitigazioni/controlli in fase di cantiere .....	151
<b>Tabella 71</b> – Ambiti operativi oggetto di monitoraggio e relative codifiche (Flora, Vegetazione e Fitopatie forestali) .....	164
<b>Tabella 72</b> – Ambiti operativi oggetto di monitoraggio e relative codifiche per l’Agricoltura .....	165
<b>Tabella 73</b> – Ambiti operativi e relative codifiche per quanto riguarda i nuovi impianti.....	165
<b>Tabella 74</b> – Assegnazione codici ai punti di monitoraggio “ambienti sorgentizi”; *: presenza dell’habitat di interesse prioritario 7220 “Sorgenti pietrificanti con formazione di travertino (Cratoneurion)” .....	166
<b>Tabella 75</b> – Numero di campagne di monitoraggio ed elaborati prodotti per ciascuna componente; *: da svolgersi una sola volta nel corso del CO.....	167
<b>Tabella 76</b> – Numero di campagne di monitoraggio ed elaborati prodotti per la componente Nuovi impianti.....	168
<b>Tabella 77</b> - Sintesi delle azioni di progetto, potenziali impatti e mitigazioni/controlli in fase di cantiere .....	171
<b>Tabella 78</b> – Sintesi delle azioni di progetto, potenziali impatti e mitigazioni/controlli in fase di esercizio.....	172
<b>Tabella 79</b> – Codifica dei punti di rilevamento dell’ittiofauna .....	178
<b>Tabella 80</b> – Sintesi punti di monitoraggio Anfibi.....	180
<b>Tabella 81</b> – Sintesi punti di monitoraggio rettili.....	184
<b>Tabella 82</b> – Numero di punti d’ascolto per ogni ambito di monitoraggio previsto .....	188
<b>Tabella 83</b> – Numero di transetti per ogni ambito di monitoraggio previsto .....	192
<b>Tabella 84</b> – Numero di transetti con hair tubes per ogni ambito di monitoraggio previsti .	195
<b>Tabella 85</b> – Localizzazione dei punti di monitoraggio delle Chiroterofauna e numero di stazioni di rilevamento della durata di 30 minuti .....	198
<b>Tabella 86</b> – Limiti di rilevabilità strumentale .....	205
<b>Tabella 87</b> – Punti di monitoraggio .....	208
<b>Tabella 88</b> – Codifica dei punti di monitoraggio per la fauna.....	213
<b>Tabella 89</b> – Numero di campagne di monitoraggio ed elaborati prodotti per ciascuna componente .....	215
<b>Tabella 90</b> – Sintesi delle azioni di progetto, potenziali impatti e mitigazioni/controlli .....	219
<b>Tabella 91</b> – Elenco dei punti di monitoraggio – intervistabilità.....	225
<b>Tabella 92</b> – Tempistiche .....	226
<b>Tabella 93</b> – Sintesi delle azioni di progetto, potenziali impatti e mitigazioni/controlli .....	228
<b>Tabella 94</b> – Indicatori di monitoraggio sociale “oggettivi” .....	229
<b>Tabella 95</b> –Tabella riassuntiva monitoraggio ambiente sociale .....	231
<b>Tabella 96</b> – Sintesi delle azioni di progetto, potenziali impatti e mitigazioni/controlli .....	232

Piano di monitoraggio ambientale

---

## RESUME/RIASSUNTO

### Synthese Française

En ce qui concerne le modèle cognitif “Pression-Etat-Réponse (PSR)”, a été élaboré ce projet de monitoring de l’environnement établissant, par des indicateurs spécifiques, l’état de certaines matrices de l’environnement (air, eaux de surface, eaux souterraines, etc.), les pressions anthropiques qui agissent sur les systèmes environnementaux (émissions atmosphériques, production de bruit etc.) et les réponses remarquées par le réseau de monitoring, en termes d’amélioration.

Les objectifs et les conditions du monitoring de l’environnement, comme indiqué également dans les Lignes Directrices pour le projet de monitoring de l’environnement des travaux dont à la Loi Obiettivo (L. 443/2001) sont les suivants :

- mesurer l’état Ante operam, pendant les travaux et Post operam dans le but de documenter l’évolution de la situation environnementale
- vérifier l’impact estimé du projet exécutif pour les phases de construction et d’exploitation
- assurer, pendant la construction, le contrôle de la situation de l’environnement afin de remarquer rapidement toute situation imprévue et préparer les actions correctives nécessaires
- vérifier, pendant la phase avant-exploitation, l’efficacité des mesures d’atténuation adoptées pour résoudre les impacts résiduels
- fournir aux Organismes de contrôle des éléments de vérification de l’application correcte des procédures de monitoring.

Les conditions du projet de monitoring de l’environnement sont les suivantes:

- programmation des activités de monitoring et définition des moyens;
- cohérence avec la législation en vigueur et l’utilisation des moyens ;

### Sintesi in italiano

Con riferimento al modello conoscitivo “**Pressione-Stato-Risposta (PSR)**”, è stato elaborato il presente piano di monitoraggio ambientale definendo, attraverso indicatori specifici, lo stato di alcune matrici ambientali (aria, acque superficiali, acque sotterranee ecc.), le pressioni antropiche che agiscono sui sistemi ambientali (emissioni atmosferiche, produzione di rumore ecc.) e le risposte evidenziate dalla rete di monitoraggio, in termini di controllo dello stato per prevenire gli impatti o per intraprendere tempestivamente eventuali azioni correttive.

Gli scopi e requisiti del monitoraggio ambientale, così come riportato anche nelle *Linee guida per il progetto di monitoraggio ambientale delle opere di cui alle Legge Obiettivo (L. 443/2001)* risultano essere:

- misurare lo stato Ante operam, di Corso d’opera e Post operam al fine di documentare l’evolversi della situazione ambientale
- controllare le previsioni di impatto del progetto esecutivo per le fasi di costruzione ed esercizio
- garantire, durante la costruzione, il controllo della situazione ambientale, in modo da rilevare tempestivamente eventuali situazioni non previste e predisporre le necessarie azioni correttive
- verificare, durante la fase di preesercizio, l’efficacia dei sistemi di mitigazione adottati al fine di intervenire per risolvere eventuali impatti residui
- fornire agli Enti di controllo gli elementi di verifica della corretta esecuzione delle procedure di monitoraggio

Requisiti del progetto di monitoraggio ambientale sono:

- programmazione delle attività di monitoraggio e definizione degli strumenti;

- rapidité dans la signalisation d'éventuelles anomalies et criticité ;
- utilisation de méthodologies validés et de valeur technique et scientifique reconnu ;
- restitution des informations en manière structurée, facile à utiliser et avec le possibilité de corrélation avec des éventuelles élaborations de modelisation établies ;
- utilisation de critères et d'indicateurs qui soient facilement mesurables et fiables, ainsi que représentatives de différentes conditions environnementales.

Les composantes de l'environnement qui seront tenues sous contrôle sont les suivantes :

- atmosphère
- milieu des eaux de surface et souterraines
- sol et sous-sol
- végétation et flore
- faune
- bruit
- vibrations
- rayonnements non ionisants
- paysage
- environnement social.

- coerenza con la normativa vigente nelle modalità di rilevamento e nell'uso della strumentazione;
- tempestività nella segnalazione di eventuali anomalie e criticità;
- utilizzo di metodologie validate e di comprovato valore tecnico e scientifico;
- restituzione delle informazioni in maniera strutturata, di facile utilizzo e con possibilità di correlazione con eventuali elaborazioni modellistiche concordate;
- utilizzo di parametri ed indicatori che siano facilmente misurabili ed affidabili, nonché rappresentativi delle varie situazioni ambientali.

Le componenti ambientali che saranno monitorate sono:

- Atmosfera
- Ambiente idrico (superficiale e sotterraneo)
- Suolo e sottosuolo
- Vegetazione e Flora
- Fauna
- Rumore
- Vibrazioni
- Radiazioni non ionizzanti
- Paesaggio
- Ambiente sociale.

**AVVERTENZA:** In rosso sono riportate le modifiche apportate al documento consegnato in fase di progettazione definitiva (PD2\_C3C\_TS3\_0160: Piano di Monitoraggio Ambientale), adottate per rispondere alle osservazioni n.72, 77, 82, 83, 84, 85, 86, 90, 91, 92, 93, 94, 95, 96, 97, 98, 99, 100, 101, 102 e 103 della Regione Piemonte (rif. lettera prot. n. CTVA-2014-0812 del 06/03/2014).

## 1. Premessa

Il presente piano di monitoraggio ambientale (PMA) si pone l'obiettivo di descrivere le procedure e l'organizzazione delle attività di rilievo finalizzate al monitoraggio ambientale del territorio interessato dalle varianti di progetto della Nuova Linea Torino-Lione.

Il presente documento contiene, per ciascuna componente e fase di monitoraggio:

- le finalità e gli obiettivi del monitoraggio della specifica componente;
- le tipologie di misura ed i parametri da rilevare;
- la frequenza dei rilievi da effettuare;
- la durata dei campionamenti e dei rilevamenti;
- il piano di monitoraggio riportante l'ubicazione dei punti di campionamento e le tipologie di misura da effettuare nelle differenti fasi (con riferimento alla cartografia allegata in scala 1:10.000);
- le metodologie di rilevamento, campionamento e di analisi.

Il PMA contiene, infine, un'indicazione delle modalità di gestione dei dati di monitoraggio e della modalità di emissione dei medesimi (reportistica), della struttura organizzativa e della gestione della qualità.

Il presente elaborato e la relativa cartografia costituiscono l'aggiornamento di quanto prodotto in fase di progetto preliminare.

Tale piano ottempera alle prescrizioni del CIPE n. 57/2011 che sono: 10, 16, 23, 24, 26, 31, 32,62, 63, 69, 94, 95, 100, 111, 112, 113, 114, 125, 130, 137, 138, 169, 215.

## 2. Sintesi del progetto

### 2.1 Sintesi genesi del tracciato

In territorio francese il tracciato risulta quello già previsto nell'Avant Projet de Reference (APR) con le due seguenti lievi modifiche:

- allargamento dell'interasse minimo della NLTL da 4,30 m a 4,50 m nel parco di stazione di Saint Jean de Maurienne, per consentire l'utilizzo della linea anche ai convogli della AF;
- spostamento del Sito di Sicurezza di Clarea dalla pk 46+711 alla pk 47+998 e sua trasformazione in Area di Sicurezza. Ciò è già stato sviluppato nel Progetto Preliminare in Variante (PP2) del 2010

In territorio italiano il tracciato è quello previsto nel PP2, modificato per tener conto del fasaggio e delle prescrizioni del C.I.P.E. in sede di approvazione del PP2 e precisamente:

- realizzazione dell'Interconnessione tra NLTL e Linea Storica Torino-Modane a Bussoleno, anziché nella piana delle Chiuse, con conseguente eliminazione dell'Interconnessione a Chiusa S. Michele;
- funzionamento della NLTL in prima fase utilizzando la Interconnessione di Bussoleno, senza realizzare la Galleria dell'Orsiera e l'Area di sicurezza di Chiusa, rimandate ad una fase successiva;
- leggero spostamento ad est del tracciato nella Piana di Susa, per salvaguardare l'edificio storico della Cascina Vazone all'imbocco est del Tunnel di Base.

### 2.2 Descrizione generale

Il progetto della sezione transfrontaliera della parte comune italo-francese della Nuova Linea Torino-Lione (NLTL) (**Figura 1**) riguarda la parte di linea che va da Saint Jean de Maurienne in Francia fino a Susa in Italia, compresa l'interconnessione con la linea storica Torino-Modane a Bussoleno. L'opera ferroviaria è costituita da due gallerie a binario unico, con interasse variabile tra 30 m e 80 m.



Piano di monitoraggio ambientale

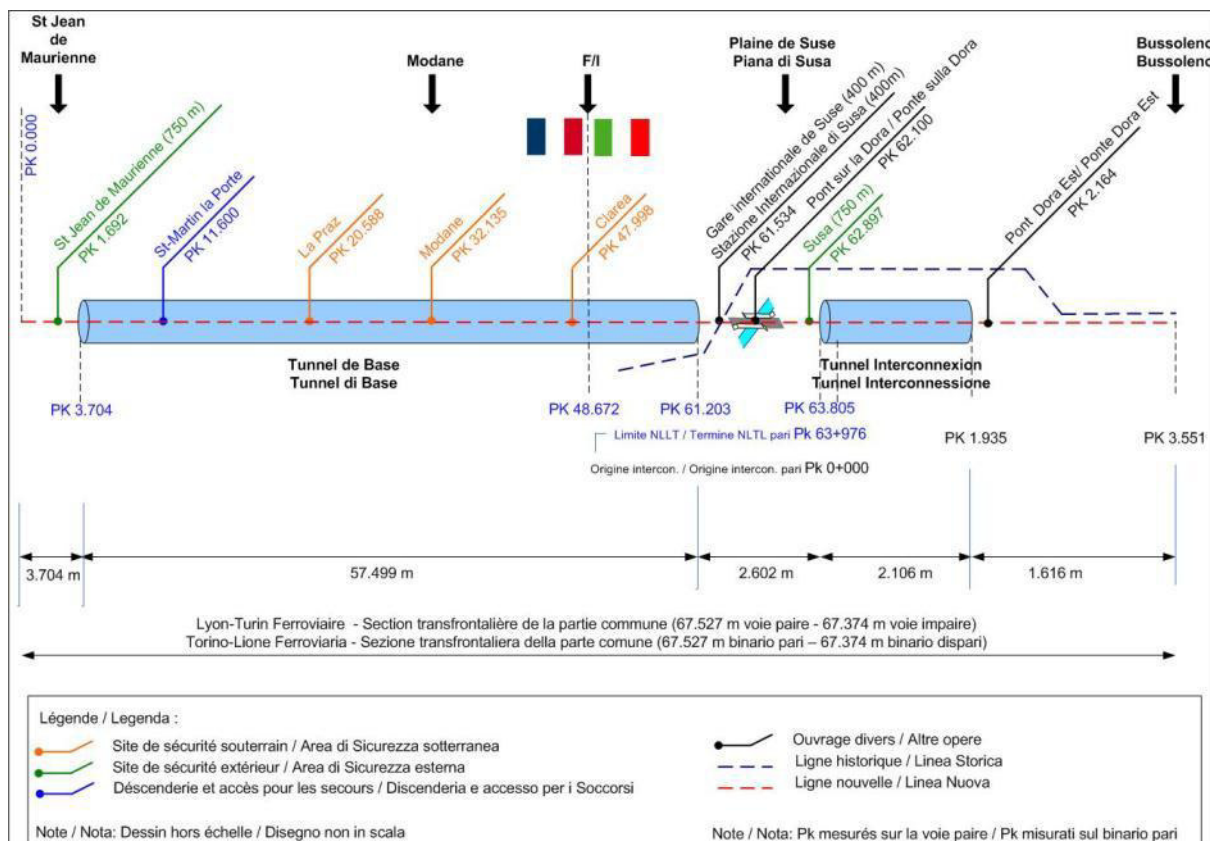


Figura 1 – Schema linea NLTL

La linea ferroviaria consentirà un traffico misto ad Alta Capacità con convogli passeggeri (velocità di progetto normalmente di 250 km/h che si riducono a 220 km/h in punti con vincoli particolari) e merci veloci (velocità di 120 km/h); inoltre la linea potrà essere percorsa da convogli a grande sagoma della Autoroute Ferroviaire (AF).

Il tracciato si svilupperà a partire da Saint Jean de Maurienne in Francia e, attraverso il Tunnel di Base, raggiungerà l'Italia.

Lungo l'intero Tunnel di Base sono previsti:

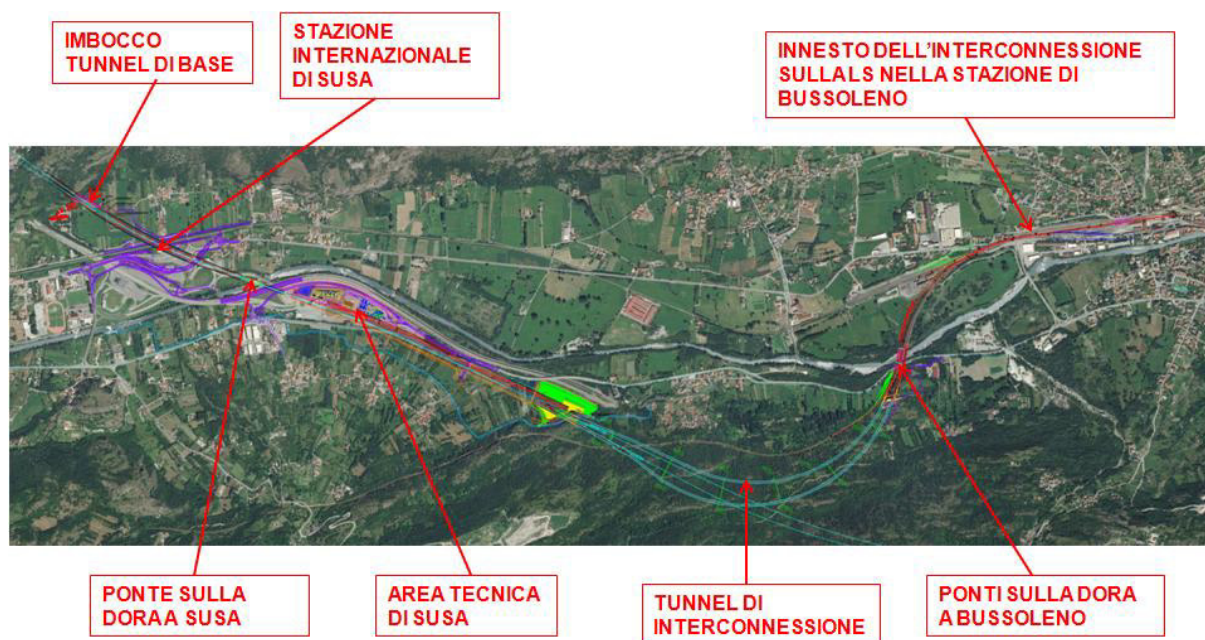
- rami di comunicazione tra le due canne del tunnel con mutua distanza normalmente di 333 m con funzione di sicurezza per i viaggiatori in caso di incidente, in particolare di incendio. Alcuni di questi rami, normalmente uno ogni tre, sono dotati al loro interno di locali tecnici per la sicurezza. Nel progetto i rami di semplice comunicazione tra le canne con sola funzione di sicurezza sono denominati R0, mentre i rami che hanno anche i locali tecnici sono denominati R1;
- la stazione di servizio in sotterraneo di Modane (km 32+165), con funzione anche di area di sicurezza, con relativo pozzo di ventilazione e discenderia per l'accesso dall'esterno di soccorritori/manutentori;
- le aree di sicurezza sotterranee di La Praz (km 20+588) e di Clarea (km 47+998) con relative discenderie per l'accesso dall'esterno di soccorritori/manutentori. L'Area di sicurezza di Clarea ha, oltre alla discenderia per l'accesso dei soccorritori/manutentori, anche un pozzo di ventilazione. Discenderia e pozzo si sviluppano prevalentemente in territorio italiano. La discenderia è denominata Galleria della Maddalena ed è in fase realizzativa come galleria geognostica;

- Discenderia di St Martin la Porte (km 11+618) per l'accesso di eventuali soccorritori/manutentori.

Le discenderie, di cui Saint Martin La Porte, La Praz e Modane già realizzate, sono anche delle gallerie geognostiche per conoscere meglio la geomeccanica dell'ammasso roccioso in corrispondenza delle future gallerie ferroviarie.

Come anticipato, il tracciato si svilupperà a partire da Saint Jean de Maurienne in Francia, attraverso il Tunnel di Base e, dopo circa 57,5 Km in sotterraneo (di cui circa 45km in territorio francese e 12,5km in territorio italiano), raggiungerà l'Italia all'aperto nel comune di Susa, a nord-est del centro urbano, presso l'imbocco est della galleria autostradale di Mompantero, in frazione San Giuliano.

La linea (**Figura 2**) proseguirà all'aperto per circa 2,6 Km attraversando la nuova Stazione Internazionale di Susa, il ponte sulla Dora e l'area dell'autoporto di Susa. Il tracciato continuerà in sotterraneo per circa 2,1 Km attraverso le due canne del tunnel di Interconnessione (TdI) per poi uscire all'aperto in corrispondenza del confine comunale tra Susa e Bussoleno.



*Figura 2 – Tracciato tra Susa e Bussoleno*

È in questo tratto, che corrisponde all'attuale ubicazione dei due ponti di attraversamento della Dora Riparia in muratura e in acciaio esistenti, che saranno realizzati due nuovi ponti, denominati Dora Ovest e Dora Est, dove passeranno rispettivamente il BD e il BP della NLT L. Il ponte in acciaio sul quale passa attualmente il BP della LS Torino-Modane si manterrà invariato.

Una volta attraversata la Dora Riparia il tracciato proseguirà all'interno dell'area ferroviaria di Bussoleno, fino alla pk 3.551.

## 2.3 Realizzazione dell'opera

### 2.3.1 Cantieri, aree di sicurezza e gallerie di ventilazione

Sono previsti diversi cantieri funzionali alla realizzazione dell'opera, si riporta nei paragrafi che seguono una breve sintesi delle loro ubicazioni e delle loro funzioni. Per i dettagli si rimanda all'elaborato PD2\_C3A\_TS3\_6010: Relazione generale illustrativa lato Italia.

### 2.3.2 Clarea e Maddalena

L'Area di sicurezza di Clarea è costituita da tre elementi principali:

- area di Sicurezza propriamente detta, in sotterraneo a livello delle due canne del Tunnel di Base;
- galleria di Ventilazione di Val Clarea a servizio del sito di sicurezza;
- galleria della Maddalena con finalità di galleria di ricognizione geognostica durante la prima fase dei lavori di scavo del tunnel e di accesso dall'esterno del Sito di Sicurezza.

L'Area di Sicurezza in sotterraneo di Clarea si trova alla pk 47+998. Essa presenta una lunghezza di 750 m. In corrispondenza dell'area di sicurezza la sezione trasversale di ognuna delle due canne del Tunnel di Base risulta maggiore rispetto alla sezione corrente, per garantire gli spazi necessari all'espletamento della funzione di area di sicurezza. Tra le due canne del Tunnel di Base, che in corrispondenza dell'Area di Sicurezza distano tra loro 80 metri, si trova una terza galleria intertubo che rappresenta la galleria di sicurezza e sulla quale si innesta la galleria della Maddalena.

Nella zona centrale dell'area di sicurezza la galleria intertubo si sviluppa su due livelli: al livello superiore si trova la galleria intertubo propriamente detta, che consente il transito dei mezzi di soccorso; al livello inferiore, su una lunghezza di 400 m, si trova la sala di accoglienza, nella quale convergono gli 8 rami pedonali di collegamento con le due gallerie monobinario previsti ogni 50 m.

Al centro dell'area di sicurezza si trova una caverna tecnica trasversale a tre piani, sulla quale si innesta la galleria di ventilazione di Val Clarea.

Due ulteriori rami sono previsti per l'accesso alle gallerie di linea dei soccorsi alle due estremità di una zona di 450 metri centrata rispetto all'asse del sito.

Gli impianti specifici per la sicurezza sono:

- un impianto di ventilazione e messa in sovrappressione della stazione di sicurezza e dei locali tecnici nei rami di collegamento di linea, che sfrutta una parte della sezione della galleria di Val Clarea;
- un impianto di estrazione dell'aria, che convoglia i fumi captati per aspirazione in volta, verso l'esterno attraverso una galleria di ventilazione, e infine lungo la galleria di Val Clarea;
- un sistema antincendio che garantisce in ogni momento un'idonea riserva d'acqua alle squadre preposte al soccorso ed alimenta l'impianto previsto lungo le canne della galleria di linea.

Nella caverna tecnica sono allocati i locali tecnici afferenti i suddetti impianti di sicurezza e quelli relativi alle ulteriori esigenze impiantistiche (telecomunicazioni, segnalamento...). La logistica d'accesso e manutenzione a tali locali ed apparecchiature è stata concepita in modo da minimizzare l'impatto sul normale esercizio della linea ferroviaria, ossia utilizzando degli spazi il cui accesso non interferisca con la galleria di linea.

Dall'area di Sicurezza di Clarea sarà scavata la galleria di ventilazione di Val Clarea.

## Galleria di Ventilazione Val Clarea

L'area interessata dal cantiere della galleria di ventilazione della Galleria Clarea, è ubicata in corrispondenza del fondovalle del Torrente Clarea, a nord della frazione Buttigliera, tra le quote 1110 m e 1140 m circa, lungo il versante destro.

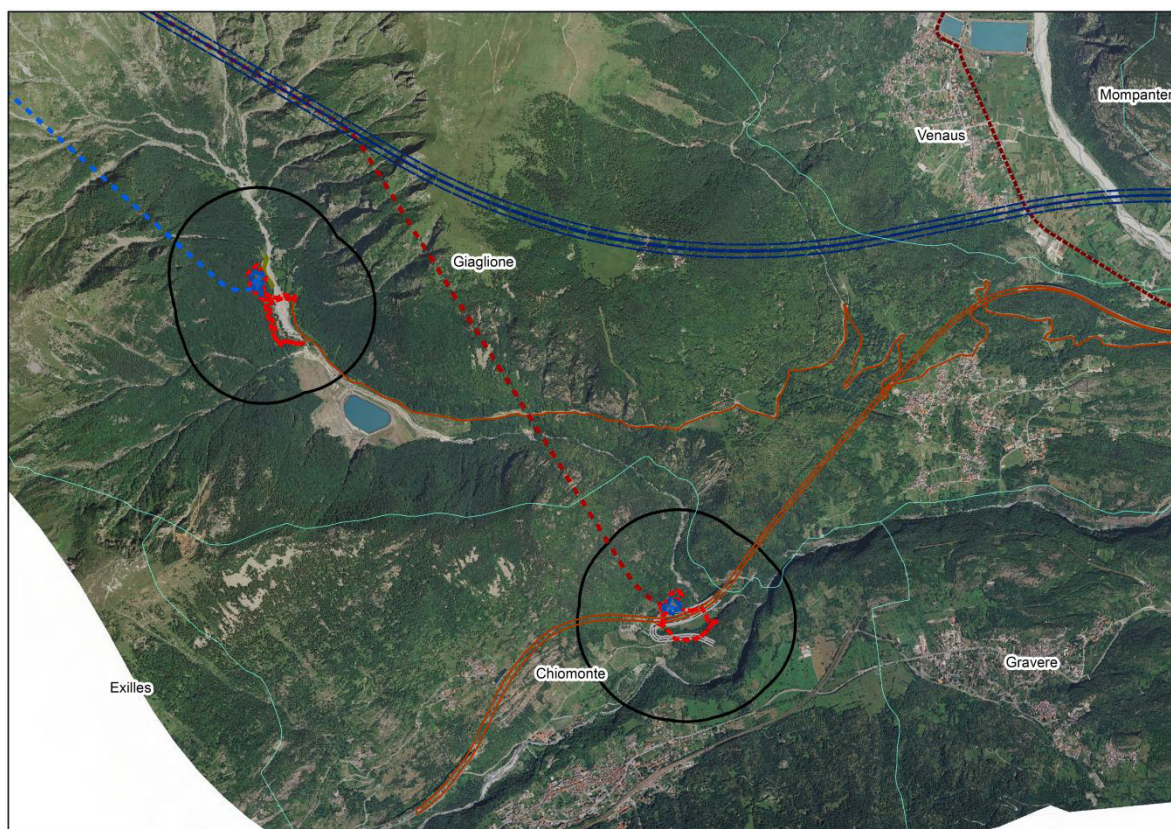
A quest'area si aggiunge una stretta fascia che attraversa il torrente e risale sul versante sinistro fino a quota 1100 m circa.

Questa galleria collega l' Area di Sicurezza sotterranea di Clarea alla centrale di ventilazione posta al suo imbocco; la stessa serve a fornire l'aria fresca per la ventilazione dei locali tecnici e della sala d'accoglienza dell' Area di Sicurezza e ad estrarre i fumi dall'area stessa.

La galleria ha una lunghezza di 4,5 km con una pendenza variabile (tratto iniziale con pendenza in ascesa pari all'1% e il tratto principale con pendenza in discesa pari al 12%). Il tratto finale (per una lunghezza di circa 70 m) presenta livelletta orizzontale; la quota di arrivo coincide con la quota del piano marciapiede dell'area di sicurezza di Clarea (pk di linea 47+997,66 BP).

La galleria viene scavata dall'interno con una sezione di 84 m<sup>2</sup> ; la sezione utile finita è di circa 55 m<sup>2</sup>, di cui 42 m<sup>2</sup> per estrazione fumi in caso di incendio e 13 m<sup>2</sup> per la ventilazione dei locali tecnici, dei rami e dell'area di sicurezza.

L'accesso alla galleria, posto in Val Clarea a 1120 m s.l.m. avviene tramite un breve raccordo alla esistente strada della Val Clarea che si dirama dalla SS 25, all'altezza del km 60.



*Figura 3 – Cantieri di Clarea e Maddalena (in rosso)*

## Galleria della Maddalena

L'area di imbocco del cunicolo Maddalena e il relativo sito di cantiere si situano ai piedi del versante in destra idrografica del torrente Clarea, immediatamente a monte della sua confluenza nella Dora Riparia, al di sotto del viadotto dell'Autostrada A32 "Torino-Bardonecchia". Il ruolo di questa galleria è triplice:

- esplorativo geognostico prima della fase di cantiere;
- logistico durante la fase di costruzione (via di comunicazione per il marino della galleria di ventilazione di Val Clarea e per la realizzazione del sito di sicurezza di Clarea);
- accesso dei soccorsi, fino al sito di sicurezza di Clarea, in fase di esercizio della linea.

La galleria, di circa 7,5 km di lunghezza, si inserisce in parallelo e complanarmente alle canne ferroviarie del tunnel di base in corrispondenza del km 52 e prosegue tra le due canne del tunnel fino al sito di sicurezza di Clarea.

La galleria della Maddalena è attualmente in fase di realizzazione. Lo scavo del cunicolo produce marino per il quale è stato previsto un appropriato sistema di trasporto e schema di deposito, sia temporaneo che definitivo.

### **2.3.3 Cantiere "Imbocco Est Tunnel di Base"**

Il cantiere "Imbocco Est Tunnel di Base" si sviluppa ad est dell'abitato di Susa, posizionandosi nell'area tra la Cascina Vazone e la borgata Braide (Comune di Susa).

Il cantiere, finalizzato alla costruzione delle due canne del Tunnel di Base, occupa una superficie di circa 50.000 m<sup>2</sup> e sarà realizzato in un'area sub-pianeggiante, priva di particolari ostacoli e che non interessa corsi d'acqua. Il cantiere è dedicato alla costruzione della tratta di tunnel di base compresa tra l'imbocco Est (Susa) e l'area di sicurezza di Clarea (esclusa). È interamente compreso nell'area interclusa tra la futura linea ferroviaria, la autostrada A32 e la SS25 ed è collegato all'Area Industriale di Susa mediante nastri trasportatori che corrono all'interno delle aree di lavoro insonorizzati e provvisti di copertura integrale per impedire la dispersione di polveri. Una duna in terreno vegetale, con funzione di mascheramento del cantiere, è prevista sul perimetro del cantiere, laddove non interferente con la viabilità. L'accesso avviene attraverso una viabilità di cantiere collegata allo svincolo di Susa della A32.

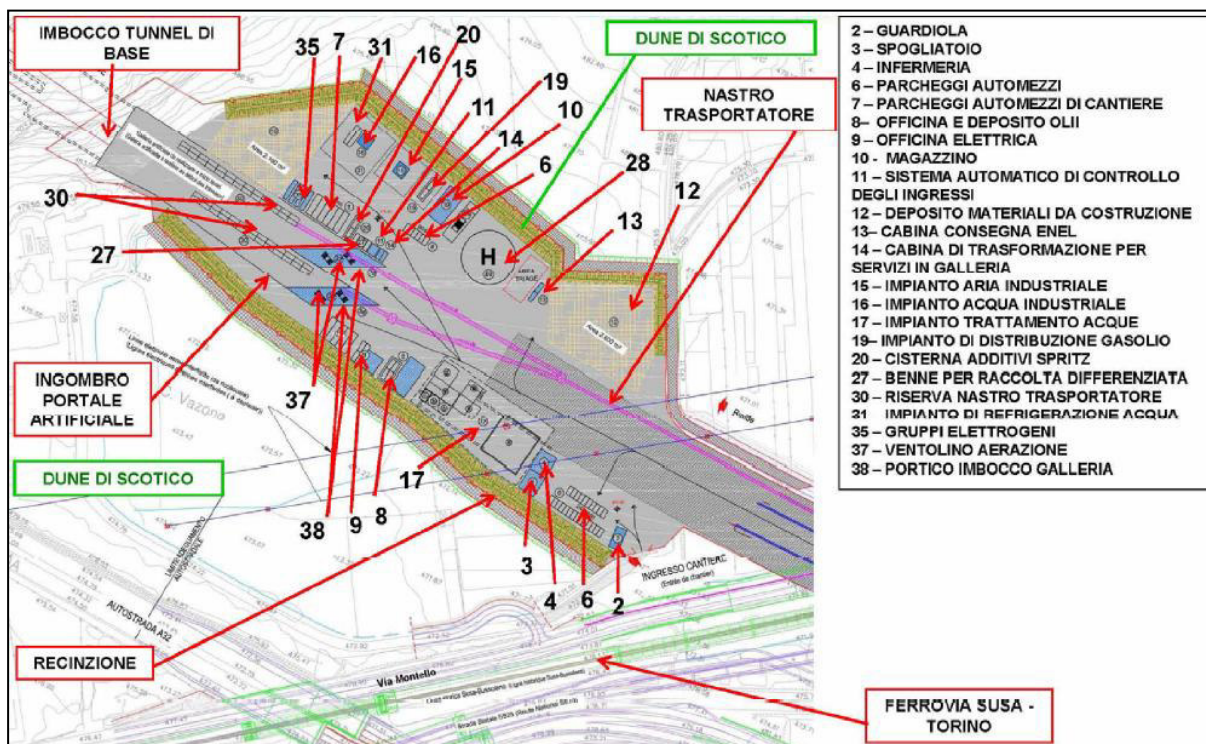


Figura 4 – Layout Imbocco Est TdB

### 2.3.4 Area industriale “Susa Autoporto”

L’area industriale “Susa Autoporto” si sviluppa su una superficie di circa 130.000 m<sup>2</sup>, posizionandosi nell’area attualmente occupata dall’Autoporto di Susa a servizio dell’autostrada A32 Torino-Bardonecchia (Comune di Susa).

Fornisce supporto ai cantieri di imbocco ed alle aree di lavoro, con attrezzature e impianti non strettamente legati all’attività, ma alla valorizzazione del materiale di scavo e alla preparazione di conci di galleria.

In essa sono presenti gli impianti di produzione del calcestruzzo, gli impianti di prefabbricazione dei conci e le relative aree di stoccaggio, gli impianti per la valorizzazione e lo stoccaggio degli aggregati per il calcestruzzo e del materiale per rilevati/riempimenti.

Lo stoccaggio degli aggregati è opportunamente coperto con tensostrutture per contenere la dispersione di polveri in atmosfera. Nell’area ha sede il parco ferroviario di cantiere, composto da quattro binari di lunghezza utile ciascuno di 300 m, per il carico su treno dello smarino e, al termine degli scavi, per l’armamento e l’impiantistica ferroviaria.

L’accesso avviene attraverso la S.S. 24 e lo svincolo di Susa Autoporto dell’autostrada A32.

Un rilevato in terreno vegetale è previsto lungo il perimetro del cantiere, per un corretto inserimento paesaggistico territoriale fin dal periodo di cantierizzazione.

Inoltre lungo tutto il lato nord del cantiere, al di là della sede autostradale e in una zona a sud attualmente occupata dall’autoporto, è prevista l’esecuzione anticipata della sistemazione finale a verde che andrà a costituire l’Agriparco della Dora.

Piano di monitoraggio ambientale

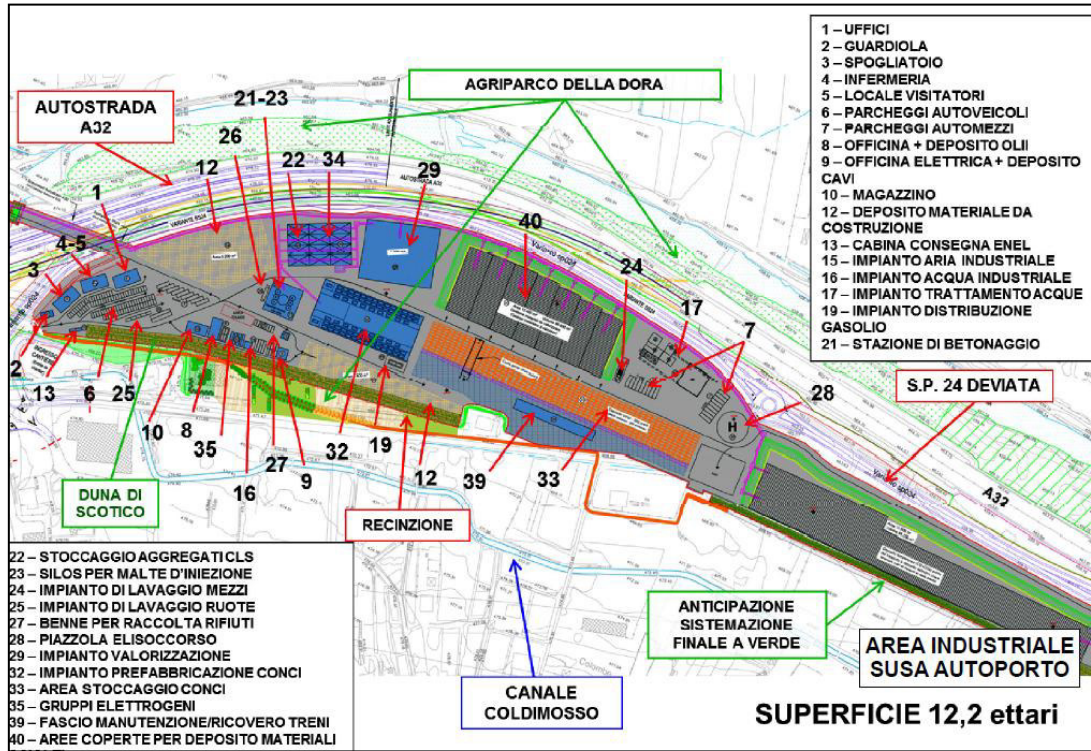


Figura 5 – Layout e fotoinserimento dell'Area industriale di Susa Autoporto

### 2.3.5 Cantiere “Imbocco Ovest Tunnel di Interconnessione”

Il cantiere “Imbocco Ovest Tunnel di Interconnessione”, che sarà ubicato nel comune di Susa, ad ovest dell’imbocco lato Susa della galleria Prapontin dell’Autostrada A32 Torino-Bardonecchia, occupa una superficie di circa 100.000 m<sup>2</sup>.

Tale area è finalizzata alla costruzione delle gallerie dell’Interconnessione e svolgerà funzione di supporto per i cantieri per la realizzazione delle opere a cielo aperto per l’innesto della NLTL con la Linea Storica a Bussoleno.

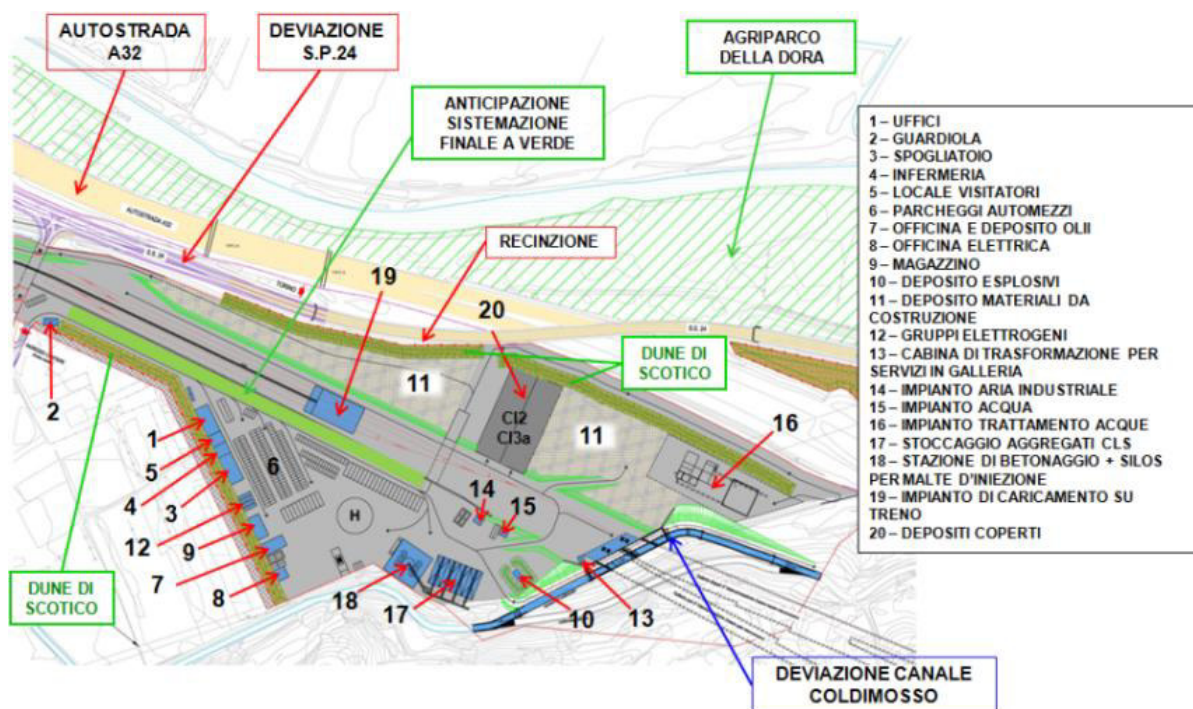


Figura 6 – Layout Imbocco Ovest Tunnel di Interconnessione

### 2.3.6 Cantiere “Imbocco Est Tunnel di Interconnessione” e Cantiere “Innesto Bussoleno”

I cantieri “Imbocco Est Tunnel di Interconnessione” e “Innesto Bussoleno”, che saranno ubicati rispettivamente a sud e a nord del fiume Dora Riparia, sono finalizzati alla realizzazione delle opere di imbocco del Tunnel di Interconnessione (lato Bussoleno) e delle opere per la realizzazione dell’innesto tra la Linea Nuova e la Linea Storica Torino - Bardonecchia.

Il cantiere “Imbocco Est Tunnel di Interconnessione”, occupa circa 0,4 ha e si sviluppa a sud del fiume Dora in corrispondenza dell’imbocco della galleria ferroviaria “Tanze” della Linea Storica nell’area tra il Binario Pari (BP) e il Binario Dispari (BD).

E’ collegato ad una piccola Area uffici posta a fianco della SP 24 nei pressi del cantiere stesso, che occupa 0,9 ha circa. La sua missione è uffici, deposito materiali e mezzi operativi.

Il cantiere “Innesto Bussoleno” si sviluppa invece a nord del fiume Dora sul sedime del futuro rilevato ferroviario.

A sud della Dora Riparia, tra la Strada Statale SS24 e il BD della Linea Storica si estende un’ulteriore area di cantiere destinata principalmente al deposito dei materiali di costruzione utilizzati dai cantieri.



Piano di monitoraggio ambientale

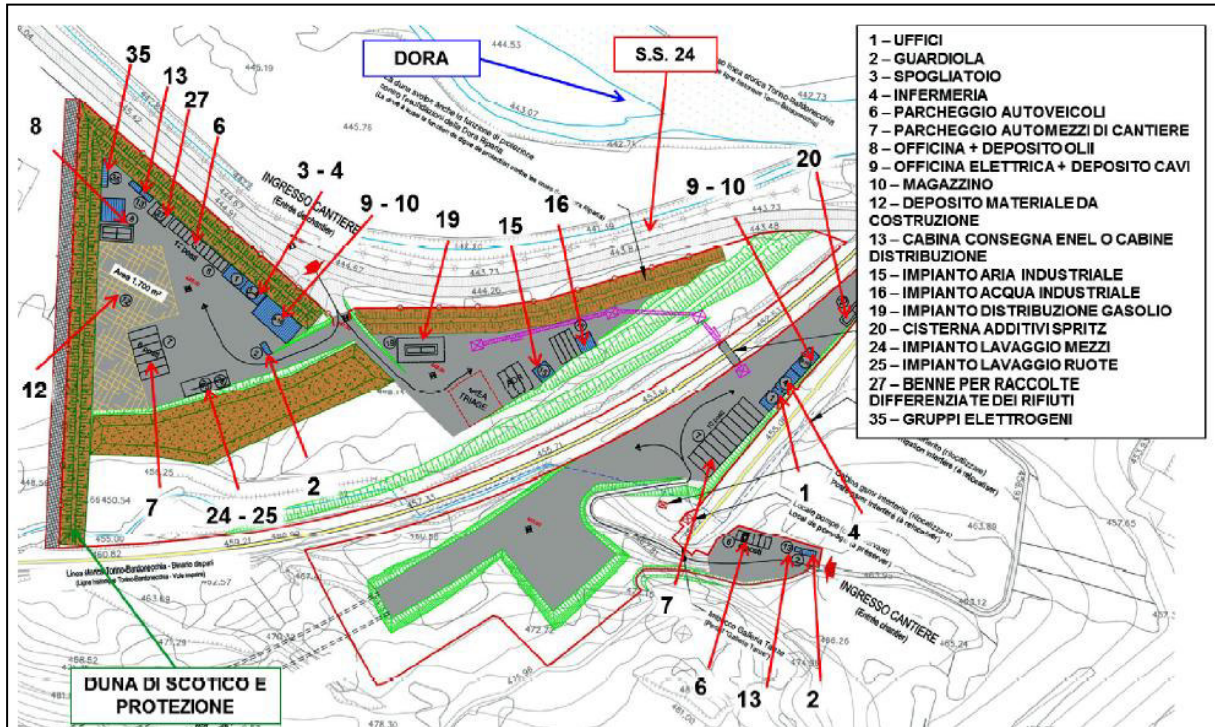


Figura 7 – Layout Imbocco Est del TdI

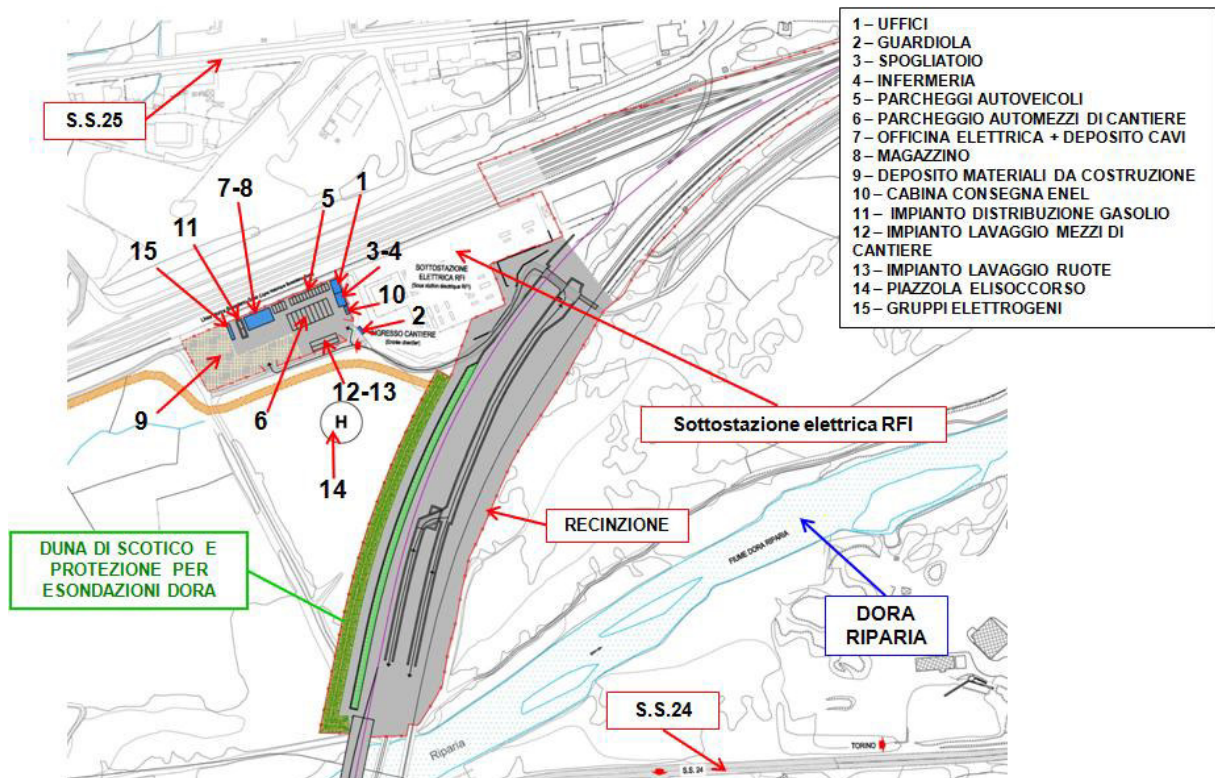


Figura 8 – Layout Innesto Bussoleno

Le opere principali che saranno realizzate da questi cantieri sono le seguenti:

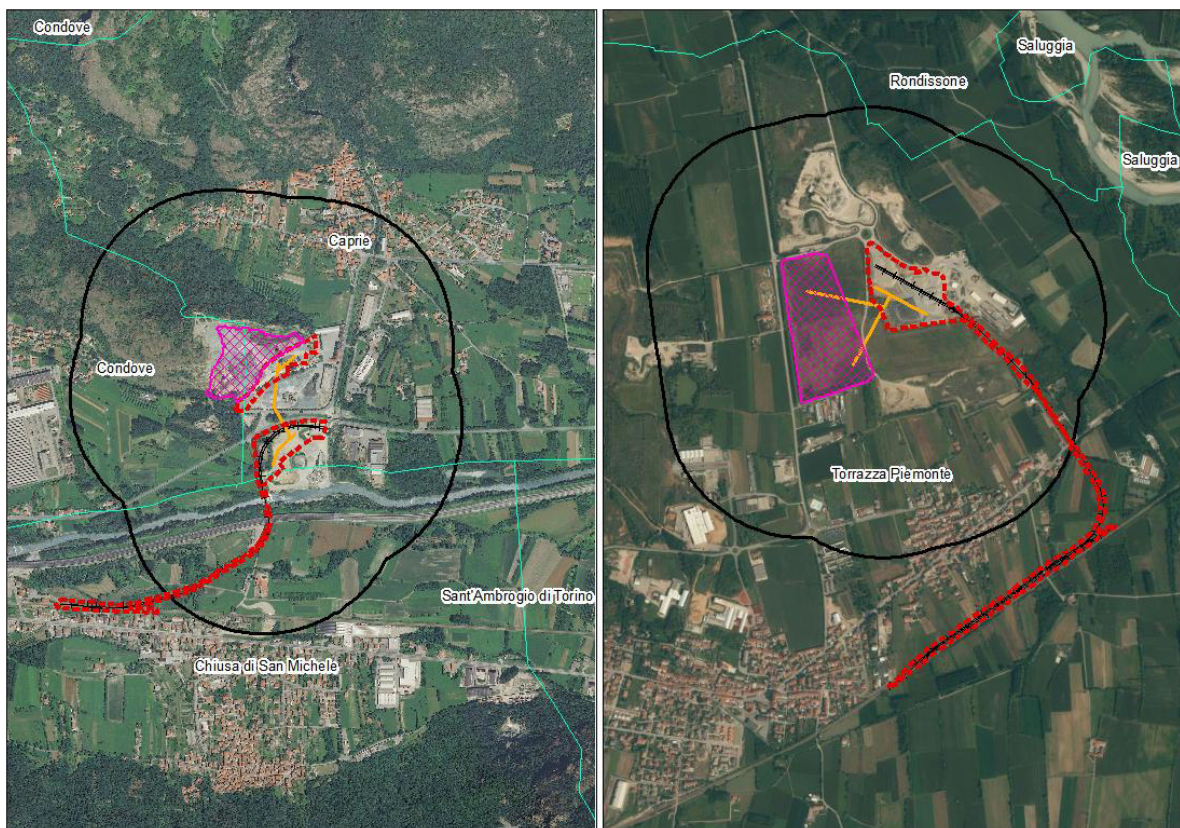
- ponti sulla Dora;
- rilevati ferroviari;

- opere di imbocco del Tunnel di Interconnessione.

## 2.4 Siti di deposito di Caprie e Torrazza Piemonte

I siti di deposito di Caprie e Torrazza Piemonte (in fucsia nella successiva figura) saranno utilizzati per la messa a deposito dello smarino. Sono inoltre previste aree di cantiere di supporto per la movimentazione del materiale e l'utilizzo di nastri trasportatori.

Nelle figure successive si riportano degli estratti cartografici su ortofoto dei due siti: il primo, Caprie, è ubicato cava sita in località “Truc Le Mura” in prossimità del confine con il limitrofo Comune di Condove (TO), a sud del centro abitato di Caprie, a nord di Chiusa San Michele e a ovest del torrente Sessi; il secondo, Torrazza Piemonte, si trova a sud del comune di Rondissone, a ovest della Gora del Mulino a nord del nucleo abitato di Torrazza Piemonte ed a est della S.P. n.90.



*Figura 9 – Siti di Caprie e Torrazza Piemonte*

### 3. Scopi e caratteristiche generali del monitoraggio ambientale

Il modello concettuale di riferimento per gli studi e le analisi ambientali del progetto della NLTL è quello conosciuto come **“Pressione-Stato-Risposta (PSR)”**, ideato negli anni '70 dallo statistico canadese Anthony Friend. Questo modello prevede una lettura integrata dei fenomeni studiando le interdipendenze della catena causale fra le pressioni antropiche (industria, trasporti, urbanizzazione), lo stato delle risorse ambientali (aria, acqua, suolo ecc.) e le risposte che la società è in grado di mettere in atto per mantenere equilibrio fra le proprie pressioni e la tutela delle risorse ambientali. In questa logica, il progetto della NLTL diventa un tassello di questo sistema di analisi e, accanto alle nuove pressioni inevitabilmente indotte con la sua costruzione ed esercizio, si pone il fine di indurre nel tempo risposte positive in termini di equilibrio fra i tre fondamentali della sostenibilità (ambiente, economia e sociale).

Con riferimento al modello conoscitivo **“Pressione-Stato-Risposta (PSR)”**, è stato elaborato il piano di monitoraggio ambientale definendo, attraverso indicatori specifici, lo stato di alcune matrici ambientali (aria, acque superficiali, acque sotterranee ecc.), le pressioni antropiche che agiscono sui sistemi ambientali (emissioni atmosferiche, produzione di rumore ecc.) e le risposte evidenziate dalla rete di monitoraggio.

In tale logica è da vedersi il monitoraggio ambientale, attraverso la scelta di indicatori ambientali, che possono riassumersi in:

- indicatori di stato: fanno riferimento alla qualità dell'ambiente in tutte le sue componenti e evidenziano situazioni di fatto in un preciso momento temporale;
- indicatori di pressione: misurano la pressione esercitata dalle attività umane sull'ambiente e sono espressi in termini di emissioni o di consumo di risorse (flussi di materia);
- indicatori di risposta: sono necessari per prevenire o mitigare gli impatti negativi dell'attività umana e riassumono la capacità e l'efficienza delle azioni intraprese per il risanamento ambientale, per la conservazione delle risorse e per il conseguimento degli obiettivi assunti.

Gli scopi e requisiti del monitoraggio ambientale, così come riportato anche nelle *Linee guida per il progetto di monitoraggio ambientale delle opere di cui alla Legge Obiettivo (L. 443/2001)* risultano essere:

- misurare lo stato Ante operam (AO), di Corso d'opera(CO) e Post Operam(PO) al fine di documentare l'evolversi della situazione ambientale
- controllare le previsioni di impatto del progetto esecutivo per le fasi di costruzione ed esercizio
- garantire, durante la costruzione, il controllo della situazione ambientale, in modo da rilevare tempestivamente eventuali situazioni non previste e predisporre le necessarie azioni correttive
- verificare, durante la fase di preesercizio, l'efficacia dei sistemi di mitigazione adottati al fine di intervenire per risolvere eventuali impatti residui
- fornire agli Enti di controllo gli elementi di verifica della corretta esecuzione delle procedure di monitoraggio

Requisiti del piano di monitoraggio ambientale sono:

- programmazione delle attività di monitoraggio e definizione degli strumenti;
- coerenza con la normativa vigente nelle modalità di rilevamento e nell'uso della strumentazione;
- tempestività nella segnalazione di eventuali anomalie e criticità;

- utilizzo di metodologie validate e di comprovato valore tecnico e scientifico;
- restituzione delle informazioni in maniera strutturata, di facile utilizzo e con possibilità di correlazione con eventuali elaborazioni modellistiche concordate;
- utilizzo di parametri ed indicatori che siano facilmente misurabili ed affidabili, nonché rappresentativi delle varie situazioni ambientali.

Come da procedura già attuata per il Piano di Monitoraggio Ambientale della Maddalena (che costituirà una sorta di “protocollo operativo” anche per le opere principali della NLTL), la metodologia prevede la definizione delle soglie a seguito dei rilievi ambientali di ante operam previsti in parallelo alla progettazione esecutiva. Oltre al rispetto dei limiti di legge applicabili, come già previsto nel PMA del progetto definitivo, gli esiti della fase AO costituirà pertanto il riferimento base delle soglie per le fasi di monitoraggio di corso e post-operam. Tali soglie saranno, in linea di principio, le stesse attuate per il progetto del cunicolo della Maddalena, tenuto conto della diversità territoriale che caratterizza l'intera opera e saranno in ogni caso concertate con gli enti competenti.

Per ogni parametro o gruppo di parametri sarà utilizzata la medesima procedura di gestione delle anomalie valutate rispetto le soglie di riferimento (che, come precedentemente riportato, saranno definite a valle delle campagne di ante operam) già individuata per il Monitoraggio Ambientale della Maddalena. In tale modo sarà garantita continuità e confrontabilità dei dati ottenuti fra i lavori del cunicolo e quelli dell'opera principale nel rispetto dell'organizzazione di dettaglio del cantiere che verrà a definirsi in relazione alle modalità di appalto e all'organizzazione dei lavori non appena assegnati.

Al fine di assicurare la compatibilità dell'opera e dei lavori di realizzazione rispetto a quanto atteso dal SIA le eventuali anomalie saranno gestite come da Piano di gestione Ambientale, le cui linee guida sono state redatte in fase di progettazione definitiva (in coerenza con quanto previsto dalla normativa per tale fase di progetto) e che in fase di progettazione esecutiva saranno approfondite sul modello di quanto già in corso per il Cunicolo della Maddalena. In tale approfondimento si terrà necessariamente conto dell'importante diversità e dimensione dell'organizzazione dei cantieri.

Nel PMA è presente per ciascuna componente ambientale oggetto di monitoraggio una tabella di sintesi con espressi in sintesi i potenziali impatti, (in grado di generare possibili anomalie), le mitigazioni e i controlli proposti, così come scaturiti dall'analisi di SIA.

A seguito dell'esecuzione della campagne di ante operam, noti i risultati che costituiscono lo stato ambientale di partenza negli specifici punti, aree e sezioni oggetto di controllo, si procederà, come già indicato nei riscontri a punti precedenti, all'individuazione delle soglie e ad un efficace correlazione con il SGA che sarà anch'esso portato a livello di esecutivo in relazione all'organizzazione di cantiere.. Le linee guida del sistema di gestione ambientale redatte secondo il dettaglio previsto dalla normativa per la fase di progettazione definitiva contemplano l'insieme delle attività di controllo e di reazione ad eventuali anomalie. Il superamento delle soglie ambientali sarà pertanto trattato a livello di flussi informativi, tempistiche e modalità di intervento (differenziate fra eventuali trend in evoluzione negativa ed emergenze) seguendo l'esperienza del cantiere della Maddalena estendendola alla realtà territoriale più ampia e complessa che caratterizzerà la fase di costruzione dell'opera principale.

### 3.1 Metodi, criteri ed indicatori

I metodi, i criteri e gli indicatori sono compiutamente descritti negli specifici capitoli relativi a ciascuna componente ambientale. Le componenti ambientali che saranno monitorate sono:

- Atmosfera
- Ambiente idrico (superficiale e sotterraneo)
- Suolo e sottosuolo
- Vegetazione e Flora
- Fauna ed Ecosistemi
- Rumore
- Vibrazioni
- Radiazioni non ionizzanti
- Paesaggio
- Ambiente sociale

### 3.2 Codifica dei punti di monitoraggio

La codifica di monitoraggio caratterizza ogni punto di monitoraggio utilizzando una stringa di 10 caratteri (8 caratteri separati da 2 trattini) e identifica:

- ambito/sottoambito di monitoraggio (tre lettere);
- comune o corso d'acqua per l'ambiente idrico superficiale (tre lettere);
- numero progressivo per ogni comune o identificativo del box di rilievo per la fauna terrestre (due o tre cifre).

Le prime tre lettere identificano l'ambito e l'eventuale sottoambito di monitoraggio secondo la **Tabella 1**.

Piano di monitoraggio ambientale

	AMBITO	SOTTOAMBITO	SIGLA
1	Ambiente Idrico SoTterraneo	Piezometri/Sorgenti	AS T
2	ATmosfera	Ricettori	AT R
3	ATmosfera	Cantieri	AT C
4	RUmore	Viabilità	RU V
5	RUmore	Cantieri	RU C
6	RUmore	Fronte di avanzamento	RU F
7	RUmore	Linea (esercizio)	RU L
8	VIBrazioni		VI B
9	Extremely Low Frequency		EL F
10	SUolo	Cantieri	SU O
11	SUolo	Suolo_Vegetazione	SU V
12	VEGetazione	Fitopatologia	VE G
13	VEgetazione	Infestanti	VE I
14	Ambiente Idrico Superficiale/Fiumi	Monte	FI M
15	Ambiente Idrico Superficiale/Fiumi	Centro	FI C
16	Ambiente Idrico Superficiale/Fiumi	Valle	FI V
17	FAuna Avifauna		FA A
18	FAuna Chiroteri		FA C
19	FAuna acquatica	AcquatIca	FA I
20	FAuna mammiferi aRboricoli		FA R
21	FAuna FotoTrappolaggio		FA T
22	FAUna terrestre (anfibi, rettili, mesoteriofauna)	Terrestre	FA U
23	FAuna Sottopasso		FA S
24	Biomonitoraggio (Ecosistemi)	ATmosferico	BA T
25	Biomonitoraggio (Ecosistemi)	AcQuatico	BA Q

**Tabella 1** – Codifiche degli ambiti di monitoraggio

Definiti gli ambiti/sottoambiti di cui alla **Tabella 1**, le successive due lettere indicano il comune di appartenenza del punto, come riportato in **Tabella 2**.

N.	COMUNE	PROV.	SIGLA
1	Bussoleno	TO	BUS
2	Caprie	TO	CAP
3	Chiomonte	TO	CHM
4	Chiusa S. Michele	TO	CHI
5	Giaglione	TO	GIA
6	Mattie	TO	MAT
7	Mompantero	TO	MOM
8	Sant'Ambrogio	TO	SAM
9	Susa	TO	SUS
10	Torrazza	TO	TOR
11	Venaus	TO	VEN

*Tabella 2 – Codifiche dei Comuni monitorati*

Segue infine un numero progressivo di due cifre identificativo dei punti ubicati nel medesimo comune ed appartenenti ad uno stesso ambito.

Esempio:

**RUC-MOM-01**

indica un punto di **RU**more **C**antieri, situato in comune di **MOM**pantero

Per quanto riguarda i punti di monitoraggio della componente **Idrico Superficiale e Biomonitoraggio acquatico (Ecosistemi)**, poiché non risulta particolarmente significativa una distinzione per comune di appartenenza, si è ritenuto maggiormente utile considerare in luogo della sigla comunale, una sigla indicativa del corso d'acqua stesso in corrispondenza del quale saranno eseguiti i rilievi, secondo la **Tabella 3**.

I punti di monitoraggio relativi alla componente ambiente idrico superficiale sono denominati tramite una codifica del tipo FIM-DR-01, ove:

- le prime due lettere (FI) identificano la componente ambientale in esame;
- la terza lettera qualifica se il punto è localizzato a monte (M), centro (C) o valle (V) idrologico rispetto al tracciato dell'opera e alle aree di cantiere/deposito;
- la quarta e quinta lettera identificano il corpo idrico sottoposto a monitoraggio, secondo quanto indicato in **Tabella 3**;
- le due cifre finali rappresentano il progressivo per un dato corso d'acqua.

I punti di monitoraggio relativi alla componente **Biomonitoraggio acquatico (Ecosistemi)** sono denominati tramite una codifica del tipo BAQ-DR-01, ove:

- le prime tre lettere (BAQ) identificano la componente ambientale in esame;
- la quarta e quinta lettera identificano il corpo idrico sottoposto a monitoraggio, secondo quanto indicato in **Tabella 3**;
- le due cifre finali rappresentano il progressivo per un dato corso d'acqua.

Piano di monitoraggio ambientale

N.	CORPO IDRICO	SIGLA
1	Torrente Cenischia	CE
2	Torrente Clarea	CL
3	Canale Coldimosso	CM
4	Rio Corrente	CO
5	Fiume Dora Riparia	DR
6	Rio Gerardo	GE
7	Rio Giandula	GI
8	Gora dei Molini	ML

*Tabella 3 – Elenco dei corpi idrici interessati dal monitoraggio ambientale*

Esempio: **FIM-DR-01**  
Indica un punto di **FI**umi, a **M**onte della cantierizzazione sul fiume **Dora Riparia**.

Esempio: **BAQ-DR-01**  
Indica un punto di **B**iomonitoraggio **A**cQuatico sul fiume **Dora Riparia**.



## 4. Ambiente idrico superficiale

### 4.1 Premessa ed obiettivi

Le problematiche legate all'impatto sull'ambiente idrico superficiale sono oggetto di analisi nel piano di monitoraggio ambientale relativo alla realizzazione del progetto Nuova Linea Torino-Lione.

Per definire la caratterizzazione dello stato qualitativo iniziale e per poter effettuare, in fase di CO, un esaustivo controllo delle alterazioni quantitative e qualitative delle acque superficiali, il monitoraggio è generalmente previsto nelle sezioni a monte e a valle degli attraversamenti di tutti i corpi idrici individuati nel presente piano di monitoraggio ambientale oltre che in alcune sezioni intermedie. Saranno quindi effettuati controlli finalizzati a rilevare le possibili interferenze sui corsi d'acqua.

Il monitoraggio dell'ambiente idrico superficiale ha come scopo fondamentale quello di valutare, nell'ambito temporale individuato dalle attività di cantierizzazione e costruzione, l'evoluzione delle risorse idriche superficiali potenzialmente interferite, sia a livello qualitativo che quantitativo, rispetto ad una situazione AO. Il monitoraggio nella fase PO e di pre-esercizio ha come fine ultimo la verifica del ritorno dello stato qualitativo del corpo idrico a quello di AO.

Il monitoraggio dell'ambiente idrico superficiale si baserà sull'analisi degli elementi di qualità morfologica, degli elementi di qualità fisico-chimica "in situ", rilevati direttamente in campo mediante l'utilizzo di apposite sonde multiparametriche, sul prelievo di campioni per le analisi in laboratorio di parametri chimici-batteriologici e sull'impiego, per alcune sezioni, di elementi di qualità biologica, quali il macrobenthos o in alternativa l'Indice Biotico Esteso (IBE).

I sopra citati rilievi saranno inoltre integrati da test di biotossicità (*Vibrio fischeri* e *Daphnia magna*) e da rilievi dell'Indice di Funzionalità Fluviale.

L'obiettivo del monitoraggio è evidenziare tempestivamente eventuali alterazioni quantitative e qualitative dei corpi idrici, nonché limitare gli effetti della cantierizzazione sui corpi ricettori, tenendone sotto controllo la naturale attitudine all'autodepurazione, affinché non vengano superate soglie oltre le quali la possibilità di riacquisire le caratteristiche iniziali (rilevabili a monte della cantierizzazione) diventa irrealizzabile in tempi ragionevolmente contenuti.

A questo scopo i dati rilevati dovranno essere analizzati mediante il calcolo di indici sintetici, derivati da parametri chimico-fisici e bio-tossicologici. Nell'eventualità in cui i rilievi di monitoraggio ambientale evidenzino un'alterazione quali-quantitativa delle acque superficiali, dovranno prevedersi misure mitigative la cui efficacia sia direttamente proporzionale all'intensità dell'anomalia rilevata.

Si prevede una programmazione annuale dei rilievi flessibile ed in linea con lo stato di avanzamento dei lavori, in modo da seguire, con frequenze idonee di rilievo, l'evoluzione e la criticità delle attività di costruzione dell'opera, in funzione delle caratteristiche specifiche di ciascun corpo idrico.

In tale contesto il monitoraggio ambientale deve essere inteso come attività in continua evoluzione ed aggiornamento, anche a seguito del recepimento della nuova normativa ambientale.

## 4.2 Quadro normativo

### 4.2.1 Normativa a livello europeo

- Direttiva 2000/60/CE del Parlamento Europeo e del Consiglio, del 23 ottobre 2000, che istituisce un quadro per l'azione comunitaria in materia di acque.
- Decisione N. 2455/2001/CE del Parlamento Europeo e del Consiglio, del 20 novembre 2001, relativa all'istituzione di un elenco di sostanze prioritarie in materia di acque e che modifica la direttiva 2000/60/CE.
- Direttiva 2006/118/CE del Parlamento Europeo e del Consiglio, relativa alla protezione delle acque sotterranee dall'inquinamento e dal deterioramento.
- Decisione della Commissione del 30 Ottobre 2008 che istituisce, a norma della direttiva 2000/60/CE del Parlamento europeo e del Consiglio, i valori delle classificazioni dei sistemi di monitoraggio degli Stati membri risultanti dall'esercizio di intercalibrazione.
- Direttiva 2008/105/CE del Parlamento Europeo e del Consiglio, del 16 dicembre 2008, relativa a standard di qualità ambientale nel settore della politica delle acque, recante modifica e successiva abrogazione delle direttive del Consiglio 82/176/CEE, 83/513/CEE, 84/156/CEE, 84/491/CEE e 86/280/CEE, nonché modifica della direttiva 2000/60/CE del Parlamento europeo e del Consiglio.
- Direttiva 2009/90/CE della Commissione, del 31 luglio 2009, 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

### 4.2.2 Normativa a livello nazionale

- Decreto Legislativo 3 aprile 2006, n. 152: Norme in materia ambientale. (G.U. n. 88 del 14/04/2006 - S.O. n. 96).
- Decreto 5 settembre 2006: Ministero della Salute. Modifica del valore fissato nell'allegato I, parte B, al decreto legislativo 2 febbraio 2001, n. 31, per il parametro Clorito. (GU n. 230 del 3-10-2006).
- Decreto Legislativo 8 novembre 2006, n. 284: Disposizioni correttive e integrative del decreto legislativo 3 aprile 2006, n. 152, recante norme in materia ambientale. (GU n. 274 del 24-11-2006).
- Decreto 30 dicembre 2006: Ministero della Salute. Disciplina concernente le deroghe alle caratteristiche di qualità delle acque destinate al consumo umano, che possono essere disposte dalla regione Piemonte. (G.U. n. 56 del 8-3-2007).
- Decreto 31 dicembre 2007: Ministero della Salute. Disciplina concernente le deroghe alle caratteristiche di qualità delle acque destinate al consumo umano che possono essere disposte dalla regione Piemonte. (GU n. 42 del 19-2-2008).
- Decreto Legislativo 16 gennaio 2008, n.4: Ulteriori disposizioni correttive ed integrative del decreto legislativo 3 aprile 2006, n. 152, recante norme in materia ambientale. (GU n. 24 del 29-1-2008- Suppl. Ordinario n.24).
- Decreto 16 giugno 2008, n. 131: Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare. 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. (GU n. 187 del 11-8-2008 - Suppl. Ordinario n.189).
- Decreto 29 dicembre 2008: Ministero del Lavoro, della Salute e delle Politiche sociali. Disciplina concernente le deroghe alle caratteristiche di qualità delle acque destinate al

consumo umano che possono essere disposte dalla regione Piemonte. (GU n. 67 del 21-3-2009).

- Legge 27 febbraio 2009, n. 13 recante “Misure straordinarie in materia di risorse idriche e di protezione dell’ambiente” e testo coordinato del Decreto Legge 30 dicembre 2008 n. 208.
- Decreto Legislativo 16 marzo 2009, n. 30: Attuazione della direttiva 2006/118/CE, relativa alla protezione delle acque sotterranee dall’inquinamento e dal deterioramento. (GU n. 79 del 4-4-2009).
- Decreto 14 aprile 2009, n. 56: Ministero dell'Ambiente e della Tutela del territorio e del Mare. 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». (GU n. 124 del 30-5-2009 - Suppl. Ordinario n.83).
- Decreto 17 luglio 2009 Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare. “Individuazione delle informazioni territoriali e modalità per la raccolta, lo scambio e l’utilizzazione dei dati necessari alla predisposizione dei rapporti conoscitivi sullo stato di attuazione degli obblighi comunitari e nazionali in materia di acque”.

#### 4.3 Criteri generali del monitoraggio

Il reperimento dei dati di monitoraggio avverrà, in via principale, mediante l’esecuzione di apposite campagne. Ove possibile, saranno presi in considerazione ed analizzati anche i dati pregressi o rilevati in parallelo dagli Enti competenti.

I dati preesistenti e quelli del monitoraggio AO saranno utilizzati per la caratterizzazione iniziale della componente ambientale in esame e potranno essere presi a riferimento per il confronto con i valori rilevati nelle campagne del CO.

#### 4.4 Criteri di scelta dei punti di monitoraggio

La realizzazione della Nuova Linea Torino-Lione potrà potenzialmente comportare, sul sistema delle acque superficiali, interferenze di natura quantitativa e morfologica, oltre che fenomeni di peggioramento della qualità delle acque, intesi come variazione in negativo delle caratteristiche qualitative delle acque rispetto a quanto rilevato nelle sezioni di monte idrologico, non interferite dalla cantierizzazione.

I potenziali impatti sono da ricondursi principalmente alle seguenti pressioni:

- costruzione delle opere in alveo o di aree destinate alla cantierizzazione che, provocando la movimentazione di terra possono indurre un intorbidimento delle acque con conseguente alterazione o sottrazione degli habitat naturali;
- deviazione temporanea o permanente dei corsi d’acqua o captazione della risorsa idrica (anche a causa di drenaggi durante le operazioni di scavo) negli attraversamenti o per la costruzione di aree di cantiere, che possono determinare variazioni delle caratteristiche idrologiche;
- scarico di acque reflue di lavorazione, scarico di acque meteoriche, scarico di acque di drenaggio e deflusso delle acque piovane provenienti dalle aree di cantierizzazione, o sversamenti accidentali di sostanze inquinanti lungo le aree interessate dalle attività di costruzione, causa di alterazioni di tipo chimico-fisico e batteriologico.

In tabella sono indicate, per le principali azioni di progetto, le potenziali interferenze sull’ambiente idrico superficiale e, in linea generale, le azioni di controllo degli impatti.

Piano di monitoraggio ambientale

AZIONI DI PROGETTO	POTENZIALI IMPATTI DERIVATI	PARAMETRI INDICATORI	MITIGAZIONI E CONTROLLI
Realizzazione di opere in alveo.	Modifica temporanea del regime del trasporto solido e conseguente aumento della torbidità locale.	Parametri idrologici e chimico-fisici in situ, Parametri generali di base e metalli, VOC, IPA, Analisi tossicologiche Indice Biotico Esteso Macrobenthos Indice Funzionalità Fluviale	Sistemi per limitare la produzione e diffusione nell'acqua del materiale solido al fine di assicurare il rispetto degli standard qualitativi anche nei corpi ricettori.
Occupazione di aree o attraversamenti, scavi e drenaggi.	Modificazione del reticolo idrografico superficiale.	Indice Biotico Esteso Macrobenthos Indice Funzionalità Fluviale	Sistemi per mantenere le caratteristiche idrologiche e morfologiche dell'alveo deviato.
Scarico di reflui nel reticolo idrografico superficiale: acque meteoriche; acque di drenaggio; acque di lavorazione; reflui civili.	Rischio di inquinamento (soprattutto a causa di eventuali malfunzionamenti dei previsti sistemi di trattamento o pretrattamento).	Parametri idrologici e chimico-fisici in situ Analisi di laboratorio - Parametri generali di base e metalli, Batteriologici, VOC, IPA Analisi tossicologiche Indice Biotico Esteso Macrobenthos	Sistemi di separazione e trattamento al fine di assicurare il rispetto degli standard qualitativi anche nei corpi ricettori Per i reflui civili, qualora non sia possibile l'allacciamento alla fognatura, è previsto un passaggio in vasca Imhoff opportunamente dimensionata prima dello scarico delle acque in un corpo idrico superficiale. Riguardo agli scarichi di acque generati dalle operazioni di cantiere che possono presentare un alto contenuto di solidi sospesi ed oli o idrocarburi, dovranno prevedersi apposite vasche di calma in cui il refluo possa essere disoleato e decantato prima che l'acqua reflua venga recapitata in fognatura o ad un corpo idrico superficiale. Riguardo alle acque di drenaggio con temperatura elevata è da prevedersi l'adozione di opportuni sistemi di raffreddamento prima dell'eventuale scarico in corpo idrico superficiale.
Utilizzo di risorse idriche Attività di servizio (mense, servizi igienici), Attività costruttive vere e proprie.	Riduzione, consumo di risorse idriche anche per eventuali estrazioni dalla falda.	Parametri idrologici e chimico-fisici in situ, Indice Biotico Esteso Macrobenthos	Controlli diretti sulla falda sono previsti relativamente all'ambiente idrico sotterraneo. Dovrà prevedersi, ove possibile, il riciclo e riutilizzo delle acque di lavorazione previo trattamento.
Deflusso delle acque meteoriche provenienti dalle aree di lavoro pavimentate e non	Intorbidimento e inquinamento dei corpi ricettori	Parametri idrologici e chimico-fisici in situ, Parametri generali di base e metalli, VOC, IPA, Analisi tossicologiche Indice Biotico Esteso	Previsione di sistemi di captazione, collettamento e recapito delle acque di pioggia per le superfici di cantiere, di lavoro e di deposito dei materiali. Prevedere una rete di canalette e condotte che adducono ad un sistema di pretrattamento, per la separazione delle sostanze galleggianti che vengono segregate e smaltite ai sensi

AZIONI DI PROGETTO	POTENZIALI IMPATTI DERIVATI	PARAMETRI INDICATORI	MITIGAZIONI E CONTROLLI
		Macrobenthos	della normativa vigente.
Sversamenti accidentali di liquidi inquinanti lungo il fronte avanzamento lavori o in prossimità di aree di cantiere.	Inquinamento puntuale con sottrazione di habitat dovuto a deposizione di materiale solido o liquido.	Parametri idrologici e chimico-fisici in situ, Parametri generali di base e metalli, VOC, IPA, Analisi tossicologiche Indice Biotico Esteso MacroBenthos	Al fine di ridurre tali rischi, le aree di cantiere in cui si effettueranno operazioni di scarico di sostanze inquinanti o dannose per l'ambiente idrico dovranno essere previsti basamenti in calcestruzzo dotati di opportune pendenze, canalette di raccolta e pozzetti di recapito.

**Tabella 4** – Sintesi delle azioni di progetto, potenziali impatti e mitigazioni/controlli

In considerazione della presenza o meno delle citate azioni d'impatto e della sensibilità/importanza ambientale del corso d'acqua, sono stati tarati le frequenze di rilievo ed i parametri indicatori.

In **Tabella 5** è riportato l'elenco dei corsi d'acqua interessati in modo diretto o indiretto dalla Nuova Linea Torino-Lione, che dovranno essere sottoposti a monitoraggio ambientale.

È inoltre evidenziata l'eventuale corrispondenza con i punti di monitoraggio inseriti all'interno delle indagini ambientali effettuate nell'ambito della revisione del Progetto Preliminare ("Censimento dei punti d'acqua e Piano di Monitoraggio della rete totale e della rete della Maddalena" MRI\_0001\_01-01-01\_10-01 e MRI\_0019\_01-02-01\_10-01).

La localizzazione esatta dei punti di monitoraggio dovrà avvenire a seguito di sopralluoghi di dettaglio, volti a confermare l'idoneità tecnico-logistica delle sezioni dei corpi idrici.

Per quanto riguarda le aree di cantiere, non essendo stata determinata la precisa posizione dello scarico delle acque civili e/o industriali nei rispettivi corpi idrici ricettori, le stazioni indicate in cartografia andranno necessariamente verificate non appena saranno definiti i punti precisi di scarico.

Codice_LTF	Nome	Interferenza	Eventuale corrispondenza con punti Indagini ambientali revisione PP
FIM-CM-01	Canale Coldimosso	Imbocco Ovest Tunnel d'Interconnessione	-
FIV-CM-01	Canale Coldimosso		ASP_021
FIM-DR-01	Fiume Dora Riparia	Imbocco Maddalena	ASP_031
FIV-DR-01	Fiume Dora Riparia		ASP_032
FIM-DR-02	Fiume Dora Riparia	Imbocco Est del Tunnel di Base Area industriale di Susa Autoporto Imbocco Ovest Tunnel d'Interconnessione Ponte sulla Dora (Susa)	-
FIC-DR-02	Fiume Dora Riparia		ASP_04
FIV-DR-02	Fiume Dora Riparia		-
FIM-DR-03	Fiume Dora Riparia	Ponti sulla Dora lato Bussoleno	
FIV-DR-03	Fiume Dora Riparia		
FIM-DR-04	Fiume Dora Riparia	Area di deposito di Caprie	

Codice_LTF	Nome	Interferenza	Eventuale corrispondenza con punti Indagini ambientali revisione PP
FIV-DR-04	Fiume Dora Riparia		
FIM-CO-01	Rio Corrente	Imbocco Ovest Tunnel d'Interconnessione	-
FIV-CO-01	Rio Corrente		ASP_11
FIM-GE-01	Rio Gerardo	Tracciato Tunnel d'Interconnessione	-
FIV-GE-01	Rio Gerardo		-
FIM-GI-01	Rio Giandola	Tracciato Tunnel di Base	-
FIV-GI-01	Rio Giandola		-
FIM-CE-01	Torrente Cenischia	Tracciato Tunnel di Base	ASP_030
FIV-CE-01	Torrente Cenischia		-
FIM-CL-01	Torrente Clarea	Imbocco di Clarea	-
FIC-CL-01	Torrente Clarea		-
FIV-CL-01	Torrente Clarea	Imbocco di Maddalena	ASP_01
FIM-ML-01	Gora dei Molini	Area di deposito Torrazza Piemonte	-
FIV-ML-01	Gora dei Molini		-

*Tabella 5 – Elenco dei corpi idrici interessati dal monitoraggio ambientale e relativa interferenza*

#### 4.5 Parametri indicatori rilevati e metodiche di monitoraggio

Di seguito, per ogni parametro previsto sono descritti sinteticamente i metodi di indagine che dovranno essere adottati nell'ambito del monitoraggio ambientale della acque superficiali.

Le misure in campo saranno condotte da personale tecnico qualificato ed opportunamente istruito.

##### 4.5.1 Parametri idrologici e chimico-fisici in situ

Il rilievo dei parametri idrologici e chimico-fisici in situ si basa sulla misurazione dei parametri elencati in **Tabella 6**.

Il metodo più diffuso per la misura della portata di un corpo idrico è sicuramente il metodo correnti metrico, che prevede il rilievo delle velocità puntuali lungo la sezione con l'ausilio di appositi strumenti e la successiva integrazione dei dati rilevati. La velocità della corrente può essere rilevata, a seconda delle strumentazioni disponibili, sia da ponte con appositi mulinelli idrometrici da sospensione o più semplicemente attraversando il corso d'acqua, nelle sezioni che lo consentono, con un mulinello idrometrico da guado.

Le misure a guado sono di semplice esecuzione, richiedono un numero ridotto di operatori ed una strumentazione limitata. Tali misure inoltre, possono essere più accurate di altri metodi nel caso specifico, data l'ampia possibilità di scelta della sezione, e la possibilità di cogliere direttamente le variazioni della geometria della sezione e le variazioni di direzione ed intensità della velocità del flusso. La determinazione della portata richiede la misura dell'area della sezione prescelta e della velocità del flusso all'interno della sezione.

La sezione viene ricostruita misurando la larghezza a partire da un punto fisso posto su una delle due sponde del corso d'acqua. Si misura poi la profondità dell'acqua in corrispondenza

di un opportuno numero di verticali poste a distanza nota dal caposaldo, si ottengono così una serie di figure geometriche che approssimano la forma della sezione dalle quali è possibile calcolare l'area dell'intera sezione.

La velocità della corrente viene rilevata mediante il mulinello idrometrico, misurando il numero di giri che compie l'elica trascinata dalla corrente in un dato intervallo di tempo; apposite tabelle di conversione permettono di risalire dal numero di giri nell'unità di tempo al valore della velocità. Data la variabilità spaziale della velocità nella sezione si eseguono più misure, opportunamente distribuite, per poi ottenere un valore medio della velocità.

Il rilievo dei parametri chimico-fisici in situ avverrà in occasione del campionamento mediante l'utilizzo di una sonda multiparametrica o di singoli strumenti dotati degli specifici elettrodi.

Parametri in situ
Portata/Velocità della corrente
Temperatura dell'acqua
pH
Conducibilità elettrolitica
Potenziale redox
Ossigeno disciolto (ppm e % saturazione)

*Tabella 6 – Parametri in situ rilevabili mediante utilizzo di sonda multiparametrica*

#### **4.5.2 Campionamento e analisi di laboratorio**

La scelta dei parametri chimici è derivata dall'esigenza di effettuare il calcolo di indici di qualità utili per verificare eventuali variazioni ambientali imputabili alla costruzione dell'opera. I parametri sono stati scelti poiché comuni alle normative di riferimento citate in precedenza o significativi in relazione alla tipologia di lavorazioni e/o scarichi di cantiere previsti.

Al fine di effettuare la selezione del set di parametri analitici si è tenuto conto del processo di implementazione della Direttiva 2000/60/CE, recepita in Italia con il D.Lgs. 152/2006 e con il successivo D.Lgs. 56/2009. In particolare, si è fatto anche riferimento al processo di adeguamento della nuova rete di monitoraggio della Regione Piemonte (doc."Processo di implementazione della Direttiva 2000/60/CE -WFD in Piemonte" redatto da Arpa Piemonte nell'ottobre 2009).

I parametri inseriti nel set analitico possono essere raggruppati come segue:

- parametri generali di base e metalli: tale set comprende, oltre a quanto definito dal protocollo analitico della Regione Piemonte per il monitoraggio del biennio 2009/2010, sono stati introdotti inoltre i seguenti parametri: durezza totale, TOC, ammoniaca, nitriti, nitrati, idrocarburi totali, tensioattivi anionici, tensioattivi non ionici;
- parametri batteriologici;
- VOC, IPA.

Nonostante il D.Lgs. 152/1999 sia stato abrogato dal D.Lgs. 152/2006 e s.m.i. si è comunque ritenuto opportuno ricomprendere nel set analitico i parametri necessari al calcolo degli indici di stato previsti dal D.Lgs. 152/1999 (LIM, SACCA, SECA) per garantire una confrontabilità con i dati preesistenti.

La gran parte dei parametri sono stati selezionati poiché in grado di evidenziare la presenza di carichi antropici di tipo industriale (metalli e idrocarburi) o civile (batteriologici).

<b>Analisi di laboratorio Parametri generali di base e metalli</b>	<b>Analisi di laboratorio Parametri generali di base e metalli</b>
BOD <sub>5</sub>	Magnesio
COD	Sodio
TOC	Potassio
Durezza totale	Arsenico
Alcalinità	Cadmio
Fosforo totale	Cromo VI
Materiali in sospensione/Solidi Sospesi Totali	Cromo totale
Azoto nitroso	Ferro
Azoto ammoniacale	Manganese
Azoto nitrico	Mercurio
Azoto totale	Nichel
Ammoniaca	Piombo
Ortofosfati	Rame
Solfati	Zinco
Nitriti	Idrocarburi totali
Nitrati	Tensioattivi anionici
Cloruri	Tensioattivi non ionici
Calcio	

**Tabella 7** – Parametri da analizzare per i campioni prelevati presso i punti di acqua superficiale

<b>Analisi di laboratorio Parametri batteriologici</b>
<i>Escherichia coli</i>
Coliformi totali
Coliformi fecali
Streptococchi fecali
Salmonelle

**Tabella 8** – Parametri da analizzare per i campioni prelevati presso i punti di acqua superficiale



<b>Analisi di laboratorio VOC - Composti clorurati alifatici</b>
1,1,1 Tricloroetano
1,2 Dicloroetano
Triclorometano (Cloroformio)
Tetracloroetene
Tetraclorometano
Tricloroetene
Esaclorobutadiene
1,1 Dicloroetano
1,1 Dicloroetene
1,1,2 Tricloroetano
1,1,2,2 Tetracloroetano
1,2 Dicloroetene
1,2 Dicloropropano
1,3 Dicloropropene
Cloroetene
Diclorometano

**Tabella 9** – Parametri da analizzare per i campioni prelevati presso i punti di acqua superficiale

<b>Analisi di laboratorio VOC - Composti clorurati aromatici</b>
1,2 Diclorobenzene
1,2,3 Triclorobenzene
1,2,4 Triclorobenzene
1,3 Diclorobenzene
1,4 Diclorobenzene
2-Clorotoluene
4-Clorotoluene
Clorobenzene

**Tabella 10** – Parametri da analizzare per i campioni prelevati presso i punti di acqua superficiale

<b>Analisi di laboratorio VOC - Composti aromatici</b>
Benzene
Etilbenzene
Isopropilbenzene
Metilbenzene (Toluene)
Xileni (1,2Dimetilbenzene, 1,3 Dimetilbenzene, 1,4) Dimetilbenzene)

**Tabella 11** – Parametri da analizzare per i campioni prelevati presso i punti di acqua superficiale

<b>Analisi di laboratorio IPA</b>
Benzo(k)fluorantene
Indeno(1,2,3-cd)pirene
Benzo(a)pirene
Benzo(b)fluorantene
Benzo(g,h,i)perilene
Fluorantene
Antracene
Naftalene

**Tabella 12** – Parametri da analizzare per i campioni prelevati presso i punti di acqua superficiale

In aggiunta alle sopra citate attività analitiche verranno indagati:

- conteggio delle fibre di amianto: per le sezioni di monitoraggio sulla Dora Riparia a monte e valle dell'imbocco Est del Tunnel di Base;
- conteggio dell'attività alfa-beta totale (radioattività): per le sezioni di monitoraggio sulla Dora Riparia poste a monte e valle idrologico degli scarichi di acque di drenaggio.

Le operazioni di campionamento saranno opportunamente documentate mediante compilazione di verbali di campionamento. Il campionamento delle acque superficiali sarà svolto in conformità a quanto previsto dai “Metodi analitici per le acque” dell'APAT/ISPRA (APAT e IRSA-CNR, 2003. Metodi analitici per le acque - Manuali e linee guida 29/2003), avendo cura di immergere direttamente idonei contenitori (utilizzati per il trasporto e la conservazione dei campioni) nell'acqua fino al completo riempimento, evitando il ristagno di aria. I campioni saranno etichettati riportando la data di prelievo, il punto di campionamento e la denominazione del campione. I campioni di acqua saranno trasportati e consegnati presso il laboratorio di analisi in condizioni di temperatura idonee ( $4^{\circ}\text{C} + 2^{\circ}\text{C}$ ), entro 24 ore dal prelievo. L'invio dei campioni al laboratorio sarà corredato da una catena di custodia in cui sarà riportato l'elenco dei campioni inviati e le relative analisi di laboratorio previste per ciascun campione. La catena dovrà essere firmata dal responsabile del campionamento, controfirmata dal laboratorio e rinviata al responsabile del campionamento per la sua archiviazione.

Le analisi chimiche sui campioni di acque superficiali saranno eseguite in conformità ai metodi analitici “Metodi analitici per le acque” – Manuali e linee guida APAT CNR IRSA - 29/2003 e alle norme UNI/EN/ISO. I limiti di rilevabilità dei metodi di prova dovranno essere tali da garantire il confronto dei risultati ottenuti con i valori guida previsti dalla normativa vigente.

Ad integrazione delle analisi sopra citate saranno svolti approfondimenti mediante test di tossicità con *Daphnia magna* e *Vibrio fischeri* (**Tabella 13**).

<b>Analisi tossicologiche</b>
Saggio di tossicità acuta con <i>Daphnia magna</i>
Saggio di tossicità acuta con <i>Vibrio fischeri</i>

**Tabella 13** – Parametri delle analisi tossicologiche

### ***4.5.3 Indicatori biologici***

#### ***4.5.3.1 Indice Biotico Esteso***

La valutazione dell'Indice Biotico Esteso (IBE) si basa sull'analisi della struttura della comunità di macroinvertebrati che colonizza le differenti tipologie fluviali. La presenza o assenza di determinati taxa permette di classificare il corso d'acqua. Tramite la separazione e il riconoscimento, a livello di genere o famiglia, degli individui raccolti lungo tutto un transetto del corpo idrico, è possibile ottenere (in funzione del numero di taxa significativi rinvenuti e della sensibilità degli stessi) un valore numerico di IBE utilizzando una tabella a doppia entrata (**Tabella 14**). Il valore numerico viene successivamente tradotto in classi di qualità. Le classi di qualità ed i relativi giudizi di qualità possono variare tra I, corrispondente ad un ambiente non inquinato, e V, identificativa di un ambiente fortemente inquinato (**Tabella 15**).

Piano di monitoraggio ambientale

Gruppi faunistici che determinano con la loro presenza l'ingresso orizzontale in tabella (primo ingresso)		Numero totale di unità sistematiche costituenti la comunità (secondo ingresso)								
		0-1	2-5	6-10	11-15	16-20	21-25	26-30	31-35	36-...
Plecoteri presenti (Leuctra <sup>o</sup> )	Più di una U.S.	-	-	8	9	10	11	12	13*	14*
	Una sola U.S.	-	-	7	8	9	10	11	12	13*
Efemeroteri presenti (escludere Fam. Baetidae, Caenidae)	Più di una U.S.	-	-	7	8	9	10	11	12	-
	Una sola U.S.	-	-	6	7	8	9	10	11	-
Tricotteri presenti (ed inoltre Fam. Baetidae, Caenidae)	Più di una U.S.	-	5	6	7	8	9	10	11	-
	Una sola U.S.	-	4	5	6	7	8	9	10	-
Gammaridi e/o Atiidi Palemonidi presenti	Tutte le U.S. sopra assenti	-	4	5	6	7	8	9	10	-
Asellidi e/o Niphargidi presenti	Tutte le U.S. sopra assenti	-	3	4	5	6	7	8	9	-
Oligocheti e Chironomidi	Tutte le U.S. sopra assenti	1	2	3	4	5	-	-	-	-
Altri organismi	Tutte le U.S. sopra assenti	0	1	-	-	-	-	-	-	-

<sup>o</sup>: nelle comunità in cui *Leuctra* è presente come unico taxon di plecoteri e sono contemporaneamente assenti gli efemeroteri (tranne BAETIDAE e CAENIDAE), *Leuctra* deve essere considerata a livello dei tricoteri al fine dell'entrata orizzontale in tabella;

<sup>oo</sup>: nelle comunità in cui sono assenti i plecoteri (tranne eventualmente *Leuctra*) e fra gli efemeroteri sono presenti solo BAETIDAE e CAENIDAE l'ingresso orizzontale avviene a livello dei tricoteri;

-: giudizio dubbio per errore di campionamento, per presenza di organismi di drift, erroneamente considerati nel computo, per ambiente non colonizzato adeguatamente, per tipologie non valutabili con l'I.B.E. (se acque di scioglimento di nevai, acque ferme, zone deltizie, zone salmastre);

\*: questi valori di indice vengono raggiunti raramente nelle acque correnti italiane. Si tratta in genere di ambienti ad elevata diversità ma occorre evitare la somma di biotipologie (incremento artificioso della ricchezza in taxa).

**Tabella 14** – Tabella di calcolo del valore di I.B.E. (Ghetti 1997)

Lo scopo dell'indice è quello di formulare diagnosi di qualità di ambienti di acque correnti sulla base delle modificazioni nella composizione della comunità di macroinvertebrati, indotte da fattori di inquinamento delle acque e dei sedimenti o da significative alterazioni fisico-morfologiche dell'alveo bagnato. Il metodo si adatta bene agli ambienti lotici e lentici e mostra qualche limite se viene applicato in condizioni di scarsità di nutrienti (acque di nevaio) o di transizione (foce salmastra).

CLASSE DI QUALITÀ	VALORE DI I.B.E.	GIUDIZIO DI QUALITÀ	COLORE TEMATICO
I	10-11-12	Ambiente non inquinato	Azzurro
II	8 - 9	Ambiente leggermente inquinato	Verde
III	6 - 7	Ambiente inquinato	Giallo
IV	4 - 5	Ambiente molto inquinato	Arancio
V	1-2-3	Ambiente fortemente inquinato	Rosso

*Tabella 15 – Criterio di conversione del valore IBE in classi di qualità (Ghetti 1997)*

#### **4.5.3.2 Macrobenthos**

In alternativa alla valutazione dell'Indice Biotico Esteso, coerentemente con quanto previsto dalla Direttiva 2000/607CE si potrà procedere con il campionamento dei macroinvertebrati acquatici.

Il metodo di campionamento dei macroinvertebrati acquatici per la Direttiva Quadro sulle Acque (WFD) basandosi sull'esperienza di diversi paesi europei ed extra-europei sia in ambito di ricerca che applicativo soddisfa i requisiti della Direttiva sia in merito alla registrazione delle abbondanze degli individui raccolti sia in merito alla "ripetibilità" (i.e. standardizzazione) della procedura.

Il principio su cui si basa il metodo è quello di una raccolta proporzionale agli habitat registrati nel sito da campionare, che vanno quindi preliminarmente qualificati e quantificati.

Si campionano gli habitat maggioritari e rappresentativi (almeno il 10% del tratto selezionato) per la valutazione della qualità ecologica, in relazione alla loro presenza. Per ogni habitat è previsto un numero definito di unità di campionamento (repliche), partendo da un minimo di 1, per habitat presenti al 10% nel tratto indagato.

Una replica è un campione effettuato smuovendo il substrato localizzato a monte del posizionamento della rete in un'area definita. Il campionamento dovrà essere effettuato in un'area complessiva di 1 m<sup>2</sup>, derivato dalla raccolta di 10 repliche ciascuna di area pari a 0.1 m<sup>2</sup>.

In casi specifici potrà essere specificata un'area di campionamento diversa, superiore o inferiore, in funzione del tipo fluviale. L'area da campionare può essere per esempio superiore in relazione al tipo fluviale analizzato, ad esempio in fiumi a bassa densità di organismi. I sedimenti sono rimossi per una profondità adeguata alla cattura dei taxa presenti. La profondità dipenderà dal tipo di substrato, dalla sua forma e dalla sua compattezza.

La prima fase del campionamento è rappresentata dal riconoscimento e quantificazione dei microhabitat presenti nel sito sulla base di liste esistenti (riferite allo standard europeo in fase di approvazione a livello comunitario), al fine di distribuire spazialmente le repliche da effettuare.

Molto utile è pertanto il riconoscimento della sequenza riffle/pool (due aree contigue che presentano caratteristiche di turbolenza, profondità, granulometria del substrato e carattere deposizionale/erosionale comparativamente diverso).

Come riportato nel documento redatto da Arpa Piemonte nel ottobre 2009 "Processo di implementazione della Direttiva 2000/60/CE (WFD) in Piemonte", la sperimentazione dei protocolli di campionamento degli elementi biologici su un numero significativo di siti nei due anni di sperimentazione ha consentito di evidenziare le criticità dei metodi in termini di applicabilità. In particolare, per quanto riguarda il campionamento del macrobenthos nei fiumi guadabili è stato segnalato che esso richiede tempi più lunghi rispetto al

campionamento con il metodo IBE e che le criticità principali sono legate alle difficoltà di riconoscimento in alcuni casi delle sequenze riffle-pool e dei diversi habitat presenti; la parte di smistamento e valutazione quantitativa del campione presenta un certo grado di complessità e onerosità, in particolar modo se vengono mantenute separate le aliquote di campione raccolte nei diversi habitat. Tuttavia si confida che tali criticità possano risolversi con il consolidamento dell'esperienza che verrà maturata con l'applicazione del nuovo metodo.

Prendendo in considerazione le caratteristiche delle metodiche di campionamento dell'IBE e del Macrobenthos con approccio Multihabitat e le specificità dei corsi d'acqua in esame, si ritiene auspicabile mantenere in utilizzo la metodica IBE per i corsi d'acqua Rio Corrente e Rio Gerardo mentre si procederà all'applicazione del Macrobenthos con approccio Multihabitat per la Dora Riparia, il Torrente Cenischia ed il Torrente Clarea.

#### **4.5.4 Indice Funzionalità Fluviale**

Per determinare lo stato ambientale di un corso d'acqua, nel passato si è sempre focalizzata l'attenzione su singoli aspetti dell'ecosistema acquatico, mirando alla sua caratterizzazione sulla base di un ristretto ambito di variabili chimico-fisiche. Col tempo si è passati dall'interpretazione di parametri fisici e chimici al concetto di "sorveglianza ecologica" della qualità ambientale, da effettuarsi con l'utilizzo di indicatori ed indici microbiologici e biologici.

Con il recepimento della Direttiva 2000/60/CE sulle acque tramite il D.Lgs 152 e s.m.i., è stato introdotto un nuovo modo di affrontare la gestione integrata della risorsa idrica.

L'Indice di Funzionalità Fluviale (I.F.F.) è un metodo messo a punto dall'Agenzia Nazionale per la Protezione dell'Ambiente (ex-APAT, ora ISPRA), per valutare lo stato complessivo dell'ambiente fluviale e della sua funzionalità, intesa come capacità autodepurativa derivante dall'interazione di vari sistemi biotici ed abiotici presenti nell'ecosistema acquatico e in quello terrestre ad esso collegato.

L'IFF deriva dal RCE-I (Riparian Channel Environmental Inventory, Petersen 1990) metodo che permetteva di redigere un inventario dello stato degli alvei e delle fasce riparie dei fiumi svedesi. Nel 1993 è stato sviluppato l'RCE-II, (Siligardi e Maiolini, 1993) nell'intento di adattare il metodo originario alla realtà dei corsi d'acqua italiani, soprattutto alpini e prealpini; in tal modo si è riusciti a svilupparne le potenzialità come indice dello stato funzionale dell'ambiente fluviale.

Nel 2000 l'IFF modifica l'RCE-II e rende questo indice applicabile a tutti i corsi d'acqua italiani. Infine, il Manuale di applicazione dell'IFF è stato sostanzialmente rivisto e perfezionato portando all'edizione del "Manuale IFF 2007", che fornisce una risposta concreta e tempestiva ai dettami della Direttiva europea 2000/60/CE, che evidenziano l'importanza di stabilire, per quanto riguarda i corsi d'acqua, "gli elementi idromorfologici a sostegno degli elementi biologici".

L'IFF è un metodo che consiste nella lettura critica ed integrata delle caratteristiche ambientali dell'ecosistema fluviale oggetto di indagine. Il periodo adatto al rilevamento è quello compreso fra il regime idrologico di morbida e magra in fase di attività vegetativa (periodo variabile in relazione al regime idrologico del bacino indagato).

Occorre rispondere a 14 domande, per ognuna delle quali è possibile esprimere una sola delle quattro risposte predefinite; le domande sono relative ai diversi comparti ambientali che costituiscono il tratto di fiume che viene rilevato; quelle riguardanti le rive del fiume vengono

compilate distinguendo tra sponda destra e sponda sinistra, le quali possono presentare caratteristiche notevolmente diverse.

Alle risposte sono assegnati pesi numerici raggruppati in 4 classi (con peso minimo 1 e massimo 40).

L'IFF viene valutato compilando in campo una scheda mentre si risale il fiume da valle a monte, identificando di volta in volta un tratto omogeneo in base alle caratteristiche da rilevare, per il quale andrà compilata un'unica scheda. Questa si compone di un'intestazione con la richiesta di alcuni metadati riguardanti il bacino, il corso d'acqua, la località, la larghezza dell'alveo di morbida, la lunghezza del tratto omogeneo in esame, la quota media del tratto, la data del rilievo, il numero della scheda, il numero della foto e il codice del tratto omogeneo.

Funzionalmente le domande possono essere raggruppate come segue:

- domande 1-4: **condizioni vegetazionali delle rive e del territorio circostante al corso d'acqua**; sono relative al grado di urbanizzazione, alla vegetazione nella fascia perifluviale, all'ampiezza e continuità della fascia;
- domande 5 e 6: **ampiezza dell'alveo bagnato e struttura delle rive**; forniscono informazioni sulle caratteristiche idrauliche;
- domande 7-11: **struttura dell'alveo**; individuano le tipologie che favoriscono la diversità ambientale e l'autodepurazione del corso d'acqua, la presenza di strutture atte alla ritenzione di apporti trofici, l'intensità dell'erosione lungo le rive, la naturalità della sezione trasversale, la struttura del fondo dell'alveo, la presenza di raschi, pozze e meandri;
- domande 12-14: **caratteristiche biologiche**; sono inerenti alle componenti vegetali in alveo bagnato, al tipo di detrito, alla diversificazione nella comunità di macroinvertebrati.

Dopo la compilazione della scheda, si effettua la somma dei punteggi ottenuti, determinando il valore di I.F.F. per ciascuna sponda (il punteggio di IFF, ottenuto sommando i punteggi parziali relativi ad ogni domanda, può assumere un valore minimo di 14 e uno massimo di 300). Ai valori di I.F.F. ottenuti si associa il relativo Livello di Funzionalità e Giudizio di Funzionalità, fornendo quindi un giudizio sintetico che tiene conto di un ampio ventaglio di elementi ecosistemici, biotici e abiotici.

L'indice viene tradotto in 5 livelli di funzionalità (da I a V) che possono essere espressi attraverso un colore convenzionale per la rappresentazione cartografica; i livelli intermedi vengono rappresentati con un tratteggio a barre, a due colori alternati (**Figura 10**).

VALORE DI I.F.F.	LIVELLO DI FUNZIONALITÀ	GIUDIZIO DI FUNZIONALITÀ	COLORE
261 - 300	I	ottimo	Blu
251 - 260	I-II	ottimo-buono	
201-250	II	buono	verde
181 - 200	II-III	buono-mediocre	
121 - 180	III	mediocre	giallo
101 - 120	III-IV	mediocre-scadente	
61 - 100	IV	scadente	arancio
51 - 60	IV-V	scadente-pessimo	
14 - 50	V	pessimo	ROSSO

*Figura 10 – Livelli di funzionalità e relativo giudizio e colore di riferimento*

L'Indice di Funzionalità Fluviale sarà valutato sui seguenti tratti di corso d'acqua:

- IFF-CL-01 (circa 1 km): Torrente Clarea in prossimità dell'imbocco della galleria ventilazione di Clarea;
- IFF-CL-02 (circa 1 km): Torrente Clarea in prossimità dell'imbocco della Maddalena;
- IFF-DR-01 (circa 2,5 km): Fiume Dora Riparia in prossimità dell'imbocco della Maddalena;
- IFF-DR-02 (circa 6 km): Fiume Dora Riparia in corrispondenza della piana di Susa.

#### 4.6 Frequenza e tempistiche delle campagne di monitoraggio

Di seguito vengono dettagliate le frequenze e tempistiche delle attività di monitoraggio descritte in precedenza per le fasi di AO, CO e PO.

In **Tabella 16** sono dettagliati per ciascuna sezione di monitoraggio i parametri indagati nelle diverse fasi.



Piano di monitoraggio ambientale

Codice_LTF	Nome	Parametri analizzati			
		Portata e parametri in situ	Analisi chimiche di laboratorio	Analisi tossicologiche	Macrobenthos o IBE
FIM-CM-01	Canale Coldimosso	X	X	X	
FIV-CM-01	Canale Coldimosso	X	X	X	
FIM-DR-01	Fiume Dora Riparia	X	X	X	X
FIV-DR-01	Fiume Dora Riparia	X	X	X	X
FIM-DR-02	Fiume Dora Riparia	X	X	X	X
FIC-DR-02	Fiume Dora Riparia	X	X	X	X
FIV-DR-02	Fiume Dora Riparia	X	X	X	X
FIM-DR-03	Fiume Dora Riparia	X	X	X	X
FIV-DR-03	Fiume Dora Riparia	X	X	X	X
FIM-DR-04	Fiume Dora Riparia	X	X	X	X
FIV-DR-04	Fiume Dora Riparia	X	X	X	X
FIM-CO-01	Rio Corrente	X	X(*)		X
FIV-CO-01	Rio Corrente	X	X(*)		X
FIM-GE-01	Rio Gerardo	X	X(*)		X
FIV-GE-01	Rio Gerardo	X	X(*)		X
FIM-GI-01	Rio Giandola	X	X(*)		X
FIV-GI-01	Rio Giandola	X	X(*)		X
FIM-CE-01	Torrente Cenischia	X	X(*)		X
FIV-CE-01	Torrente Cenischia	X	X(*)		X
FIM-CL-01	Torrente Clarea	X	X	X	X
FIC-CL-01	Torrente Clarea	X	X	X	X
FIV-CL-01	Torrente Clarea	X	X	X	X

Codice_LTF	Nome	Parametri analizzati			
		Portata e parametri in situ	Analisi chimiche di laboratorio	Analisi tossicologiche	Macrobenthos o IBE
FIM-ML-01	Gora dei Molini	X	X	X	
FIV-ML-01	Gora dei Molini	X	X	X	

(\*) Per tali corsi d'acqua potrà essere valutata l'opportunità di ridurre il set analitico di parametri rilevati nel corso del monitoraggio, dato che tali corsi d'acqua non sono direttamente interessati da attività di cantiere, lavorazioni in alveo o eventuali scarichi provenienti dai cantieri.

*Tabella 16 – Elenco dei parametri rilevati per specifico corpo idrico*

#### **4.6.1 Ante operam**

Il monitoraggio in fase AO, ha lo scopo di fornire una caratterizzazione generale dell'ambiente idrico superficiale interessato dal progetto di costruzione dell'opera. Le campagne di monitoraggio AO saranno svolte nell'anno precedente l'esecuzione delle lavorazioni. Nel dettaglio si prevede l'esecuzione di quattro campagne con misura dei parametri in situ, delle analisi chimiche di laboratorio e, ove previsto, dell'indicatore biologico. Nelle sezioni ove è prevista l'esecuzione delle analisi tossicologiche, la cadenza di quest'ultime sarà semestrale.

Nell'anno di AO sarà inoltre svolta una campagna di rilievo dell'Indice di Funzionalità Fluviale lungo i tratti di corso d'acqua di cui al paragrafo 4.5.4.

#### **4.6.2 Corso d'opera**

Le attività di monitoraggio di CO dovranno essere eseguite a partire dall'inizio delle lavorazioni e fino all'esaurimento delle interferenze sui corpi idrici. La distribuzione temporale e spaziale dei rilievi dovrà essere oggetto di una pianificazione annuale delle attività e di una successiva programmazione periodica di dettaglio in stretta correlazione con i crono programmi delle lavorazioni. La programmazione delle attività dovrà quindi essere flessibile al fine di potersi relazionare al meglio con la progressione del fronte di avanzamento lavori.

Si stima che la durata del CO relativamente alla componente in esame sia pari a 12 anni.

In linea generale sarà adottata una frequenza di rilievo trimestrale; durante i periodi nei quali saranno svolte le attività potenzialmente più impattanti per la componente in esame, la frequenza dei rilievi sarà intensificata assumendo una cadenza bimensile.

Nelle sezioni ove è prevista l'esecuzione delle analisi tossicologiche, la cadenza di quest'ultime sarà semestrale.

Durante la fase di CO, compatibilmente con l'avanzamento delle lavorazioni, sarà effettuato un controllo dell'Indice di Funzionalità Fluviale lungo i tratti di cui al paragrafo 4.5.4.

Si precisa che la definizione dei punti di misura e la tipologia delle misure potranno essere all'occorrenza riviste ed adeguate.

#### **4.6.3 Post operam**

Il monitoraggio in fase di PO, ha lo scopo di verificare la situazione finale dei corpi idrici in assenza di lavorazioni. Le campagne di monitoraggio di PO saranno svolte nell'anno successivo al termine delle lavorazioni. Nel dettaglio si prevede l'esecuzione di quattro campagne.

Nelle sezioni ove è prevista l'esecuzione delle analisi tossicologiche, la cadenza di quest'ultime sarà semestrale.

Nell'anno di PO, al fine di verificare la risposta dei corpi idrici precedentemente monitorati, sarà effettuata una campagna di rilievo dell'Indice di Funzionalità Fluviale lungo i tratti di cui al paragrafo 4.5.4.

Si precisa che la definizione dei punti di misura e la tipologia delle misure potranno essere all'occorrenza riviste ed adeguate.

#### **4.7 Reportistica e restituzione dei dati**

I dati di campo ed i risultati delle analisi di laboratorio saranno organizzati ed analizzati in modo organico e restituiti sotto forma di bollettino o relazione periodica che dovrà comprendere:

- i riferimenti normativi delle modalità di campionamento e di analisi per ogni parametro considerato;
- i risultati delle attività di campionamento ed analisi;
- i dati rilevati per gli indicatori biologici (macrobenthos o IBE); l'elenco delle Unità Sistematiche rilevate con relativo commento sulle caratteristiche della comunità di macroinvertebrati rilevata, evidenziando le possibili fonti di alterazione;
- ove previsto, l'esito dei rilievi dell'Indice di Funzionalità Fluviale;
- il confronto con i limiti di legge previsti o le prescrizioni impartite dalle autorità;
- la segnalazione di eventuali anomalie tecniche e/o ambientali che potrebbero inficiare e/o condizionare parzialmente o totalmente i risultati;
- la segnalazione di eventuali anomalie potenzialmente riconducibili alle attività di cantiere.

## 5. Ambiente idrico sotterraneo

### 5.1 Inquadramento normativo

- D. Lgs. del 3 aprile 2006, n°152 “Norme in materia ambientale”, Parte terza, Sezione II “Tutela delle acque dall’inquinamento” e relativi allegati;
- D. Lgs. del 16 marzo 2009, n. 30 “Attuazione della direttiva 2006/118/CE, relativa alla protezione delle acque sotterranee dall’inquinamento e dal deterioramento. (09G0038) (GU n. 79 del 4-4-2009)”;
- D. Lgs. del 2 febbraio 2001, n. 31 “Attuazione della direttiva 98/83/CE relativa alla qualità delle acque destinate al consumo umano”;
- LR del 7 aprile 2003, n. 6 “Disposizioni in materia di autorizzazione agli scarichi delle acque reflue domestiche e modiche alla legge regionale 30 aprile 1996, n. 22 (Ricerca, uso e tutela delle acque sotterranee)”;
- DPGR 29 luglio 2003, n. 10/R Regolamento regionale recante: “Disciplina dei procedimenti di concessione di derivazione di acqua pubblica (Legge regionale 29 dicembre 2000, n. 61)”;
- LR del 20 gennaio 1997 n. 13 “Delimitazione degli ambiti territoriali ottimali per l'organizzazione del servizio idrico integrato e disciplina delle forme e dei modi di cooperazione tra gli Enti locali ai sensi della legge 5 gennaio 1994, n. 36 e successive modifiche ed integrazioni. Indirizzo e coordinamento dei soggetti istituzionali in materia di risorse idriche”;
- LR del 29 novembre 1996 n. 88 “Disposizioni in materia di piccole derivazioni di acqua pubblica”;
- LR del 30 aprile 1996 n. 22 “Ricerca, uso e tutela delle acque sotterranee”;
- Regolamento regionale 11 dicembre 2006 n.15/R recante “Disciplina delle aree di salvaguardia delle acque destinate al consumo umano (LR del 29 dicembre 2000, n.61)”.

### 5.2 Premessa

Il Progetto del Piano di Monitoraggio dell’Ambiente Idrico Sotterraneo ha lo scopo di definire le modalità operative per la verifica in campo degli effetti indotti dalle azioni di progetto in termini quantitativi e qualitativi, sugli equilibri idrogeologici delle aree attraversate dall’infrastruttura.

In riferimento all’aspetto quantitativo della risorsa, un elemento importante è rappresentato dalla costante e attenta verifica delle interferenze eventualmente indotte sul sistema della circolazione idrica sotterranea degli ammassi rocciosi e dei depositi quaternari, dalle operazioni di scavo in sotterraneo.

L’eventualità di contaminazione delle falde idriche ad opera di ipotetici inquinanti va riferita, essenzialmente, all’ipotesi di sversamento accidentale di sostanze nocive o al contributo delle acque di dilavamento delle superfici di lavoro, con particolare riferimento a quelle di prima pioggia, dotate di maggiori concentrazioni dei potenziali agenti contaminanti. Inoltre va tenuto conto di teoriche azioni di inquinamento diffuso, ricollegabili ad attività di cantiere (lavorazioni particolari, scarichi di insediamenti temporanei) o all’apporto nel sottosuolo di sostanze necessarie al miglioramento delle proprietà geotecniche dei terreni.

Il monitoraggio ambientale della componente dovrà garantire la produzione di un volume di dati confrontabile ed in continuità con le attività di monitoraggio ad oggi in corso nella bassa valle Susa per la caratterizzazione idrogeologica del territorio.

### 5.3 Identificazione dei potenziali impatti da monitorare

Le interferenze tra opera e componente ambientale così come identificate dallo Studio di Impatto Ambientale sono da ricondursi a:

- fenomeni di contaminazione della falda a seguito di sversamenti accidentali legati alle fasi di scavo in sotterraneo (getto di calcestruzzo, iniezioni ...) (alterazione qualitativa della componente);
- infiltrazione di acque inquinate provenienti dalle aree di cantiere (alterazione qualitativa della componente);
- fenomeni di drenaggio della falda legati alle fasi di scavo in galleria con possibile esaurimento di punti acqua alimentati dai circuiti sotterranei eventualmente interferiti (alterazione quantitativa della componente).

Nella tabella seguente le azioni previste dal progetto sono correlate con i possibili impatti sulle acque sotterranee, con indicazione delle diverse categorie di parametri potenzialmente interferiti e delle azioni di mitigazione e controllo previsti, in coerenza con le citate normative D.Lgs. 152/2006 e D.Lgs. 30/2009, con particolare riferimento agli Allegati 3 e 5.

Piano di monitoraggio ambientale

AZIONI DI PROGETTO	POTENZIALI IMPATTI DERIVATI	PARAMETRI DA MONITORARE	MITIGAZIONI E CONTROLLI
Scavo in sotterraneo	Alterazione dello stato quantitativo delle falde localizzate negli ammassi rocciosi e negli acquiferi di fondovalle attraversati con interferenze negative sull'attuale sistema di distribuzione delle acque (ad uso potabile, irriguo e industriale)	misure in sito di parametri chimico-fisici, definiti al § 5.5.1.	Impermeabilizzazione della galleria per coperture inferiori a 100 m in modo di minimizzare fenomeni di drenaggio. Implementazione rete di monitoraggio; attivazione misure correttive d'urgenza, transitorie o definitive in caso di isterilimento di fonti di approvvigionamento idropotabile; utilizzo di sostanze atossiche che non determinino fenomeni di inquinamento in caso di infiltrazioni
Gestione delle acque drenate in galleria	Rischio di inquinamento (soprattutto a causa di eventuali malfunzionamenti dei previsti sistemi di trattamento o pretrattamento).	misure in sito di parametri chimico-fisici, definiti al § 5.5.1, tabella 18 (sorgenti), e analisi di laboratorio definite al § 5.5.2.1 per le acque non potabili.	Installazione di sistemi di depurazione che ottimizzino il riutilizzo della risorsa. Monitoraggio degli scarichi.
Scarichi delle acque di lavorazione	Rischio di inquinamento (soprattutto a causa di eventuali malfunzionamenti dei previsti sistemi di trattamento o pretrattamento).	misure in sito di parametri chimico-fisici, definiti al § 5.5.1, tabella 18 (sorgenti), e analisi di laboratorio definite al § 5.5.2.1 per le acque non potabili.	Sistemi di separazione e trattamento al fine di assicurare il rispetto degli standard qualitativi anche nei corpi ricettori Per i reflui civili, qualora non sia possibile l'allacciamento alla fognatura, è previsto un passaggio in vasca Imhoff opportunamente dimensionata prima dello scarico delle acque in un corpo idrico superficiale. Riguardo agli scarichi di acque generati dalle operazioni di cantiere che possono presentare un alto contenuto di solidi sospesi ed oli o idrocarburi, dovranno prevedersi apposite vasche di calma in cui il refluo possa essere disoleato e decantato prima che l'acqua reflua venga recapitata in fognatura o ad un corpo idrico superficiale. Riguardo alle acque di drenaggio con temperatura elevata è prevista l'adozione di sistemi di raffreddamento prima dell'eventuale scarico in corpo idrico superficiale.
Infiltrazione delle acque meteoriche in aree di cantiere, di piattaforma e di piazzali	Inquinamento di corpi idrici sotterranei per infiltrazione di acque meteoriche di prima pioggia	analisi di laboratorio definite al § 5.5.2.	Previsione di sistemi di captazione, collettamento e recapito delle acque di pioggia per le superfici di cantiere, di lavoro e di deposito dei materiali. Prevedere una rete di canalette e condotte che adducono ad un sistema di pretrattamento, per

AZIONI DI PROGETTO	POTENZIALI IMPATTI DERIVATI	PARAMETRI DA MONITORARE	MITIGAZIONI E CONTROLLI
			la separazione delle sostanze galleggianti che vengono segregate e smaltite ai sensi della normativa vigente.
Eventi accidentali di sversamenti di liquidi inquinanti principalmente dovuti a rotture e/o incidenti	Alterazione dello stato qualitativo delle falde localizzate negli ammassi rocciosi e negli acquiferi di fondovalle a seguito di dispersione ed infiltrazione di sostanze inquinanti e/o pericolose	analisi di laboratorio definite al § 5.5.2.	Nelle aree di cantiere in cui si effettueranno operazioni di scarico di sostanze inquinanti o dannose per l'ambiente idrico saranno-previsti basamenti in calcestruzzo dotati di opportune pendenze, canalette di raccolta e pozzetti di recapito.

*Tabella 17 – Acque sotterranee - sintesi delle azioni di progetto, potenziali impatti, parametri da monitorare e mitigazioni/controlli*

## 5.4 Criteri per la definizione della rete di monitoraggio

### 5.4.1 Criteri di selezione dei punti della rete di monitoraggio

#### 5.4.1.1 Principi generali

La rete di monitoraggio dovrà esser definita in funzione dei seguenti aspetti:

- Contesto geologico, idrogeologico dell'area di progetto;
- Distribuzione geografica delle aree di intervento definite dai documenti di progettazione in relazione al contesto idrogeologico locale:
  - ubicazione delle aree di cantiere;
  - sviluppo lineare dei tratti in sottterraneo;
  - ubicazione dei siti di deposito temporaneo;
  - ubicazione dei siti di recupero ambientale.
- Tipologia delle lavorazioni previste;
- Struttura della rete di monitoraggio dei punti acqua della bassa Valle Susa attualmente in corso (rif. MRI\_0161\_04-01-01\_10-14\_Rapporto finale2011\_C).

La rete di monitoraggio dovrà includere pertanto:

- Sorgenti censite e monitorate nel corso del monitoraggio in fase di svolgimento;
- Piezometri realizzati appositamente in funzione dell'ubicazione delle aree di cantiere/deposito per la definizione di punti di valle e di monte;

Pozzi e sorgenti ad uso idropotabile che sulla base delle valutazioni di impatto possono presentare un grado di vulnerabilità relativo maggiore.

#### 5.4.1.2 Metodologia di selezione

Il processo di selezione dei punti della rete di monitoraggio si è articolato in due fasi. La prima fase, condotta in ambiente GIS, ha permesso una preselezione di un sottoinsieme di record dall'insieme dei punti censiti per la bassa Valle Susa nell'ambito delle attività di monitoraggio delle risorse idriche attualmente in corso.

Questa fase di selezione dei punti è stata condotta selezionando i punti sulla base dei seguenti criteri:

- valenza socio-economica;
- ubicazione geografica rispetto alle opere in progetto e alle aree di cantiere;
- rapporti con il contesto geologico - strutturale;
- valori di conducibilità delle acque rilevati nel corso del monitoraggio delle risorse idriche in corso nella bassa Valle di Susa;
- possibilità di prelievo campioni accertata nel corso del monitoraggio delle risorse idriche in corso nella bassa Valle di Susa;
- appartenenza del punto alla rete del monitoraggio delle risorse idriche a cura di LTF in corso nella bassa Valle di Susa;
- valutazione del rischio di isterilimento con indice DHI “medio” o “da basso a medio”.

Di seguito è riportata una disamina di detti criteri:

- **Valenza socio-economica**

Nella rete di monitoraggio sono stati inclusi tutti i punti acqua a uso idropotabile. Nel caso specifico i punti caratterizzati da questo tipo di uso sono sorgenti e pozzi. La caratterizzazione di questa tipologia di punti è considerata prioritaria per la tutela della risorsa idrica in relazione alla sua tipologia d'uso.

- **Ubicazione geografica rispetto alle opere in progetto e alle aree di cantiere**

La definizione dei punti della rete di monitoraggio è stata condotta in funzione delle azioni progettuali che possono determinare impatti sulla componente in esame. In tal senso è stata presa in considerazione la distribuzione spaziale delle opere in progetto e delle aree di cantiere.

- **Rapporti con il contesto geologico - strutturale**

Al fine di valutare la distribuzione dei sistemi di circolazione sotterranea, tra i punti censiti sono stati selezionati quelli posti ad una distanza inferiore o uguale a 200 m dalle strutture fragili individuate nel corso del rilevamento geologico, strutturale e geomorfologico di superficie.

Tale considerazione deriva dal fatto che l'incremento dello stato di fratturazione dell'ammasso roccioso in corrispondenza di tali strutture determina variazioni della permeabilità, con lo sviluppo di sistemi di circolazione preferenziali. Tali sistemi possono talora connettere complessi idrogeologici differenti (es. profondi e superficiali) e/o possono definire settori a maggiore vulnerabilità qualitativa e quantitativa della risorsa.

- **Valori di conducibilità delle acque rilevati nel corso del censimento**

In questa fase operativa è stato preso a riferimento il valore della conducibilità elettrica rilevata per le acque delle sorgenti oggetto del monitoraggio delle risorse idriche in corso nella bassa Valle di Susa, quale indicatore di possibili connessioni delle venute superficiali con sistemi di circolazione profonda.

Al tal riguardo, le sorgenti sono state suddivise sulla base delle unità strutturali rilevate per l'area investigata.

All'interno dei gruppi di sorgenti individuati sono state selezionate quelle per le quali le acque risultavano caratterizzate da un valore della conducibilità superiore a 300  $\mu\text{S}/\text{cm}$ . Sono state inoltre identificate le sorgenti per le quali il valore della conducibilità eccedeva di una deviazione standard il valore medio del campione.

- **Possibilità di prelievo campioni accertata nel corso del censimento**

Considerando la necessità di eseguire analisi di laboratorio su campioni di acqua prelevati dai vari punti di monitoraggio, per ciascun punto della rete si è tenuto conto



della possibilità di eseguire tale operazione, consultando i dati del censimento punti acqua.

- **Appartenenza del punto a precedenti reti di monitoraggio**

Sulla base delle informazioni acquisite nel corso del monitoraggio delle risorse idriche in corso nella bassa Valle di Susa sono stati inclusi nell'insieme preliminare dei punti di monitoraggio i punti già monitorati.

Nella seconda fase, applicando un filtro di selezione al gruppo di punti individuati nella prima fase, basato sul parere dei tecnici incaricati della redazione del presente piano, sono stati individuati i punti che costituiscono la Rete di monitoraggio.

- **Valutazione del rischio di isterilimento con indice DHI “medio” o “da basso a medio”**

Nella rete di monitoraggio sono inclusi i punti acqua per i quali la valutazione del rischio di isterilimento determinata mediante il calcolo dell'indice DHI (rif. PD2\_C3B\_0097\_00-02-01\_10-03\_Relazione punti acqua e sorgenti e analisi del rischio di impatto sulle sorgenti) ha fornito un livello di rischio “medio” o “da basso a medio”.

#### **5.4.1.3 Elenco dei punti di monitoraggio**

Sulla base dei criteri illustrati è stata definita la rete del monitoraggio ambientale per l'ambiente idrico sotterraneo, che risulta costituita da 76 punti. Di questi, 42 punti appartengono alla rete di monitoraggio delle risorse idriche in corso nella bassa Valle Susa. I restanti 34 punti sono stati individuati sulla base del quadro progettuale e corrispondono a:

- piezometri da realizzare ad hoc in corrispondenza delle aree di cantiere, di deposito temporaneo e di deposito definitivo;
- punti già individuati dalle reti di monitoraggio delle risorse idriche, ma attualmente non monitorati.

Nella tabella seguente sono riportati i punti individuati.

Piano di monitoraggio ambientale

Codice	Comune	Ente gestore	Proprietario	Nome punto	Codice Monitoraggio Risorse idriche	Monitoraggio	Tipo punto	Utilizzo	X UTM WGS84	Y UTM WGS84	Quota	Settore
AST-BUS-01	Bussoleno				-	C3C	Piezometro	Nessuno	352610	4999902	445	Innesto Bussoleno
AST-BUS-02	Bussoleno				-	C3C	Piezometro	Nessuno	352703	4999753	447	Innesto Bussoleno
AST-BUS-03	Bussoleno				-	C3C	Piezometro	Nesuno	352811	4999613	450	Innesto Bussoleno
AST-CAP-01	Caprie				-	C3C	Piezometro	Nessuno	368602	4996735	370	Deposito Caprie
AST-CHI-01	Chiusa di San Michele				-	C3C	Piezometro	Nessuno	368067	4996332	368	Deposito Caprie
AST-CHI-02	Chiusa di San Michele				-	C3C	Piezometro	Nessuno	368283	4996692	365	Deposito Caprie
AST-CHI-03	Chiusa di San Michele				-	C3C	Piezometro	Nessuno	368603	4996366	361	Deposito Caprie
AST-CHM-01	Chiomonte				-	C3C	Piezometro		342099	4999034	723	Cantiere Maddalena
AST-CHM-02	Chiomonte				-	C3C	Piezometro		342006	4999316	667	Cantiere Maddalena
AST-GIA-01	Giaglione				-	C3C	Piezometro		339390	5001344	1116	TdB Cantiere Clarea
AST-GIA-02	Giaglione	ACEA		Supita	AST_009	MS001	Sorgente	Idropotabile	342204	5002071	1043	Tunnel di base
AST-GIA-03	Giaglione			Contraerea	AST_016	MS001	Fontana	Nessuno	343759	5000889	814	Tunnel di base
AST-GIA-04	Giaglione	ACEA			AST_750	C3C	Sorgente	Idropotabile	341963	5002296	1320	Tunnel di base

Piano di monitoraggio ambientale

Codice	Comune	Ente gestore	Proprietario	Nome punto	Codice Monitoraggio Risorse idriche	Monitoraggio	Tipo punto	Utilizzo	X UTM WGS84	Y UTM WGS84	Quota	Settore
AST-GIA-05	Giaglione	ACEA			AST_010	RM	Sorgente	Idropotabile	339652	5000877	1085	TdB Cantiere Clarea
AST-GIA-06	Giaglione	ACEA			AST_218	RM	Sorgente	Idropotabile	341622	5000604	1200	Tunnel di base
AST-GIA-07	Giaglione			Tre Merli	AST_013	MS001	Sorgente	Nessuno	342293	5002015	1039	Tunnel di base
AST-GIA-08	Giaglione	ACEA		Boscocedrina	AST_011	RM	Sorgente	Idropotabile	339714	5000880	1180	TdB Cantiere Clarea
AST-GIA-09	Giaglione	ACEA			AST_446	RM	Sorgente	Idropotabile	340988	5001700	1723	Tunnel di base
AST-GIA-10	Giaglione				AST_500	RM	Sorgente	Irriguo	339443	5001002	1140	TdB Cantiere Clarea
AST-GIA-11	Giaglione				AST_496	RM	Sorgente	Nessuno	339317	5001714	1170	TdB Cantiere Clarea
AST-GIA-12	Giaglione				AST_649	MS001	Sorgente	Nessuno	342749	5001423	1030	Tunnel di base
AST-GIA-13	Giaglione	ACEA			AST_012	RM	Sorgente		341957	5002109	1267	Tunnel di base
<b>AST-GIA-14</b>	Giaglione				AST_749	C3C	Sorgente		343703	5000885	830	Tunnel di base
AST-GIA-15	Giaglione				AST_002	MS001	Fontana		343754	5000792	800	Tunnel di base
AST-GIA-16	Giaglione				AST_003	MS001	Fontana		343780	5000736	790	Tunnel di base
<b>AST-GIA-17</b>	Giaglione				-	C3C	Piezometro		339460	5001129	1096	TdB Cantiere Clarea

Piano di monitoraggio ambientale

Codice	Comune	Ente gestore	Proprietario	Nome punto	Codice Monitoraggio Risorse idriche	Monitoraggio	Tipo punto	Utilizzo	X UTM WGS84	Y UTM WGS84	Quota	Settore
AST-GIA-18	Giaglione				AST_008	MS001	Fontana		341669	5001337	1497	Tunnel di base
AST-GIA-19	Giaglione				AST_266	MS001	Sorgente		342542	5001274	1170	Tunnel di base
AST-GIA-20	Giaglione				AST_004	MS001	Fontana		343334	5000556	820	Tunnel di base
AST-GIA-21	Giaglione	ACEA			AST_441	RM	Sorgente	Idropotabile	342046	5000600	1090	Tunnel di base
AST-MAT-01	Mattie				AST_116	MS001	Sorgente	Altro	353070	4997992	659	Tunnel di Interconnessione
AST-MAT-02	Mattie	SMAT			AST_195	MS001	Sorgente	Idropotabile	351778	4996466	950	Tunnel di Interconnessione
AST-MOM-01	Mompantero				AST_734	MS001	Sorgente		345833	5001211	530	Tunnel di base
AST-MOM-02	Mompantero	SMAT/ COMUNE DI SUSA	COMUNE DI SUSA	Pozzo Mompantero	AST_283	MS001	Pozzo	Idropotabile	346479	5000976	542	Tunnel di base
AST-MOM-03	Mompantero				AST_737	MS001	Sorgente		345648	5001051	540	Tunnel di base
AST-MOM-04	Mompantero				AST_030	MS001	Sorgente		349020	5001155	890	Tunnel di base
AST-MOM-05	Mompantero				AST_034	MS001	Sorgente		346157	5002344	1123	Tunnel di base
AST-MOM-06	Mompantero			Seghino	AST_477	MS001	Sorgente		347922	5000987	763	Imbocco E TdB
AST-MOM-07	Mompantero				AST_032	MS001	Sorgente		345718	5001816	824	Tunnel di base

Piano di monitoraggio ambientale

Codice	Comune	Ente gestore	Proprietario	Nome punto	Codice Monitoraggio Risorse idriche	Monitoraggio	Tipo punto	Utilizzo	X UTM WGS84	Y UTM WGS84	Quota	Settore
AST-MOM-08	Mompantero				AST_031	MS001	Sorgente		346035	5001298	586	Tunnel di base
AST-MOM-09	Mompantero				AST_026	MS001	Sorgente	Idropotabile	348160	5001771	950	Imbocco E TdB
AST-MOM-10	Mompantero				AST_025	MS001	Sorgente	Idropotabile	348143	5001733	930	Imbocco E TdB
AST-MOM-11	Mompantero				AST_029	MS001	Sorgente	Nessuno	348583	5001556	990	Imbocco E TdB
AST-MOM-12	Mompantero				AST_033	MS001	Sorgente		348557	5001050	764	Tunnel di base
<b>AST-MOM-13</b>	Mompantero				AST_729	C3C	Sorgente		348291	5001066	777	Imbocco E TdB
AST-MOM-14	Mompantero				AST_738	MS001	Sorgente		348213	5000697	597	Imbocco E TdB
AST-MOM-15	Mompantero	ACEA			AST_724	MS001	Sorgente	Idropotabile	346690	5002053	1070	Tunnel di base
<b>AST-MOM-16</b>	Mompantero	ACEA			AST_037	C3C	Sorgente	Idropotabile	347223	5003003	1640	Tunnel di base
<b>AST-MOM-17</b>	Mompantero				AST_038	C3C	Sorgente	Idropotabile	347136	5003070	1640	Tunnel di base
AST-MOM-18	Mompantero	ACEA			AST_036	MS001	Sorgente	Idropotabile	347145	5003113	1635	Tunnel di base
AST-MOM-19	Mompantero				AST_469	MS001	Sorgente		347078	5003447	1670	Tunnel di base
<b>AST-MOM-20</b>	Mompantero				AST_523	C3C	Sorgente		347095	5003595	1700	Tunnel di base

Piano di monitoraggio ambientale

Codice	Comune	Ente gestore	Proprietario	Nome punto	Codice Monitoraggio Risorse idriche	Monitoraggio	Tipo punto	Utilizzo	X UTM WGS84	Y UTM WGS84	Quota	Settore
AST-SUS-01	Susa				-	C3C	Piezometro		350860	4999444	460	Imbocco W TdI
AST-SUS-02	Susa				-	C3C	Piezometro		350177	4999535	470	Sito Interporto
AST-SUS-03	Susa	SMAT	COMUNE DI SUSA	Pozzo Autoporto	AST_184	MS001	Pozzo	Idropotabile	349676	4999788	472	Sito Interporto
AST-SUS-04	Susa				-	C3C	Piezometro		350551	4999302	466	Imbocco W TdI
AST-SUS-05	Susa				-	C3C	Piezometro	Nessuno	352442	4999131	460	Imbocco E TdI
AST-SUS-06	Susa				-	C3C	Piezometro		350278	4999699	460	Sito Interporto
AST-SUS-07	Susa				-	C3C	Piezometro		349267	5000042	470	Imbocco E TdB
AST-SUS-08	Susa				-	C3C	Piezometro		348275	5000288	479	Imbocco E TdB
AST-SUS-09	Susa				-	C3C	Piezometro		348341	4999994	477	Imbocco E TdB
AST-SUS-10	Susa				-	C3C	Piezometro		348804	5000238	475	Imbocco E TdB
AST-SUS-11	Susa				-	C3C	Piezometro		349566	4999691	473	Sito Interporto
AST-SUS-12	Susa	SMAT			AST_181	MS001	Pozzo	Idropotabile	347290	4999948	488	Imbocco E TdB
AST-SUS-13	Susa		LTF		AST_685	MS001	Piezometro		350757	4999407	460	Imbocco W TdI

Piano di monitoraggio ambientale

Codice	Comune	Ente gestore	Proprietario	Nome punto	Codice Monitoraggio Risorse idriche	Monitoraggio	Tipo punto	Utilizzo	X UTM WGS84	Y UTM WGS84	Quota	Settore
AST-SUS-14	Susa		LTF		AST_684	MS001	Piezometro		348979	5000033	475	Tunnel di base
AST-SUS-15	Susa		LTF		AST_683	MS001	Piezometro		348788	4999862	480	Tunnel di base
AST-SUS-16	Susa		LTF		AST_682	MS001	Piezometro		348621	4999980	480	Tunnel di base
<b>AST-SUS-17</b>	Susa				-	C3C	Piezometro		352486	4999248	448	Imbocco E TdI
<b>AST-TOR-01</b>	Torrazza Piemonte				-	C3C	Piezometro	Nessuno	420646	5008176	188	Deposito Torrazza
<b>AST-TOR-02</b>	Torrazza Piemonte				-	C3C	Piezometro	Nessuno	419499	5008921	197	Deposito Torrazza
<b>AST-TOR-03</b>	Torrazza Piemonte				-	C3C	Piezometro	Nessuno	420796	5007984	185	Deposito Torrazza
<b>AST-TOR-04</b>	Torrazza Piemonte				-	C3C	Piezometro	Nessuno	420641	5008489	188	Deposito Torrazza
AST-VEN-01	Venaus		LTF		AST_244	MS001	Piezometro	Nessuno	345238	5001436	550	Tunnel di base
<b>AST-VEN-02</b>	Venaus				-	C3C	Piezometro		344545	5001674	573	TdB Valle Cenischia
<b>AST-VEN-03</b>	Venaus				-	C3C	Piezometro		344188	5001645	575	TdB Valle Cenischia

*Tabella 18 – Elenco dei punti della rete di monitoraggio della componente ambiente idrico sotterraneo. In grassetto sono indicati i piezometri definiti in funzione della distribuzione delle aree di cantiere*

## 5.5 Attività di monitoraggio

Le attività di monitoraggio e le modalità di misurazione, campionamento e analisi delle acque sotterranee sono, preliminarmente, definite adottando quanto previsto per il Monitoraggio delle Risorse Idriche propedeutico alla definizione del Modello Idrogeologico di Riferimento dell'area di progetto (rif. MRI\_0161\_04-01-01\_10-14\_Rapporto finale2011\_C).

Il PMA delle risorse idriche sotterranee prenderà in considerazione i risultati delle analisi dei campioni prelevati per la definizione della retta meteorica locale definita per il PMA del tunnel geognostico della Maddalena.

Nel caso in cui le analisi effettuate presso le stazioni meteorologiche considerate non dovessero risultare sufficienti a caratterizzare l'intera area di progetto della NLTL, queste saranno integrate con ulteriori dati da altre stazioni di rilevamento localizzate nella bassa Valle Susa.

### 5.5.1 Rilevamenti sul terreno

Nel corso delle attività di monitoraggio, saranno condotte delle misure in sito di parametri chimico-fisici. I set di parametri da rilevare sono distinti sulla base della tipologia dei punti di acqua sotterranea:

- sorgenti, captazioni e fontane (**Tabella 19**);
- piezometri (**Tabella 20**);
- pozzi (**Tabella 21**).

Parametro
Portata (l/s)
Conducibilità elettrica ( $\mu\text{S/cm}$ corretta a $25^\circ\text{C}$ ),
Temperatura dell'aria ( $^\circ\text{C}$ )
Temperatura dell'acqua ( $^\circ\text{C}$ )
pH
Ossigeno disciolto (%)
Potenziale redox (Eh in mV)

**Tabella 19** – Parametri del rilevamento in sito per le sorgenti, captazioni, fontane

Parametro
Livello della falda (in m, in quota assoluta e relativa rispetto alla testa del sondaggio)
Conducibilità elettrica ( $\mu\text{S/cm}$ corretta a $25^\circ\text{C}$ ),
Temperatura dell'aria e dell'acqua ( $^\circ\text{C}$ )
pH
Ossigeno disciolto (%)
Potenziale redox (Eh in mV)

**Tabella 20** – Parametri del rilevamento in sito per i piezometri



<b>Parametro</b>
Livello statico(in m, in quota assoluta e relativa rispetto alla testa del sondaggio)
Conducibilità elettrica ( $\mu\text{S}/\text{cm}$ corretta a 25°C),
Temperatura dell'aria e dell'acqua (°C)
pH
Ossigeno disciolto (%)
Potenziale redox (Eh in mV)

**Tabella 21** – Parametri del rilevamento in sito per i pozzi

### **5.5.2 Analisi di laboratorio**

La scelta dei parametri da monitorare avviene in funzione del modello Pressioni-Stato Risposte. In questo senso viene definito un elenco di sostanze in funzione delle varie azioni progettuali per le operazioni in sotterraneo e per quelle all'aperto definite nello Studio di Impatto Ambientale.

Le risultanze di tale approccio devono poi essere integrate con le indicazioni fornite dalla normativa vigente in tema di tutela della qualità dei corpi idrici sotterranei e della qualità delle acque destinate al consumo umano. Sulla base di quest'ultima indicazione i set dei parametri da analizzare per i campioni prelevati in sito sono differenziati in base alla tipologia di uso delle acque sotterranee prelevate: *non potabile* e *potabile*.

In particolare, è prevista l'analisi di tensioattivi anionici, cationici e non ionici per le acque sotterranee potabili e non potabili. L'analisi di questi parametri è prevista per i punti previsti in corrispondenza delle aree di cantiere.

#### **5.5.2.1 Acque sotterranee non potabili**

Nelle tabelle seguenti si riportano i parametri da analizzare nei campioni di acqua sotterranea non potabile prelevata presso i punti della rete di monitoraggio.

Piano di monitoraggio ambientale

<b>Parametro</b>	<b>Metodo analitico</b>
Colore	(APAT CNR IRSA-2020/A Man29:2003)
Odore	(APAT CNR IRSA-2050 Man29:2003)
Torbidità	(APAT CNR IRSA-2110/A Man29:2003)
TAC	(IRSA-CNR-Quad.100:1994-2040)
TH	(APAT CNR IRSA-2040/A Man29:2003)
Residuo fisso a 180°C	(APAT CNR IRSA 2090 A Man. 29:2003)
TOC	(Hach Lange LCK 385)
Durezza totale	(APAT CNR IRSA-2040/A Man29:2003)
• CO <sub>3</sub>	(APAT CNR IRSA-2010/B Man29:2003)
• HCO <sub>3</sub>	(APAT CNR IRSA-2020/A Man29:2003)
• Cloro attivo Cl <sub>2</sub>	(APAT CNR IRSA-4080/A Man29:2003)
• Fosforo totale come P	(UNI EN ISO 11885:2000)
• NO <sub>3</sub>	(APAT CNR IRSA-4020/A Man29:2003)
• PO <sub>4</sub>	(APAT CNR IRSA-4020/A Man29:2003)
• SO <sub>4</sub>	(APAT CNR IRSA-2020/A Man29:2003)
• Ca	(UNI EN ISO 11885:2000)
• Fe	(UNI EN ISO 11885:2000)
Li	(UNI EN ISO 11885:2000)
Mn	(UNI EN ISO 11885:2000)
Mg	(UNI EN ISO 11885:2000)
Na	(UNI EN ISO 11885:2000)
K	(UNI EN ISO 11885:2000)
SiO <sub>2</sub>	(APAT CNR IRSA-4130/A Man29:2003)
Sr	(UNI EN ISO 11885:2000)
V	(UNI EN ISO 11885:2000)
<b><i>Inquinanti inorganici</i></b>	
Al	(UNI EN ISO 11885:2000)
Sb	(UNI EN ISO 11885:2000)
Ag	(UNI EN ISO 11885:2000)
As	(UNI EN ISO 11885:2000)
B	(UNI EN ISO 11885:2000)
Ba	(UNI EN ISO 11885:2000)
Be	(UNI EN ISO 11885:2000)
Cd	(UNI EN ISO 11885:2000)
Cianuri	(Hach Lange LCK 315)
Cloruri come Cl-	(APAT CNR IRSA-4020/A Man29:2003)
Co	(UNI EN ISO 11885:2000)
Cr	(UNI EN ISO 11885:2000)
Cr VI	(APAT CNR IRSA-3150/A Man29:2003)
Cr III	(APAT CNR IRSA-3020 Man29:2003)
Fluoruri	(APAT CNR IRSA-4020/A Man29:2003)
Hg	(APAT CNR IRSA-3200/A Man29:2003)
Ni	(UNI EN ISO 11885:2000)
NO <sub>2</sub>	(APAT CNR IRSA-4020/A Man29:2003)
NH <sub>4</sub>	(APAT CNR IRSA-4030/A Man29:2003)
Pb	(UNI EN ISO 11885:2000)
Cu	(UNI EN ISO 11885:2000)
Se	(UNI EN ISO 11885:2000)
Zn	(UNI EN ISO 11885:2000)
<b><i>Composti organici aromatici</i></b>	
BTEX [Benzene ; Etilbenzene, Stirene ; Toluene ; Xilene]	(APAT CNR IRSA-5140/A Man29:2003)
<b><i>Policiclici aromatici</i></b>	

Piano di monitoraggio ambientale

Parametro	Metodo analitico
IPA: Benzo(a)Atracene; Benzo(a)Pirene; Benzo(b)Fluoroantene; Benzo(k)Fluoroantene; Benzo(g,h,i)Perilene; Crisene; Dibenzo(a,h)Antracene; Indeno(1,2,3-cd)Pirene; Pirene; Sommatoria di Benzo(b)Fluoroantene, Benzo(k)Fluoroantene; Benzo(g,h,i)Perilene; Indeno(1,2,3-cd)Pirene	(APAT CNR IRSA-5080/A Man29:2003)
<b>Alifatici clorurati cancerogeni</b>	
Sommatoria organo alogenati	(EPA 8021B:1996)
Triclorometano	
Cloruro di Vinile	
1,2 Dicloroetano	
Tricloroetilene	
Tetracloroetilene	
Esaclorobutadiene	
<b>Alifatici clorurati non cancerogeni</b>	
1,2 Dicloroetilene	(EPA 8021B:1996)
Dibromoclorometano	
Bromodiclorometano	
<b>Nitrobenzeni</b>	
Nitrobenzene	(EPA 8270C:2070)
<b>Clorobenzeni</b>	
Monoclorobenzene	(EPA 8021B:1996)
1,4 Diclorobenzene	
1,2,4 Triclorobenzene	
Triclorobenzeni (12002-48-1)	(EPA 8270C:1996)
Pentaclorobenzene	
Esaclorobenzene	
<b>Altre sostanze</b>	
MTBE	(APAT CNR IRSA-5140/A Man29:2003)
Tensioattivi anionici <sup>(1)</sup>	(APAT CNR IRSA-5170 Man: 29:2003)
Tensioattivi cationici <sup>(1)</sup>	(Hach-Lange LCK331)
Tensioattivi non ionici <sup>(1)</sup>	(UNI EN 10511.1:1996)
Idrocarburi totali (espressi come n-esano)	(EPA 8260B:1996+EPA 8270D:2070)
Amianto	

**Tabella 22** – Parametri chimici da analizzare per i campioni prelevati presso i punti di acqua sotterranea non potabile (in parentesi è indicato il metodo di prova).<sup>(1)</sup> L'analisi dei tensioattivi è prevista per i punti di monitoraggio delle aree di cantiere

Caratterizzazione radiometrica
Conteggio alfa-beta totale*
* in funzione del superamento del limite (0,1 Bq/l per alfa totale e 1 Bq/l per beta totale) sarà eseguita la determinazione dei seguenti parametri : Radio, Uranio, Radon disciolti.

**Tabella 23** – Parametri da analizzare per la caratterizzazione radiometrica dei campioni di acqua sotterranea non potabile

Analisi isotopiche
Ossigeno 18
Deuterio

*Tabella 24 – Parametri da analizzare per le analisi isotopiche dei campioni di acqua sotterranea non potabile*

### **5.5.2.2 Acque sotterranee potabili**

Nelle tabelle seguenti si riportano i parametri da analizzare nei campioni di acqua sotterranea potabile prelevata presso i punti della rete di monitoraggio.

Piano di monitoraggio ambientale

Parametro	Metodo analitico
Colore	(APAT CNR IRSA-2020/A Man29:2003)
Odore	(APAT CNR IRSA-2050 Man29:2003)
Torbidità	(APAT CNR IRSA-2110/A Man29:2003)
TAC titolo alcali metrico	(IRSA-CNR-Quad.100:1994-2040)
TH grado idrometrico	(APAT CNR IRSA-2040/A Man29:2003)
TOC	(Hach Lange LCK 385)
Residuo fisso a 180°C	(APAT CNR IRSA-2090 Man. 29:2003)
Cianuri	(Hach Lange LCK 315)
Cloro attivo Cl <sub>2</sub>	(APAT CNR IRSA-4080/A Man29:2003)
Cloruri come Cl <sup>-</sup>	(APAT CNR IRSA-4020/A Man29:2003)
CO <sub>3</sub>	(APAT CNR IRSA-2010/B Man29:2003)
F	(APAT CNR IRSA-4020/A Man29:2003)
Fluoruri	(APAT CNR IRSA-4020/A Man29:2003)
Fosforo totale	(UNI EN ISO 11885:2000)
HCO <sub>3</sub>	(APAT CNR IRSA-2020/A Man29:2003)
NH <sub>4</sub>	(APAT CNR IRSA-4030/A Man29:2003)
NO <sub>2</sub>	(APAT CNR IRSA-4020/A Man29:2003)
NO <sub>3</sub>	(APAT CNR IRSA-4020/A Man29:2003)
Ossidabilità Kübel	(UNI EN ISO 8467:1997)
PO <sub>4</sub>	(APAT CNR IRSA-4020/A Man29:2003)
SO <sub>4</sub>	(APAT CNR IRSA-2020/A Man29:2003)
Ag	(UNI EN ISO 11885:2000)
Al	(UNI EN ISO 11885:2000)
As	(UNI EN ISO 11885:2000)
B	(UNI EN ISO 11885:2000)
Ba	(UNI EN ISO 11885:2000)
Be	(UNI EN ISO 11885:2000)
Ca	(UNI EN ISO 11885:2000)
Cd	(UNI EN ISO 11885:2000)
Co	(UNI EN ISO 11885:2000)
Cr	(UNI EN ISO 11885:2000)
Cr VI	(APAT CNR IRSA-3150/A Man29:2003)
Cr III	(APAT CNR IRSA-3020 Man29:2003)
Cu	(UNI EN ISO 11885:2000)
Fe	(UNI EN ISO 11885:2000)
Hg	(APAT CNR IRSA-3200/A Man29:2003)
K	(UNI EN ISO 11885:2000)
Li	(UNI EN ISO 11885:2000)
Mg	(UNI EN ISO 11885:2000)
Mn	(UNI EN ISO 11885:2000)
Na	(UNI EN ISO 11885:2000)
Ni	(UNI EN ISO 11885:2000)
Pb	(UNI EN ISO 11885:2000)
Sb	(UNI EN ISO 11885:2000)
Se	(UNI EN ISO 11885:2000)
SiO <sub>2</sub>	(APAT CNR IRSA-4130/A Man29:2003)
Sr	(UNI EN ISO 11885:2000)
V	(UNI EN ISO 11885:2000)
Zn	(UNI EN ISO 11885:2000)
BTEX (Benzene ; Etilbenzene, Stirene ; Toluene ; Xilene)*	(APAT CNR IRSA-5140/A Man29:2003)
IPA : Benzo(a)Atracene; Benzo(a)Pirene; Benzo(b)Fluoroantene; Benzo(k)Fluoroantene; Benzo(g,h,i)Perilene; Crisene; Dibenzo(a,h)Antracene; Indeno(1,2,3-cd)Pirene; Pirene; Sommatoria di	(APAT CNR IRSA-5080/A Man29:2003)

Piano di monitoraggio ambientale

Parametro	Metodo analitico
Benzo(b)Fluoroantene, Benzo(k)Fluoroantene; Benzo(g,h,i)Perilene; Indeno(1,2,3-cd)Pirene	
Idrocarburi totali	(UNICHIM 1645 A:03)
Tetracloroetilene	(APAT CNR IRSA – 5150 Man. 29:2003)
Cloruro di Vinile	(APAT CNR IRSA – 5150 Man. 29:2003)
Tricloroetilene	(APAT CNR IRSA – 5150 Man. 29:2003)
Trialomtani – Totale : Cloroformio; Bromoformio; Dibromoclorometano; Bromodiclorometano	(APAT CNR IRSA – 5150 Man. 29:2003)
Tensioattivi anionici <sup>(1)</sup>	(APAT CNR IRSA-5170 Man: 29:2003)
Tensioattivi non ionici <sup>(1)</sup>	(UNI EN 10511.1:1996)
Tensioattivi cationici <sup>(1)</sup>	(Hach-Lange LCK331)
Amianto	

**Tabella 25** – Parametri chimici da analizzare per i campioni prelevati presso i punti di acqua sotterranea potabile (in parentesi sono indicati i metodi di prova). <sup>(1)</sup> L'analisi dei tensioattivi è prevista per i punti di monitoraggio delle aree di cantiere

Analisi microbiologiche
<i>Escherichia coli</i> (UNI EN ISO 9308-1:2002)
Enterococchi (UNI EN ISO 7899-2:2003)
Conteggio delle colonie a 22°C (UNI EN ISO 6222:2001)
Coliformi totali (UNI EN ISO 9308-1:2002)

**Tabella 26** – Analisi microbiologiche da eseguire sui campioni di acqua sotterranea potabile (in parentesi sono indicati i metodi di prova)

Caratterizzazione radiometrica
Conteggio alfa-beta totale*
* in funzione del superamento del limite (0,1 Bq/l per alfa totale e 1 Bq/l per beta totale) sarà eseguita la determinazione dei seguenti parametri : Radio, Uranio, Radon disciolti.

**Tabella 27** – Parametri da analizzare per la caratterizzazione radiometrica dei campioni di acqua sotterranea potabile

Analisi isotopiche
Ossigeno 18
Deuterio
Trizio

**Tabella 28** – Parametri da analizzare per le analisi isotopiche dei campioni di acqua sotterranea potabile

### **5.5.3 Modalità di esecuzione delle misure e dei campionamenti**

Le misure in campo saranno condotte da personale tecnico qualificato ed opportunamente istruito sulla base delle specifiche necessità delle presente campagna di monitoraggio.

I dati rilevati in sito saranno riportati su apposita scheda di rilevamento.

Il prelievo delle acque di sorgente verrà condotto secondo quanto previsto dalla metodica APAT CNR IRSA-1030 Man. 29:2003.

Il campionamento delle acque sotterranee da pozzi e piezometri sarà svolto in conformità a quanto previsto norma ISO 5667-11 “Water quality – sampling – Part. 11: Guidance of sampling of ground waters”. Il prelievo del campione sarà effettuato in modalità statica, tramite campionatore monouso in polietilene (PE). Per il campionamento saranno utilizzate bottiglie monouso in vetro scuro riempite fino al menisco, evitando il ristagno di aria, ed etichettate: sull’etichetta saranno riportati la data di prelievo, il punto di campionamento e la denominazione del campione. Per ogni punto di campionamento sarà compilato un verbale di campionamento in duplice copia. I campioni di acqua saranno trasportati presso il laboratorio di analisi avendo cura che il trasporto avvenga in condizioni di temperatura idonee ( $4^{\circ}\text{C} + 2^{\circ}\text{C}$ ) e che i campioni siano consegnati al laboratorio di analisi entro 24 ore. L’invio dei campioni al laboratorio sarà corredato da una catena di custodia in cui sarà riportato l’elenco dei campioni inviati e le relative analisi di laboratorio previste per ciascun campione. La catena dovrà essere firmata dal responsabile del campionamento, controfirmata dal laboratorio e rinviata al responsabile del campionamento per la sua archiviazione.

### **5.6 Organizzazione delle attività di monitoraggio**

Il monitoraggio sarà articolato in tre fasi:

- Monitoraggio Ante operam (MAO);
- Monitoraggio in Corso d’opera (MCO);
- Monitoraggio Post operam (MPO).

Di seguito vengono espone le finalità delle differenti fasi operative e, per ciascuna di esse, viene indicata la durata e la frequenza del monitoraggio.

#### **5.6.1 Monitoraggio Ante operam (MAO)**

Il monitoraggio AO è finalizzato ad una definizione preliminare delle condizioni della componente in assenza di pressioni indotte dalle azioni progettuali. Le informazioni acquisite in questa fase operativa andranno a completare il quadro conoscitivo acquisito con le precedenti fasi progettuali e con il monitoraggio delle risorse idriche in corso per la bassa Valle Susa.

In questa fase, oltre alle misure in sito ed ai campionamenti, si prevede di condurre gli accertamenti di seguito riportati:

- Verifica presso gli enti locali deputati al controllo delle acque sotterranee di tutti i dati disponibili che possono essere utili ai fini del progetto di monitoraggio;
- Allestimento dei piezometri previsti dalla rete di monitoraggio e non ancora presenti sul territorio;
- Coordinamento delle attività di realizzazione delle singole stazioni di misura sulla base del programma temporale dei lavori per i singoli interventi;
- Ottimizzazione temporale delle attività di misura e prelievo sulla base del programma temporale dei lavori per le opere ricadenti nelle singole aree di monitoraggio;

- Misura dei livelli piezometrici nei punti di misura (piezometri) e ove possibile definizione delle direzioni di flusso medio;
- Definizione delle caratteristiche fisico-chimico e batteriologiche delle acque sotterranee tramite il prelievo e l'analisi di campioni d'acqua dai piezometri di ciascun area;
- Verifica ed eventuale revisione dei punti della rete di e dei parametri da monitorare per garantire l'allineamento delle attività di misura con le caratteristiche del progetto.

**Durata** - il monitoraggio AO dovrà cominciare con l'inizio dell'anno idrologico precedente all'inizio delle lavorazioni (12 mesi).

**Frequenza** - le misure dovranno essere condotte come segue:

- misure in sito – mensile (12 misure per punto);
- prelievo campioni e analisi di laboratorio – semestrale (2 misure per punto).

### **5.6.2 Monitoraggio in Corso d'opera (MCO)**

Il monitoraggio in CO è finalizzato alla verifica delle previsioni in relazione alle pressioni indotte sulla componente dalle differenti azioni progettuali. Le attività di monitoraggio sono definite e cadenzate in accordo con i tipi di lavorazione previste dal cronoprogramma lavori, al fine di premettere il tempestivo rilevamento di variazioni dello stato della componente così da attivare prontamente le opportune misure correttive.

In CO la durata degli accertamenti è variabile a seconda delle opere e delle strutture del piano lavori:

- Opere in sottterraneo;
- Opere all'aperto;
- Aree di deposito temporaneo;
- Aree di recupero ambientale;
- Aree di cantiere.

In questa fase si prevede:

- Valutazione quantitativa e qualitativa dello stato degli acquiferi di versante mediante monitoraggio costante delle sorgenti, per valutare il grado di interferenza delle operazioni di scavo in sottterraneo con il sistema degli acquiferi localizzati negli ammassi rocciosi;
- Valutazione quantitativa e qualitativa dello stato degli acquiferi di fondovalle mediante monitoraggio costante dei pozzi e piezometri della rete, per valutare il grado di interferenza delle operazioni di scavo in sottterraneo, di cantiere e di gestione inerti con il sistema degli acquiferi localizzati entro i depositi quaternari.

Particolare attenzione dovrà essere posta in riferimento ai seguenti aspetti:

- lo stato delle risorse idropotabile;
- livelli radiometrici rilevati nelle acque;
- presenza di fibre di amianto conseguenti alle operazioni di scavo in sottterraneo, in particolare per il tratto iniziale del Tunnel di Base dall'imbocco posto nella Piana di Susa.

**Durata** - il monitoraggio in CO è previsto per tutta la durata dei lavori (10 anni).

**Frequenza** - la frequenza delle misure si articolerà secondo lo schema seguente:



- misure in sito: dovranno essere condotte con cadenza bimestrale per tutta la rete di monitoraggio. Per i settori direttamente interessati da lavorazione la frequenza dovrà essere mensile;
- analisi di laboratorio:
  - saranno attivate per i punti lungo il tracciato interessati dalle azioni progettuali con cadenza mensile;
  - per le aree di cantiere è previsto il prelievo di campioni e l'analisi di laboratorio degli stessi con cadenza bimestrale,
  - per i pozzi ad uso idropotabile del fondovalle è prevista una frequenza mensile;

per le sorgenti non potabili poste ad una quota superiore alla quota di scavo delle opere in sottoterraneo non si prevede il prelievo di campioni, ma la sola esecuzione delle misure in sito.

### **5.6.3 Monitoraggio Post operam (MPO)**

Il monitoraggio PO è finalizzato alla verifica dello stato della componente a seguito delle pressioni indotte dalle azioni progettuali e quale verifica dell'efficacia delle misure adottate contestualmente alla realizzazione dell'opera.

Le finalità delle attività della fase operativa in esame sono pertanto simili a quelle definite per il monitoraggio in CO:

- Valutazione quantitativa e qualitativa dello stato degli acquiferi di versante mediante monitoraggio delle sorgenti, per valutare il grado finale di interferenza delle operazioni di scavo in sottoterraneo con il sistema degli acquiferi localizzati negli ammassi rocciosi;
- Valutazione quantitativa e qualitativa dello stato degli acquiferi di fondovalle mediante monitoraggio costante dei pozzi e piezometri della rete.
- Verifica ed eventuale revisione dei punti della rete di e dei parametri da monitorare per garantire l'allineamento delle attività di misura con le caratteristiche del progetto.

**Durata** - il monitoraggio PO dovrà cominciare con l'inizio dell'anno idrologico successivo alla fine delle lavorazioni (12 mesi).

**Frequenza** - le misure dovranno essere condotte come segue:

- misure in sito – stagionale (4 misure per punto);
- prelievo campioni e analisi di laboratorio – semestrale (2 misure per punto).

### **5.6.4 Monitoraggio Ante operam (MAO)**

Il monitoraggio AO è finalizzato ad una definizione preliminare delle condizioni di radioattività propri degli ammassi rocciosi e terreni dei siti presso i quali è previsto l'impiego del materiale di scavo, definendo così il valore del fondo naturale.

**Durata** - il monitoraggio AO dovrà cominciare con l'inizio dell'anno idrologico precedente all'inizio delle lavorazioni (12 mesi).

**Frequenza** - le misure avranno cadenza semestrale (2 misure per punto).

### **5.6.5 Monitoraggio in Corso d'opera (MCO)**

Il monitoraggio in CO è finalizzato alla verifica del livello di radioattività dei materiali di scavo impiegati per gli interventi di recupero ambientale. Le attività di monitoraggio sono definite e cadenzate in accordo con i tipi di lavorazione previste dal cronoprogramma lavori, al fine di premettere il tempestivo rilevamento di variazioni dello stato della componente così da attivare prontamente le opportune misure correttive.

**Durata** - il monitoraggio in CO è previsto per tutta la durata dei lavori (9 anni).

**Frequenza** - la frequenza delle misure dovrà essere trimestrale (36 misure per punto), da incrementare in accordo con le risultanze del monitoraggio delle polveri radioattive aerodisperse.

### **5.6.6 Monitoraggio Post operam (MPO)**

Il monitoraggio PO è finalizzato alla verifica dello stato della componente a seguito delle pressioni indotte dalle azioni progettuali e quale verifica dell'efficacia delle misure adottate contestualmente alla realizzazione dell'opera.

**Durata** - il monitoraggio AO dovrà cominciare con l'inizio dell'anno idrologico precedente all'inizio delle lavorazioni (12 mesi).

**Frequenza** - le misure avranno cadenza semestrale (2 misure per punto).

## 6. Atmosfera

### 6.1 Premessa e obiettivi

Obiettivo del monitoraggio dell'atmosfera per l'ante opera, il CO ed il PO della linea Torino-Lione sarà quello di monitorare le emissioni in atmosfera e il loro impatto sulle aree circostanti, valutando anche eventuali miglioramenti o peggioramenti della qualità dell'aria al termine della realizzazione dell'opera.

Il monitoraggio dell'atmosfera ha la finalità di:

- controllare la qualità dell'aria durante la fase costruttiva, al fine di attribuire correttamente eventuali contributi del peggioramento della qualità dell'aria alle operazioni legate alla realizzazione dell'opera;
- verificare che i limiti normativi per la qualità dell'aria siano rispettati al fine di garantire la protezione della salute umana, della vegetazione e degli ecosistemi, con particolare attenzione ai ricettori sensibili individuati;
- individuare eventuali criticità legate alle lavorazioni effettuate, per intervenire con opportune azioni mitigative al fine di riportare i valori di qualità dell'aria al di sotto dei limiti accettabili.

In generale, si vogliono analizzare:

- deposizioni totali, con la verifica delle concentrazioni di metalli pesanti;
- inquinanti da traffico veicolare;
- fibre di amianto;
- radioattività delle particelle aerodisperse;
- gas radon.

### 6.2 Parametri da rilevare

Le attività di monitoraggio saranno riferite alla misurazione della concentrazioni di polveri (PM<sub>10</sub> e PM<sub>2,5</sub>) e dei principali inquinanti da traffico (CO, NO<sub>x</sub>, SO<sub>2</sub>, benzene, ecc.); tali concentrazioni possono assumere maggiore importanza a livello locale in corrispondenza di infrastrutture di trasporto ad intenso traffico. In considerazione della caratterizzazione ambientale del corridoio, le attività di monitoraggio per la componente atmosfera riguarderanno la caratterizzazione della qualità dell'aria tramite:

- misura delle deposizioni atmosferiche totali e di alcuni metalli pesanti (Pb, Cd, Ni, Cr, Fe, Cu, Zn, Ar, Hg) in prossimità di recettori;
- misura dei principali inquinanti atmosferici, quali CO, NO<sub>x</sub>, NO, NO<sub>2</sub>, SO<sub>2</sub>, O<sub>3</sub>, PM<sub>10</sub> e PM<sub>2,5</sub> (con la misura dei principali metalli), benzene e benzo(a)pirene legati ai flussi di traffico;
- misura delle concentrazioni di fibre di amianto aerodisperse in prossimità di recettori;
- misure della radioattività delle particelle aerodisperse in atmosfera e gas radon;
- misure di dati meteorologici.

### 6.3 Individuazione dei punti di campionamento

Sulla base dei risultati delle simulazioni della dispersione in aria dei principali inquinanti atmosferici, sono state definite le zone più rappresentative ove ubicare il monitoraggio della qualità dell'aria.

In tali aree viene previsto il monitoraggio della qualità dell'aria in AO (durata 1 anno), in CO (durata prevista 12 anni) e in PO (durata 1 anno), secondo i punti di misura riportati nelle carte PD2\_C3C\_TS3\_2061: Album - Ubicazione dei punti di monitoraggio Ante operam, PD2\_C3C\_TS3\_2062: Album - Ubicazione dei punti di monitoraggio Corso d'Opera e PD2\_C3C\_TS3\_2063: Album - Ubicazione dei punti di monitoraggio Post operam.

Per rispondere alla Richiesta di Approfondimento n. 94 dell' Allegato 1 alla lettera prot. n.CTVA-2014-0812 del 06/03/2014 della Regione Piemonte sul Progetto Definitivo della Nuova Linea Torino Lione, di seguito sono riportate le tabelle con indicati i punti di monitoraggio distinti in termini di codifica localizzativa e metodologica.

Ovvero, per quanto concerne la codifica localizzativa, come riportato in **Tabella 1**, è la seguente:

AMBITO	SOTTOAMBITO	SIGLA
ATmosfera	Ricettori	AT R
ATmosfera	Cantieri	AT C

**Tabella 29** – Codifica degli ambiti di monitoraggio della qualità dell'aria

In **Tabella 30** si riporta la codifica metodologica contenente nella fattispecie la nomenclatura utilizzata a seconda del tipo di parametro da monitorare:

PARAMETRO DA RILEVARE	CODICE IDENTIFICATIVO
Inquinanti atmosferici, dati metereologici	ATM
Radioattività particelle aerodisperse	Rad
Polveri sospese PM <sub>10</sub> e PM <sub>2,5</sub>	PO
Deposizioni atmosferiche totali e metalli	DEP
Misura delle concentrazioni di fibre di amianto aerodisperse	AM
Radon	Rn
PM <sub>10</sub> in continuo con risoluzione oraria	PM10

**Tabella 30** – Codifiche dei parametri da monitorare

Infine, come da Richiesta di Approfondimento n. 94, la localizzazione dei punti di monitoraggio è stata definita tenendo conto dei ricettori sensibili sulla base delle zone di massima ricaduta delle emissioni e sarà condivisa con i soggetti competenti nel corso delle istruttorie.

Nella Tabella sottostante sono indicate, per le principali azioni di progetto, le potenziali interferenze sulla componente atmosfera e, in linea generale, le azioni di controllo degli impatti.

Piano di monitoraggio ambientale

AZIONI PROGETTO	DI	POTENZIALI DERIVATI	IMPATTI	MITIGAZIONI E CONTROLLI
Fronte di scavo con metodo tradizionale senza l'uso di esplosivo				Porta di accesso al Tunnel, depressurizzazione del Tunnel e filtrazione assoluta delle polveri captate al fronte di scavo. Sistema di ventilazione per proteggere adeguatamente sia i lavoratori operanti in galleria sia l'ambiente esterno.
Fronte di scavo con metodo tradizionale/meccanizzato				Impianto di ventilazione per l'abbattimento di inquinanti in galleria per diluire gli inquinanti presenti normalmente durante lo svolgersi delle lavorazioni all'interno della galleria in fase di scavo.
Attività di cantiere				Schermatura degli impianti di cantiere sorgenti di polveri, quali : nastri trasportatori completamente chiusi, impianto di betonaggio, impianto di prefabbricazione conci, impianto di valorizzazione, impianto di produzione di aria industriale, impianto di caricamento dei materiali di scavo verso i siti di deposito. Pulizia piazzali delle aree di lavorazione. Utilizzo di impianti di nebulizzazione in prossimità delle lavorazioni, impianti o attrezzature.
Movimentazione mezzi		Dispersione polveri/inquinanti in atmosfera	di	Pulizia sedi stradali utilizzate dal traffico di cantiere. Impianto lavaggio degli automezzi. Utilizzo di mezzi e macchinari con motori a scoppio per lo stretto necessario alle operazioni di cantiere e manutenzione dei dispositivi di scarico; rispetto della pianificazione delle attività di manutenzione sui macchinari.
Stoccaggio e aree di carico dei materiali				Saranno predisposte coperture con teli, tettoie, contenitori e imballaggi. In particolare per quanto concerne il deposito temporaneo dei materiali di scavo, lo stoccaggio dei materiali avverrà in vani in calcestruzzo disposti all'interno di tenso-strutture e quindi coperti integralmente, in grado di contenere le polveri, evitandone la dispersione in atmosfera. Bagnatura cumuli.
Spostamenti casa/lavoro delle maestranze				Le maestranze saranno alloggiate presso strutture ricettive localizzate in Val di Susa al fine di di minimizzare l'impatto del trasporto del personale verso i cantieri. Gli spostamenti saranno effettuati con autoveicoli in equipaggi formati da quattro persone e per il raggiungimento dei cantieri sarà interessata in particolar modo la viabilità locale.

**Tabella 31** – Sintesi delle azioni di progetto, potenziali impatti e mitigazioni/controlli

In considerazione della presenza o meno delle citate azioni d'impatto e della sensibilità/importanza ambientale dell'atmosfera, sono stati tarati le frequenze di rilievo ed i parametri indicatori.

Si evidenzia che in caso di particolari anomalie riscontrate durante le lavorazioni, potranno essere previste eventuali variazioni al piano di monitoraggio ambientale con la possibilità di rimodulare le campagne e ridefinire il numero di punti di monitoraggio attivi, come da Richiesta di Approfondimento della Regione Piemonte n. 91.

La **Tabella 32**, la **Tabella 33** e la **Tabella 34** riportano rispettivamente i punti di monitoraggio previsti nelle fasi di AO, PO e nella fase di CO. Tali punti hanno lo scopo di monitorare la qualità dell'aria durante le lavorazioni meno impattanti.

In **Tabella 35** e **Tabella 36** si riportano i punti di monitoraggio previsti nelle fasi di AO e CO durante le attività ritenute più critiche **sulla base del cronoprogramma dei lavori**, ottemperando alla prescrizione 24 del CIPE, ovvero per gli scavi del Tunnel di Base, Tunnel di Interconnessione Ovest e di Maddalena sono oggetto di monitoraggio ambientale i seguenti parametri:

- radioattività delle particelle aerodisperse,
- gas radon.

**Per questi parametri ambientali, la durata del campionamento durante l'AO ed il CO, con riferimento alle lavorazioni più impattanti, è in continuo.**

Per quanto relativo al Tunnel di Base, durante il periodo di scavo dei primi 350-400 m, in ottemperanza alla prescrizione 16 del CIPE si prevede il monitoraggio delle fibre di amianto aerodisperse, in relazione alla potenziale presenza di rocce contenenti fibre asbestiformi.

Qualora il monitoraggio del marino, per il quale si rimanda al documento di gestione delle rocce di scavo, dovesse rilevare la presenza di fibre amiantifere, sarà previsto un punto aggiuntivo di monitoraggio delle fibre in corrispondenza del ricettore più prossimo al cantiere.

Per ciascun imbocco si prevede il monitoraggio dei parametri sopra elencati proponendo un punto di monitoraggio in corrispondenza dell'imbocco e un punto di controllo in corrispondenza del ricettore più prossimo al cantiere. In tale modo è possibile valutare la dispersione dell'inquinante nell'ambiente circostante. La frequenza di monitoraggio prevista per il CO varia a seconda delle attività e delle lavorazioni pianificate dalla cantierizzazione: semestrale/trimestrale/bimestrale durante la normale attività di cantiere, in continuo ma al netto dei fermi tecnici durante le fasi di scavo.

Piano di monitoraggio ambientale

<i>Comune - frazione</i>	<i>Identificativo</i>	<i>Parametri</i>	<i>Frequenza AO</i>	<i>Durata</i>
Chiomonte - Regione Seigneur	ATR-ATM-CHM-01	Inquinanti atmosferici, dati metereologici	Semestrale	15 giorni
	ATR-Rad-CHM-01	Radioattività particelle aerodisperse	Vedere Tabella 36	
	ATR-PO-CHM-01	PM <sub>10</sub> e PM <sub>2,5</sub>	Semestrale	30 giorni
	ATR-DEP-CHM-01	Deposizioni totali e metalli	Semestrale	15 giorni
	ATR-AM-CHM-01	Misura delle concentrazioni di fibre di amianto aerodisperse	Quadrimestrale	8 ore
Susa – Borgata Braide	ATR-PO-SUS-01	PM <sub>10</sub> e PM <sub>2,5</sub>	Semestrale	30 giorni
	ATR-AM-SUS-01	Misura delle concentrazioni di fibre di amianto aerodisperse	Quadrimestrale	8 ore
Susa – Frazione S. Giuliano	ATR-ATM-SUS-02	Inquinanti atmosferici, dati metereologici	Semestrale	15 giorni
	ATR-Rad-SUS-02	Radioattività particelle aerodisperse	Semestrale	15 giorni
	ATR-PO-SUS-02	PM <sub>10</sub> e PM <sub>2,5</sub>	Semestrale	30 giorni
	ATR-DEP-SUS-02	Deposizioni totali e metalli	Semestrale	15 giorni
	ATR-AM-SUS-02	Misura delle concentrazioni di fibre di amianto aerodisperse	Quadrimestrale	8 ore
Susa – Traduerivi	ATR-PO-SUS-03	PM <sub>10</sub> e PM <sub>2,5</sub>	Semestrale	30 giorni
	ATR-AM-SUS-03	Misura delle concentrazioni di fibre di amianto aerodisperse	Quadrimestrale	8 ore
Susa – Coldimosso	ATR-PO-SUS-04	PM <sub>10</sub> e PM <sub>2,5</sub>	Semestrale	30 giorni
	ATR-AM-SUS-04	Misura delle concentrazioni di fibre di amianto aerodisperse	Quadrimestrale	8 ore
Bussoleno - Santa Petronilla	ATR-PO-BUS-01	PM <sub>10</sub> e PM <sub>2,5</sub>	Semestrale	30 giorni
	ATR-AM-BUS-01	Misura delle concentrazioni di fibre di amianto aerodisperse	Quadrimestrale	8 ore
Caprie	ATR-ATM-CAP-01	Inquinanti atmosferici, dati metereologici	Semestrale	15 giorni
	ATR-Rad-CAP-01	Radioattività particelle aerodisperse	Semestrale	15 giorni
	ATR-PO-CAP-01	PM <sub>10</sub> e PM <sub>2,5</sub>	Semestrale	30 giorni
	ATR-DEP-CAP-01	Deposizioni totali e metalli	Semestrale	15 giorni
Torrazza Piemonte	ATR-ATM-TOR-01	Inquinanti atmosferici, dati metereologici	Semestrale	15 giorni
	ATR-Rad-TOR-01	Radioattività particelle aerodisperse	Semestrale	15 giorni
	ATR-PO-TOR-01	PM <sub>10</sub> e PM <sub>2,5</sub>	Semestrale	30 giorni
	ATR-DEP-TOR-01	Deposizioni totali e metalli	Semestrale	15 giorni

**Tabella 32 – Ubicazione dei punti di misura AO della componente atmosfera**

Piano di monitoraggio ambientale

<i>Comune - frazione</i>	<i>Identificativo</i>	<i>Parametri</i>	<i>Frequenza PO</i>	<i>Durata</i>
Chiomonte - Regione Seigneur	ATR-ATM-CHM-01	Inquinanti atmosferici, dati meteorologici	Semestrale	15 giorni
	ATR-Rad-CHM-01	Radioattività particelle aerodisperse	Semestrale	15 giorni
	ATR-PO-CHM-01	PM <sub>10</sub> e PM <sub>2,5</sub>	Semestrale	30 giorni
	ATR-DEP-CHM-01	Deposizioni totali e metalli	Semestrale	15 giorni
	ATR-AM-CHM-01	Misura delle concentrazioni di fibre di amianto aerodisperse	Quadrimestrale	8 ore
Susà – Borgata Braide	ATR-PO-SUS-01	PM <sub>10</sub> e PM <sub>2,5</sub>	Semestrale	30 giorni
	ATR-AM-SUS-01	Misura delle concentrazioni di fibre di amianto aerodisperse	Quadrimestrale	8 ore
Susà – Frazione S. Giuliano	ATR-ATM-SUS-02	Inquinanti atmosferici, dati meteorologici	Semestrale	15 giorni
	ATR-Rad-SUS-02	Radioattività particelle aerodisperse	Semestrale	15 giorni
	ATR-PO-SUS-02	PM <sub>10</sub> e PM <sub>2,5</sub>	Semestrale	30 giorni
	ATR-DEP-SUS-02	Deposizioni totali e metalli	Semestrale	15 giorni
	ATR-AM-SUS-02	Misura delle concentrazioni di fibre di amianto aerodisperse	Quadrimestrale	8 ore
Susà – Traduerivi	ATR-PO-SUS-03	PM <sub>10</sub> e PM <sub>2,5</sub>	Semestrale	30 giorni
	ATR-AM-SUS-03	Misura delle concentrazioni di fibre di amianto aerodisperse	Quadrimestrale	8 ore
Susà – Coldimosso	ATR-PO-SUS-04	PM <sub>10</sub> e PM <sub>2,5</sub>	Semestrale	30 giorni
	ATR-AM-SUS-04	Misura delle concentrazioni di fibre di amianto aerodisperse	Quadrimestrale	8 ore
Bussoleno - Santa Petronilla	ATR-PO-BUS-01	PM <sub>10</sub> e PM <sub>2,5</sub>	Semestrale	30 giorni
	ATR-AM-BUS-01	Misura delle concentrazioni di fibre di amianto aerodisperse	Quadrimestrale	8 ore
Caprie	ATR-ATM-CAP-01	Inquinanti atmosferici, dati meteorologici	Semestrale	15 giorni
	ATR-Rad-CAP-01	Radioattività particelle aerodisperse	Semestrale	15 giorni
	ATR-PO-CAP-01	PM <sub>10</sub> e PM <sub>2,5</sub>	Semestrale	30 giorni
	ATR-DEP-CAP-01	Deposizioni totali e metalli	Semestrale	15 giorni
Torrazza Piemonte	ATR-ATM-TOR-01	Inquinanti atmosferici, dati meteorologici	Semestrale	15 giorni
	ATR-Rad-TOR-01	Radioattività particelle aerodisperse	Semestrale	15 giorni
	ATR-PO-TOR-01	PM <sub>10</sub> e PM <sub>2,5</sub>	Semestrale	30 giorni
	ATR-DEP-TOR-01	Deposizioni totali e metalli	Semestrale	15 giorni

**Tabella 33 – Ubicazione dei punti di misura PO della componente atmosfera**



Piano di monitoraggio ambientale

Comune - frazione	Identificativo	Parametri	Frequenza CO	Durata
Chiomonte - Regione Seigneur	ATR-ATM-CHM-01	Inquinanti atmosferici, dati metereologici	Semestrale	15 giorni
	ATR-Rad-CHM-01	Radioattività particelle aerodisperse (*)	Semestrale	15 giorni
	ATR-PO-CHM-01	PM <sub>10</sub> e PM <sub>2,5</sub>	Trimestrale	30 giorni
	ATR-DEP-CHM-01	Deposizioni totali e metalli	Trimestrale	15 giorni
	ATR-AM-CHM-01	Misura delle concentrazioni di fibre di amianto aerodisperse	Bimestrale	8 ore
Susà – Borgata Braide	ATR-PO-SUS-01	PM <sub>10</sub> e PM <sub>2,5</sub>	Trimestrale	30 giorni
	ATR-AM-SUS-01	Misura delle concentrazioni di fibre di amianto aerodisperse	Bimestrale	8 ore
Susà – Frazione S. Giuliano	ATR-ATM-SUS-02	Inquinanti atmosferici, dati metereologici	Semestrale	15 giorni
	ATR-Rad-SUS-02	Radioattività particelle aerodisperse	Semestrale	15 giorni
	ATR-PO-SUS-02	PM <sub>10</sub> e PM <sub>2,5</sub>	Trimestrale	30 giorni
	ATR-DEP-SUS-02	Deposizioni totali e metalli	Trimestrale	15 giorni
	ATR-AM-SUS-02	Misura delle concentrazioni di fibre di amianto aerodisperse	Bimestrale	8 ore
	ATR-PM10-SUS-02	PM <sub>10</sub> in continuo con risoluzione oraria	In continuo	
Susà – Traduerivi	ATR-PO-SUS-03	PM <sub>10</sub> e PM <sub>2,5</sub>	Trimestrale	30 giorni
	ATR-AM-SUS-03	Misura delle concentrazioni di fibre di amianto aerodisperse	Bimestrale	8 ore
	ATR-PM10-SUS-03	PM <sub>10</sub> in continuo con risoluzione oraria	In continuo	
Susà – Coldimosso	ATR-PO-SUS-04	PM <sub>10</sub> e PM <sub>2,5</sub>	Trimestrale	30 giorni
	ATR-AM-SUS-04	Misura delle concentrazioni di fibre di amianto aerodisperse	Bimestrale	8 ore
Bussoleno - Santa Petronilla	ATR-PO-BUS-01	PM <sub>10</sub> e PM <sub>2,5</sub>	Trimestrale	30 giorni
	ATR-AM-BUS-01	Misura delle concentrazioni di fibre di amianto aerodisperse	Bimestrale	8 ore
Caprie	ATR-ATM-CAP-01	Inquinanti atmosferici, dati metereologici	Semestrale	15 giorni
	ATR-Rad-CAP-01	Radioattività particelle aerodisperse	Semestrale	15 giorni
	ATR-PO-CAP-01	PM <sub>10</sub> e PM <sub>2,5</sub>	Trimestrale	30 giorni
	ATR-DEP-CAP-01	Deposizioni totali e metalli	Trimestrale	15 giorni
Torrazza Piemonte	ATR-ATM-TOR-01	Inquinanti atmosferici, dati metereologici	Semestrale	15 giorni
	ATR-Rad-TOR-01	Radioattività particelle aerodisperse	Semestrale	15 giorni
	ATR-PO-TOR-01	PM <sub>10</sub> e PM <sub>2,5</sub>	Trimestrale	30 giorni
	ATR-DEP-TOR-01	Deposizioni totali e metalli	Trimestrale	15 giorni

(\*) La frequenza e la durata del monitoraggio del parametro radioattività delle particelle aerodisperse presso questo ricettore, durante le fasi di scavo, saranno sostituite col campionamento in continuo della durata di 62 mesi, vedere **Tabella 36**. Terminato tale periodo si riprende col campionamento descritto nella tabella sovrastante.

**Tabella 34 – Ubicazione dei punti di misura CO della componente atmosferica**

Piano di monitoraggio ambientale

Cantiere	Identificativo	Parametri	Frequenza		Durata
			AO	CO	
Maddalena	ATC-Rad-CHM-01	Radioattività particelle aerodisperse	1 anno	62 mesi (dal mese 16 al mese 77)	Continuo
	ATC-Rn-CHM-01	Radon	1 anno		Continuo
Imbocco Est Tunnel di Base	ATC-AM-SUS-01	Misura delle concentrazioni di fibre di amianto aerodisperse	1 anno	18 mesi (dal mese 12 al mese 29)	Continuo 3 campionamenti di 8 ore sull'arco delle 24 ore
	ATC-Rad-SUS-01	Radioattività particelle aerodisperse	1 anno	61 mesi (dal mese 12 al mese 72)	Continuo
	ATC-Rn-SUS-01	Radon	1 anno		Continuo
Imbocco Ovest Tunnel di Interconnessione	ATC-Rad-SUS-02	Radioattività particelle aerodisperse	1 anno	36 mesi (dal mese -15 al mese 21)	Continuo
	ATC-Rn-SUS-02	Radon	1 anno		Continuo

**Tabella 35** – Numero di misure in corrispondenza degli imbocchi nelle fasi di AO e CO

Comune - frazione	Cantiere	Identificativo	Parametri	Frequenza		Durata
				AO	CO	
Chiomonte - Regione Seigneur	Maddalena	ATR-Rad-CHM-01	Radioattività particelle aerodisperse	1 anno	62 mesi (dal mese 16 al mese 77)	Continuo
		ATR-Rn-CHM-01	Radon	Vedere Tabella 45		
Susa - Villa Cora	Imbocco Est Tunnel di Base	ATR-AM-SUS-05	Misura delle concentrazioni di fibre di amianto aerodisperse	1 anno	18 mesi (dal mese 12 al mese 29)	Continuo 3 campionamenti di 8 ore sull'arco delle 24 ore
		ATR-Rad-SUS-05	Radioattività particelle aerodisperse	1 anno	61 mesi (dal mese 12 al mese 72)	Continuo
		ATR-Rn-SUS-05	Radon	1 anno		Continuo
Susa – Coldimosso	Imbocco Ovest Tunnel di Interconnessione	ATR-Rad-SUS-04	Radioattività particelle aerodisperse	1 anno	36 mesi (dal mese -15 al mese 21)	Continuo
		ATR-Rn-SUS-04	Radon	1 anno		Continuo

**Tabella 36** – Numero di misure in corrispondenza dei ricettori prossimi agli scavi nelle fasi di AO e CO

Sulla base della Richiesta di Approfondimento n° 92 dell' Allegato 1 alla lettera prot. n.CTVA-2014-0812 del 06/03/2014 della Regione Piemonte sul Progetto Definitivo della Nuova Linea Torino Lione, si prevedono due punti di monitoraggio di PM<sub>10</sub> in continuo con risoluzione oraria per la durata del Corso d'Opera del Progetto (**Tabella 34**) con l'obiettivo di sorvegliare adeguatamente le attività di cantiere. La scelta della locazione è stata valutata sulla base della direzione dei venti e sugli esiti della modellazione di dispersione in aria degli inquinanti. Di seguito si riportano i punti di monitoraggio richiesti:

- Susa - Frazione S. Giuliano: ATR-PM10-SUS-02,
- Susa - Traduerivi: ATR-PM10-SUS-03.

Per l'ottemperanza della prescrizione n° 138, si colloca una stazione di monitoraggio degli inquinanti atmosferici nella porzione del SIC – Oasi xerotermica della Val di Susa che risulta esposta alle attività di cantiere. In **Tabella 37**, **Tabella 38** e **Tabella 39**, si riporta l'ubicazione del punto di misura per **AO**, **PO** e **CO**. Il campionamento durante il **CO** è rivolto alla durata dei lavori per la realizzazione dell'imbotto Est del TdB, attività più impattante per l'oasi xerotermica, nella fattispecie il periodo da monitorare inizia al mese 12 e termina al mese 72.

Mediante sopralluogo floristico vegetazionale si verificherà l'idoneità del punto di misura, che deve essere rappresentativo dell'area oggetto di studio per il monitoraggio.

Comune - frazione	Identificativo	Parametri	Frequenza AO	Durata
Susa - Oasi xerotermica	ATR-ATM-MOM-01	Inquinanti atmosferici, dati metereologici	Semestrale	15 giorni

*Tabella 37 – Ubicazione del punto di misura AO della componente atmosfera*

Comune - frazione	Identificativo	Parametri	Frequenza PO	Durata
Susa - Oasi xerotermica	ATR-ATM-MOM-01	Inquinanti atmosferici, dati metereologici	Semestrale	15 giorni

*Tabella 38 – Ubicazione del punto di misura PO della componente atmosfera*

Comune - frazione	Identificativo	Parametri	Frequenza CO	Durata
Susa - Oasi xerotermica	ATR-ATM-MOM-01	Inquinanti atmosferici, dati metereologici	Semestrale	15 giorni

*Tabella 39 – Ubicazione del punto di misura CO della componente atmosfera*

In **Tabella 40** e **Tabella 41** si riporta il numero di misure in AO, CO e PO previsti per ciascun punto. La frequenza, la durata e il numero di misure potranno subire variazioni conseguentemente ad eventuali modifiche del cronoprogramma dei lavori in fase di Progetto Esecutivo/Progetto Costruttivo nonché variazioni legate alla scelta di monitorare puntualmente le lavorazioni a maggior impatto sull'atmosfera. A tal proposito, in fase di Progetto Esecutivo/Costruttivo si finalizzerà il programma di monitoraggio ambientale, adeguato al cronoprogramma delle attività da eseguire, come da Richiesta di Approfondimento della Regione Piemonte n. 93.

In questa fase di progetto, in particolare, le attività e quindi le frequenze di monitoraggio relative alla componente dell'amianto, gas radon e radioattività sono state modulate in funzione della fase temporale più significativa ed impattante delle lavorazioni ritenute più critiche per gli scavi del Tunnel di Base, Tunnel di Interconnessione Ovest e di Maddalena.

Piano di monitoraggio ambientale

A titolo di esempio, nel caso del monitoraggio delle fibre di amianto aerodisperse in corrispondenza del punto ATR-AM-SUS-05 (Susa - Villa Cora) le attività da monitorare, poichè valutate come delicate, sono quelle che vanno dal mese 12 al mese 29 ovvero in corrispondenza del periodo di scavo dei primi 350-400 m del Tunnel di Base, come riportato nella figura sottostante.

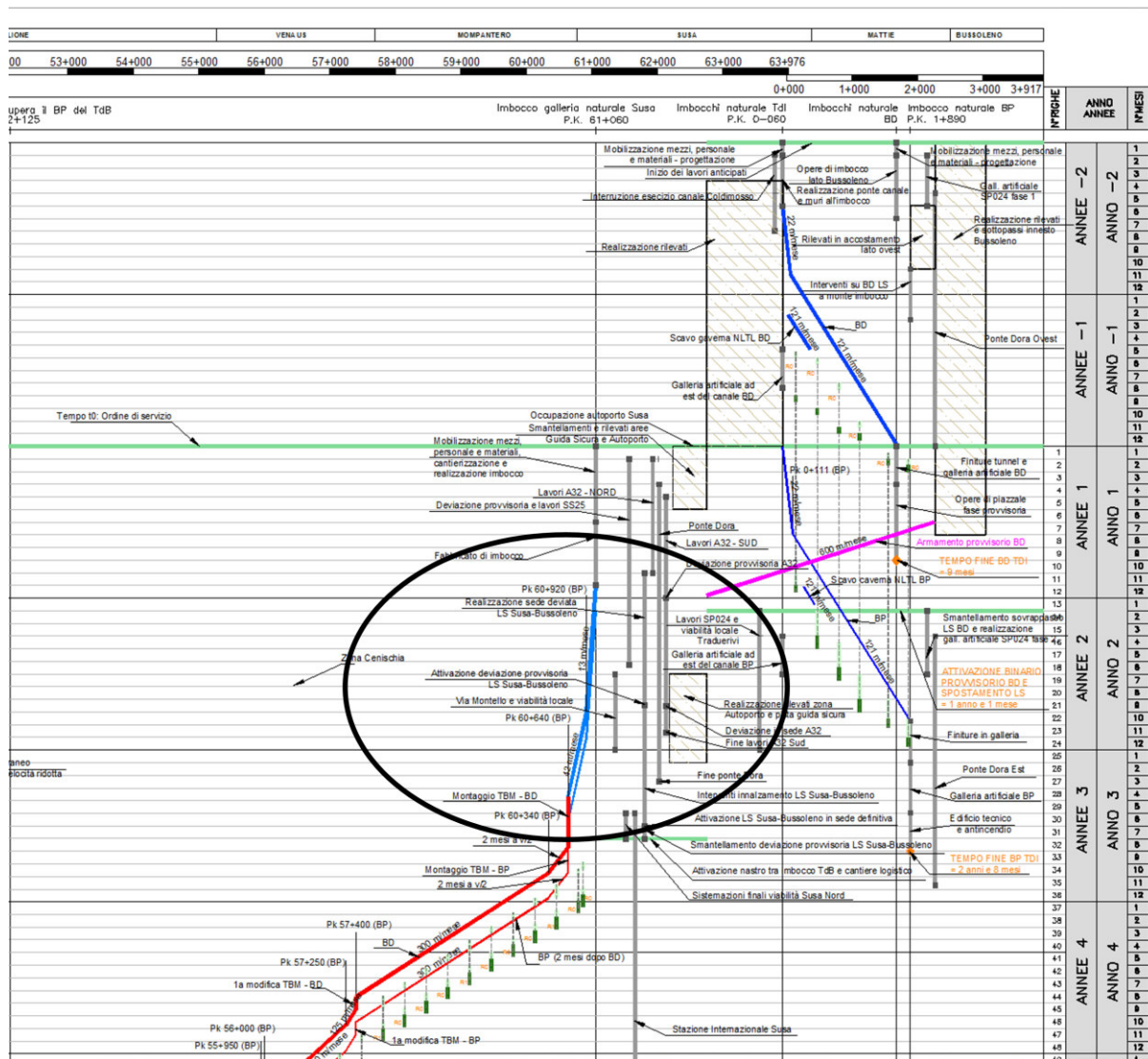


Figura 11 – Stralcio cronoprogramma - Fase scavo Tunnel di Base

Nelle aree indicate dovranno essere effettuate le misurazioni sulla componente, secondo le frequenze indicate, seguendo le metodologie di rilevamento, campionamento ed analisi indicate nel seguito. Si prevede di installare due centraline meteo rilocabili per la misura dei parametri meteorologici e per poter effettuare in maniera più oggettiva possibile l'accoppiamento dei dati di inquinanti misurati con le condizioni meteorologiche.

Si prevede di far riferimento, oltre che ai dati rilevati durante le misure, ai dati registrati dalla centralina ARPA di Susa e di Finiere.

L'ubicazione dei punti di monitoraggio seguirà, inoltre, le indicazioni del D.Lgs. 155/2010, affinché i punti di campionamento siano il più possibile rappresentativi di zone vaste ed

omogenee. Il criterio di ubicazione delle centraline deve seguire le linee guida riportate negli allegati III e VIII del D.Lgs. 155/2010.

Piano di monitoraggio ambientale

<i>CODICE</i>	<i>AO</i>	<i>CO</i>	<i>PO</i>
	<i>Parametri – N° misure</i>	<i>Parametri – N° misure</i>	<i>Parametri – N° misure</i>
ATR-ATM-CHM-01	INQ-MET – 2 misure	INQ-MET – 24 misure	INQ-MET – 2 misure
ATR-Rad-CHM-01	RAD - vedere Tabella 43	RAD (*) - 13 misure	RAD - 2 misure
ATR-PO-CHM-01	PM <sub>10</sub> -PM <sub>2,5</sub> – 2 misure	PM <sub>10</sub> -PM <sub>2,5</sub> – 48 misure	PM <sub>10</sub> -PM <sub>2,5</sub> – 2 misure
ATR-DEP-CHM-01	DEP-MET - 2 misure	DEP-MET - 48 misure	DEP-MET - 2 misure
ATR-AM-CHM-01	AMI – 3 misure	AMI – 72 misure	AMI – 3 misure
ATR-PO-SUS-01	PM <sub>10</sub> -PM <sub>2,5</sub> – 2 misure	PM <sub>10</sub> -PM <sub>2,5</sub> – 48 misure	PM <sub>10</sub> -PM <sub>2,5</sub> – 2 misure
ATR-AM-SUS-01	AMI – 3 misure	AMI – 72 misure	AMI – 3 misure
ATR-ATM-SUS-02	INQ-MET – 2 misure	INQ-MET – 24 misure	INQ-MET – 2 misure
ATR-Rad-SUS-02	RAD– 2 misure	RAD– 24 misure	RAD– 2 misure
ATR-PO-SUS-02	PM <sub>10</sub> -PM <sub>2,5</sub> – 2 misure	PM <sub>10</sub> -PM <sub>2,5</sub> – 48 misure	PM <sub>10</sub> -PM <sub>2,5</sub> – 2 misure
ATR-DEP-SUS-02	DEP-MET - 2 misure	DEP-MET - 48 misure	DEP-MET - 2 misure
ATR-AM-SUS-02	AMI – 3 misure	AMI – 72 misure	AMI – 3 misure
ATR-PO-SUS-03	PM <sub>10</sub> -PM <sub>2,5</sub> – 2 misure	PM <sub>10</sub> -PM <sub>2,5</sub> – 48 misure	PM <sub>10</sub> -PM <sub>2,5</sub> – 2 misure
ATR-AM-SUS-03	AMI – 3 misure	AMI – 72 misure	AMI – 3 misure
ATR-PO-SUS-04	PM <sub>10</sub> -PM <sub>2,5</sub> – 2 misure	PM <sub>10</sub> -PM <sub>2,5</sub> – 48 misure	PM <sub>10</sub> -PM <sub>2,5</sub> – 2 misure
ATR-AM-SUS-04	AMI – 3 misure	AMI – 72 misure	AMI – 3 misure
ATR-PO-BUS-01 (**)	PM <sub>10</sub> -PM <sub>2,5</sub> – 2 misure	PM <sub>10</sub> -PM <sub>2,5</sub> – 24 misure	PM <sub>10</sub> -PM <sub>2,5</sub> – 2 misure
ATR-AM-BUS-01 (**)	AMI – 3 misure	AMI – 36 misure	AMI – 3 misure
ATR-ATM-CAP-01	INQ-MET – 2 misure	INQ-MET – 24 misure	INQ-MET – 2 misure
ATR-Rad-CAP-01	RAD– 2 misure	RAD– 24 misure	RAD– 2 misure
ATR-PO-CAP-01	PM <sub>10</sub> -PM <sub>2,5</sub> – 2 misure	PM <sub>10</sub> -PM <sub>2,5</sub> – 48 misure	PM <sub>10</sub> -PM <sub>2,5</sub> – 2 misure
ATR-DEP-CAP-01	DEP-MET - 2 misure	DEP-MET - 48 misure	DEP-MET - 2 misure
ATR-ATM-TOR-01	INQ-MET – 2 misure	INQ-MET – 24 misure	INQ-MET – 2 misure
ATR-Rad-TOR-01	RAD– 2 misure	RAD– 24 misure	RAD– 2 misure
ATR-PO-TOR-01	PM <sub>10</sub> -PM <sub>2,5</sub> – 2 misure	PM <sub>10</sub> -PM <sub>2,5</sub> – 48 misure	PM <sub>10</sub> -PM <sub>2,5</sub> – 2 misure
ATR-DEP-TOR-01	DEP-MET - 2 misure	DEP-MET - 48 misure	DEP-MET - 2 misure

(\*) Tali misure sono relative al monitoraggio delle attività di cantiere; per le fasi di scavo si prevede un monitoraggio in continuo come da **Tabella 43**.

(\*\*) Il numero delle misure totali per il CO è stato valutato sugli anni effettivi in cui questo ricettore sarà esposto direttamente alle attività di cantiere. Si valutano circa 6 anni di lavori.

Tipologia di parametri misurati:

INQ-RAD-MET: Inquinanti atmosferici, radioattività particelle aerodisperse, dati meteorologici

PM<sub>10</sub>-PM<sub>2,5</sub>: polveri sospese

DEP-MET: Deposizioni totali e metalli

AMI: Misura delle concentrazioni di fibre di amianto aerodisperse

**Tabella 40 – Numero di misure in ciascun punto di monitoraggio in AO, CO e PO**

Piano di monitoraggio ambientale

CODICE	AO	CO	PO
	Parametri – N° misure	Parametri – N° misure	Parametri – N° misure
ATR-ATM-MOM-01	INQ-MET – 2 misure	INQ-MET – 10 misure	INQ-MET – 2 misure

**Tabella 41** – Numero di misure nel punto di monitoraggio relativo al SIC in AO, CO e PO

CODICE	AO	CO
	Parametri – N° misure	Parametri – N° misure
ATC-Rad-CHM-01	RAD - 1 anno - continuo	RAD - 62 mesi - in continuo (dal mese 16 al mese 77)
ATC-Rn-CHM-01	RADON - 1 anno - continuo	RADON - 62 mesi - in continuo (dal mese 16 al mese 77)
ATC-AM-SUS-01	AMI - 1 anno (1008 campionamenti)	AMI - 18 mesi (dal mese 12 al mese 29), 1512 campionamenti
ATC-Rad-SUS-01	RAD - 1 anno - continuo	RAD - 61 mesi - in continuo (dal mese 12 al mese 72)
ATC-Rn-SUS-01	RADON - 1 anno - continuo	RADON - 61 mesi - in continuo (dal mese 12 al mese 72)
ATC-Rad-SUS-02	RAD - 1 anno - continuo	RAD - 36 mesi - in continuo (dal mese -15 al mese 21)
ATC-Rn-SUS-02	RADON - 1 anno - continuo	RADON - 36 mesi - in continuo (dal mese -15 al mese 21)

**Tabella 42** – Numero di misure in ciascun punto di monitoraggio in fase di AO e CO in prossimità degli imbocchi

CODICE	AO	CO
	Parametri – N° misure	Parametri – N° misure
ATR-Rad-CHM-01	RAD - 1 anno - continuo	RAD - 62 mesi - in continuo (dal mese 16 al mese 77)
ATR-Rn-CHM-01	Vedere Tabella 44	Vedere Tabella 44
ATR-AM-SUS-05	AMI - 1 anno (1008 campionamenti)	AMI - 18 mesi (dal mese 12 al mese 29), 1512 campionamenti
ATR-Rad-SUS-05	RAD - 1 anno - continuo	RAD - 61 mesi - in continuo (dal mese 12 al mese 72)
ATR-Rn-SUS-05	RADON - 1 anno - continuo	RADON - 61 mesi - in continuo (dal mese 12 al mese 72)
ATR-Rad-SUS-04	RAD - 1 anno - continuo	RAD - 36 mesi - in continuo (dal mese -15 al mese 21)
ATR-Rn-SUS-04	RADON - 1 anno - continuo	RADON - 36 mesi - in continuo (dal mese -15 al mese 21)

**Tabella 43** – Numero di misure in ciascun punto di monitoraggio in AO, CO presso i ricettori più prossimi alle aree di cantiere per le fasi di scavo

Piano di monitoraggio ambientale

<i>CODICE</i>	<i>AO</i>	<i>CO</i>	<i>PO</i>
	<i>Parametri – N° misure</i>	<i>Parametri – N° misure</i>	<i>Parametri – N° misure</i>
ATR-Rn-CHM-01	RADON - 1 anno - continuo	RADON - 12 anni - continuo	RADON - 1 anno - continuo
ATR-Rn-SUS-01	RADON - 1 anno - continuo	RADON - 12 anni - continuo	RADON - 1 anno - continuo
ATR-Rn-SUS-02	RADON - 1 anno - continuo	RADON - 12 anni - continuo	RADON - 1 anno - continuo
ATR-Rn-SUS-03	RADON - 1 anno - continuo	RADON - 12 anni - continuo	RADON - 1 anno - continuo
ATR-Rn-SUS-04	Vedere Tabella 43	Vedere Tabella 43	-
ATR-Rn-SUS-05	Vedere Tabella 43	Vedere Tabella 43	-
ATR-Rn-CAP-01	RADON - 1 anno - continuo	RADON - 12 anni - continuo	RADON - 1 anno - continuo
ATR-Rn-TOR-01	RADON - 1 anno - continuo	RADON - 12 anni - continuo	RADON - 1 anno - continuo

*Tabella 44 – Numero di misure in ciascun punto di monitoraggio in AO, CO, PO presso i punti di misura di radon in aria*



## 6.4 Principali riferimenti normativi

Tutte le attività strumentali di rilevamento dei dati in campo, di manipolazione e preparazione di campioni in laboratorio, di elaborazione statistica dei dati relativi alle attività di cui al paragrafo 6.5, dovranno essere effettuate secondo la pertinente normativa nazionale ed in accordo con le pertinenti norme tecniche nazionali ed internazionali (UNI, CNR, ISO, ASTM, USEPA, ecc). I laboratori che svolgeranno le attività descritte dovranno essere accreditati secondo la norma UNI CEI EN ISO/IEC 17025 per le principali prove previste nel suddetto paragrafo. Inoltre, quelli che svolgeranno le attività descritte per le radiazioni ionizzanti dovranno essere organismi idoneamente attrezzati ai sensi del D.Lgs. 241/2000.

- D.Lgs. n. 277 del 15/08/91 - Attuazione delle direttive n. 80/1107/CEE, n. 82/605/CEE, n. 83/477/CEE, n.86/188/CEE e n. 88/642/CEE, in materia di protezione dei lavoratori contro i rischi derivanti da esposizione ad agenti chimici, fisici e biologici durante il lavoro, a norma dell'art. 7 della legge 30 luglio 1990, n. 212;
- D.Lgs. n.81 del 9 Aprile 2008 – Attuazione dell'art. 1 della Legge 3 Agosto 2007, n.123, in materia di tutela della salute e della sicurezza nei luoghi di lavoro.
- D.M. del 06/09/94 - Normative e metodologie tecniche di applicazione dell'art. 6, comma 3, dell'art. 12, comma 2, della legge 27 marzo 1992, n. 257, relativa alla cessazione dell'impiego dell'amianto;
- Circolare Ministero Sanità n. 7 del 12/04/95 - Circolare esplicativa del decreto ministeriale 6 settembre 1994;
- D.Lgs. n. 114 del 17/03/95 - Attuazione della direttiva 87/217/CEE in materia di prevenzione e riduzione dell'inquinamento dell'ambiente causato dall'amianto;
- D.Lgs. n. 230 del 17 marzo 1995 come modificato dal D.Lgs. n. 241 del 26.5.2000 (capo 3bis) e come integrato e corretto dal D.Lgs. n. 257 del 9.5.2001;
- L. n. 146 del 12/04/95 - Ratifica ed esecuzione del protocollo alla convenzione sull'inquinamento atmosferico transfrontaliero a lunga distanza concernente la lotta contro le emissioni di composti organici volatili o i loro flussi transfrontalieri;
- Deliberazione del Consiglio Regionale n. 192-2709 del 1/02/96 - Linee di piano regionale di protezione dell'ambiente, di decontaminazione, di smaltimento e di bonifica, ai fini della difesa dai pericoli derivanti dall'amianto, legge 27 marzo 1992, n. 257, art. 10;
- D.M. del 14/05/96 - Normative e metodologie tecniche per gli interventi di bonifica, ivi compresi quelli per rendere innocuo l'amianto, previsti dall'art. 5, comma 1, lettera f), della legge 27 marzo 1992, n. 257, recante: "norme relative alla cessazione dell'impiego dell'amianto";
- D.G.R. n. 71-18113 del 07/04/97 - Autorizzazioni di carattere generale per le emissioni in atmosfera provenienti da cantieri per la demolizione e la rimozione dell'amianto o dei materiali contenenti amianto da edifici, strutture, apparecchiature e impianti;
- D.M. del 20/08/99 - Ampliamento delle normative e delle metodologie tecniche per gli interventi di bonifica, ivi compresi quelli per rendere innocuo l'amianto, previsti dall'art. 5, comma 1, lettera f), della legge 27 marzo 1992, n. 257, recante norme relative alla cessazione dell'impiego dell'amianto;
- Legge Regionale n. 43 del 07/04/00 - Disposizioni per la tutela dell'ambiente in materia di inquinamento atmosferico. Prima attuazione del Piano regionale per il risanamento e la tutela della qualità dell'aria;

- D.M. del 25/08/00 - Aggiornamento dei metodi di campionamento, analisi e valutazione degli inquinanti, ai sensi del Decreto del Presidente della Repubblica 24 maggio 1986, n°203;
- D.G.R. n. 51-2180 del 05/02/01 - Piano Regionale di protezione dell'ambiente, di decontaminazione, di smaltimento e di bonifica ai fini della difesa dai pericoli derivanti dall'amianto (art. 10 della Legge 27.3.1992 n. 257);
- Legge n. 93 del 23/03/01 – Disposizioni in campo ambientale;
- D.M. del 25/07/01 - Rettifica al decreto 20 agosto 1999, concernente "Ampliamento delle normative e delle metodologie tecniche per gli interventi di bonifica, ivi compresi quelli per rendere innocuo l'amianto, previsti dall'art. 5, comma 1, lettera f), della legge 27 marzo 1992, n. 257, recante: "norme relative alla cessazione dell'impiego dell'amianto";
- D.G.R. n. 14-7623 del 11/11/02 - Attuazione della legge regionale 7 aprile 2000 n. 43, "Disposizioni per la tutela dell'ambiente in materia di inquinamento atmosferico. Prima attuazione del piano regionale per il risanamento e la tutela della qualità dell'aria." Aggiornamento dell'assegnazione dei Comuni piemontesi alle Zone 1, 2 e 3. Indirizzi per la predisposizione e gestione dei Piani di Azione;
- D.Lgs. n. 36 del 13/01/03 – Attuazione della direttiva 1999/31/CE relativa alle discariche di rifiuti;
- Linee Guida per le misure di concentrazione di radon in aria nei luoghi di lavoro sotterranei (Conferenza di Presidenti delle Regioni e delle Province Autonome);
- D.G.R. n. 19-12878 del 28/06/04 - Attuazione della legge regionale 7 aprile 2000 n. 43. Disposizioni per la tutela dell'ambiente in materia di inquinamento atmosferico. Aggiornamento del Piano regionale per il risanamento e la tutela della qualità dell'aria, ex articoli 8 e 9 Decreto legislativo 4 agosto 1999 n. 351;
- D.M. n. 248 del 29/07/04 - Regolamento relativo alla determinazione e disciplina delle attività di recupero dei prodotti e beni di amianto e contenenti amianto;
- D.M. del 14/12/04 - Divieto di installazione di materiali contenenti amianto intenzionalmente aggiunto;
- D.M. del 03/08/05 – Criteri di ammissibilità dei rifiuti in discarica;
- D.Lgs. n. 152 del 03/04/06 – Norme in materia ambientale – Parte Quarta concernente "Norme in materia di gestione dei rifiuti e di bonifica dei siti inquinati -Parte Quinta concernente "Norme in materia di tutela dell'aria e di riduzione delle emissioni in atmosfera";
- D.Lgs. n. 257 del 25/07/06 - Attuazione della direttiva 2003/18/CE relativa alla protezione dei lavoratori dai rischi derivanti dall'esposizione all'amianto durante il lavoro;
- D.Lgs. n. 81 del 09/04/08 - Attuazione dell'articolo 1 della legge 3 agosto 2007, n. 123, in materia di tutela della salute e della sicurezza nei luoghi di lavoro;
- Direttiva 21/05/08 n. 2008/50/Ce relativa alla qualità dell'aria ambiente e per un'aria più pulita in Europa;
- D.Lgs n. 155 del 13/08/2010 - Attuazione della Direttiva Europea 2008/50/CE relativa alla qualità dell'aria ambiente e per un'aria più pulita in Europa.

## 6.5 Metodologie di rilevamento, campionamento ed analisi

### 6.5.1 Deposizioni atmosferiche totali e metalli

#### Campionamento

Il monitoraggio delle deposizioni atmosferiche totali prevede il campionamento in continuo (24 ore/giorno) per 15 giorni.

Il campionamento è effettuato mediante utilizzo di un deposimetro “bottiglia+imbuto cilindrico” (o anche “deposimetro totale”), come definito nel D.Lgs. 155/2010. Il deposimetro è montato su sostegno a circa 1,5 m da p.c.

Il deposimetro è costituito da una bottiglia di raccolta (tra 5 e 10 l a seconda della piovosità prevista), munita di tappo con guarnizione in PTFE, e da un sovrastante imbuto a parete cilindrica (diametro 25 cm  $\pm$ 10%, rapporto tra altezza della parete cilindrica e diametro 1/1 o maggiore, gambo corto), entrambi in materiale plastico (es. HDPE).

Per proteggere il campione dall'esposizione alla luce e al calore con conseguente formazione di alghe, bottiglia e imbuto vengono alloggiati dentro un tubo di materiale plastico opaco, il cui bordo superiore si trova all'altezza del bordo dell'imbuto. Il metodo analitico utilizzato prevede per l'estrazione dei metalli pesanti, la mineralizzazione con acido nitrico e la determinazione analitica finale mediante spettrofotometria ad assorbimento atomico.

#### Analisi di laboratorio

Le analisi relative alla determinazione delle composizioni delle deposizioni atmosferiche totali saranno effettuate per via gravimetrica, così come indicato dalla normativa nazionale ed europea di riferimento. Sulle deposizioni totali sarà eseguita la determinazione della concentrazione dei seguenti metalli:

- Pb;
- Cd;
- Ni;
- Cr;
- Fe;
- Cu;
- Zn;
- As;
- Hg.

### 6.5.2 Inquinanti atmosferici

#### Campionamento

Il monitoraggio degli inquinanti atmosferici legati al traffico veicolare prevede il rilevamento in continuo (24 ore/giorno) per 15 giorni, mediante utilizzo di una stazione mobile, delle concentrazioni delle seguenti specie chimiche nell'aria ambiente:

- monossido di carbonio (CO);
- ossidi di azoto (monossido, biossido di azoto ed ossidi totali espressi come NO<sub>x</sub>);
- anidride solforosa (SO<sub>2</sub>);
- ozono (O<sub>3</sub>);
- benzene;

- frazione respirabile (PM<sub>10</sub> e PM<sub>2,5</sub>);
- metalli pesanti (Pb, Cd, Ni, Cr, Fe, Cu, Zn, Ar, Hg) nel particolato;
- benzo(a)pirene nel particolato.

La stazione mobile di monitoraggio sarà dotata delle seguenti apparecchiature:

- sonda di prelievo per gli inquinanti gassosi (posta a 2.5-3 m da p.c.);
- analizzatori (tutti in piena conformità con la normativa vigente) in funzione del metodo analitico prescelto per ciascun inquinante.

Tutte le sonde di prelievo saranno tali da ridurre al minimo un'eventuale alterazione chimica o fisica degli inquinanti.

I sistemi di misura automatici saranno corredati dalle apparecchiature necessarie per la taratura.

La stazione disporrà di un insieme di sensori (generalmente installati alla sommità di un palo telescopico ad una altezza di 2 o 10 m) per i seguenti parametri meteorologici: velocità del vento, direzione del vento, temperatura, precipitazioni, radiazione solare, pressione, umidità relativa.

Inoltre l'unità mobile disporrà di:

- un sistema di acquisizione e validazione dei dati;
- un sistema di gestione e stampa/trasmissione dei dati raccolti.

Il campionamento delle componenti PM<sub>10</sub> e PM<sub>2,5</sub> sarà effettuato su membrana di fibra di vetro/teflon mediante l'impiego di campionatori automatici programmabili dotati di sistema di controllo del flusso e rilevazione dei parametri funzionali e fisici, in accordo al D.Lgs. 155/2010. Su tali filtri saranno eseguite le analisi relative alle concentrazioni di metalli pesanti.

Il campionamento per la determinazione del benzene sarà effettuato su trappola adsorbente di carbone attivo, con strumentazione a basso flusso, completa di sistema di controllo automatico e dotata di rampa sequenziale di campionamento.

## Analisi di laboratorio

Le analisi di laboratorio riguarderanno la misura della concentrazione  $PM_{10}$  e  $PM_{2,5}$ , benzene e benzo(a)pirene. Sul filtro del  $PM_{10}$  sarà eseguita la determinazione della concentrazione dei seguenti metalli, secondo le indicazioni del D.Lgs. 155/2010:

- Pb;
- Cd;
- Ni;
- Cr;
- Fe;
- Cu;
- Zn;
- As;
- Hg.

### 6.5.3 Polveri sospese $PM_{10}$ e $PM_{2,5}$

Considerata la tipologia delle attività che saranno svolte assume particolare importanza integrare il sistema di monitoraggio con rilievi per la determinazione della componente polveri aerodisperse ( $PM_{10}$  e  $PM_{2,5}$ ).

Il monitoraggio del  $PM_{10}$  e  $PM_{2,5}$  sarà effettuato con frequenza trimestrale in CO per una durata di 30 giorni consecutivi in corrispondenza dei punti di monitoraggio di cui alle **Tabella 32** e **Tabella 34**.

Il campionamento delle componenti  $PM_{2,5}$  e  $PM_{10}$  sarà effettuato mediante l'impiego di campionatori automatici programmabili dotati di sistema di controllo del flusso e rilevazione dei parametri funzionali e fisici (P,T).

Le analisi relative alla determinazione del particolato atmosferico saranno effettuate per via gravimetrica così come indicato dal D.Lgs. 155/2010.

I filtri utilizzati saranno sottoposti prima e dopo il campionamento a condizionamento a temperatura e umidità controllata e quindi pesati mediante bilancia di precisione.

### 6.5.4 Fibre di amianto aerodisperse

#### Campionamento

In ottemperanza alle prescrizioni 16, 94 e 95, i prelievi dei campioni d'aria, nelle posizioni oggetto di indagine, verranno effettuati seguendo le metodologie previste nell'Allegato 2 del D.M. del 06/09/94 per l'analisi in SEM e sue eventuali modifiche ed integrazioni e le indicazioni/osservazioni di ARPA Piemonte sul monitoraggio ambientale delle fibre di amianto.

In particolare verrà eseguito un unico prelievo di aria ambiente della durata di 8 ore consecutive ad un flusso di 6-10 l/min mantenuto costante per il periodo di campionamento su membrana di MCE da 0.8  $\mu m$  di porosità con diametro di 47 mm . Il volume campionato deve essere almeno pari a 3000 l; il volume d'aria campionato verrà misurato con contatore specifico per gas e vapori. Tale prelievo sarà però preceduto da prelievi preliminari al fine di adeguare le condizioni di prelievo in funzione della polverosità ambientale presente. In questo modo sarà possibile tarare il flusso di prelievo ed i volumi di aria campionati per evitare il sovraccarico di materiale sui filtri.

Le fibre verranno raccolte su un filtro a membrana quadrigliato in esteri misti di cellulosa avente diametro 47 mm specifici per campionamenti per la ricerca di amianto.

Contemporaneamente al campionamento saranno rilevati, inoltre, i seguenti dati meteorologici mediante utilizzo di sensori installati alla sommità di un palo telescopico ad una altezza di 2 o 10 m:

- velocità del vento;
- direzione del vento;
- pressione atmosferica;
- temperatura dell'aria;
- umidità relativa;
- radiazione solare;
- precipitazioni.

Inoltre l'unità disporrà di:

- un sistema di acquisizione e validazione dei dati;
- un sistema di gestione e stampa/trasmissione dei dati raccolti.

### **Analisi SEM**

Per l'esecuzione delle analisi verrà seguito quanto indicato dall'Allegato 2 del D.M. del 06/09/94. Le fibre individuate aventi geometria conforme a quanto indicato dal D.Lgs. 277/91 e dal D.M. 06/09/94 saranno analizzate mediante microscopia elettronica a scansione abbinata alla microanalisi EDAX.

La concentrazione di fibre aerodisperse (ff/l) sarà calcolata tenendo conto dei seguenti parametri:

- numero di fibre conteggiate;
- tipologia delle fibre di amianto riscontrate;
- diametro effettivo del filtro di prelievo (circa 40 mm);
- numero di campi ispezionati (500);
- area di un campo a 2000X (circa 2 mm<sup>2</sup>);
- volume di aria aspirata normalizzato a 20°C e 1013 mbar.

L'analisi dovrà fornire sia la concentrazione di "fibre totali" (organiche e inorganiche) sia la concentrazione di "fibre d'amianto", con la relativa identificazione delle fibre.

#### **6.5.5 Analisi della radioattività delle particelle aerodisperse**

In ottemperanza alla prescrizione 24, l'analisi delle particelle radioattive aerodisperse verrà effettuata tramite l'installazione di specifici campionatori (particolato raccolto su filtro) su cui effettuare, in laboratorio, misure in spettrometria gamma, attività alfa totale e beta totale. In caso di superamento delle M.A.R. (Minima Attività Rilevabile), si procederà ad analisi più specifiche per l'individuazione dei radioisotopi naturali e artificiali responsabili di tali superamenti.

Le campagne di misura saranno effettuate in conformità alle norme nazionali e internazionali, ed in particolare alle indicazioni tecniche del Documento ANPA "Guida Tecnica sulle misure di radioattività ambientale derivanti dall'adeguamento dei relativi insiemi di dati", 2000.

Si prevede di utilizzare sistemi di aspirazione a medio-alto volume (100-140 l/min) con filtri in fibra di vetro. Per le analisi di spettrometria gamma si utilizzeranno rivelatori ad alta

risoluzione, fondamentali per identificare i vari radionuclidi. Le analisi di attività alfa e beta totali saranno effettuate contemporaneamente attraverso rivelatori a scintillazione liquida.

### 6.5.6 Analisi del Radon in aria

L'obiettivo del presente monitoraggio è la valutazione delle potenziali dispersioni di radon in atmosfera potenzialmente riconducibili agli effetti delle operazioni di scavo ed alla presenza di materiali estratti e stoccati provvisoriamente.

Tale monitoraggio consentirà di prevenire il rischio ambientale derivante dall'esposizione alle radiazioni ionizzanti correlabili al gas radon.

Le attività strumentali di campionamento, i rilievi radiometrici relativi alla contaminazioni da radioisotopi naturali, le operazioni di preparazione dei campioni in laboratorio, di analisi e di elaborazione statistica dei dati relativi alle misure eseguite saranno effettuate secondo la vigente normativa di Legge nazionale ed in accordo con le pertinenti norme tecniche nazionali ed internazionali recepite.

Nella fattispecie, le misurazioni di radon in aria, nelle posizioni oggetto d'indagine, saranno condotte in accordo con quanto previsto dalla norma CEI-EN-61577:2006 "Radiation protection instrumentation – Radon and radon decay product measuring instruments" per quanto concerne la strumentazione utilizzata.

Per i suddetti monitoraggi si può fare riferimento per quanto applicabile, oltre alla normativa citata in precedenza, alle "Linee guida per le misure di concentrazione di Radon in aria nei luoghi di lavoro sotterranei" del 06.02.2003 redatte dal Coordinamento delle Regioni e delle Province autonome di Trento e Bolzano.

Le modalità operative di monitoraggio saranno effettuate mediante sistema a campionamento attivo nelle aree più prossime ai cantieri, presso i punti di cui alla **Tabella 45**.

<i>Comune - frazione</i>	<i>Identificativo</i>	<i>AO</i>	<i>CO</i>	<i>PO</i>	<i>Durata</i>
Chiomonte - Regione Seigneur	ATR-Rn-CHM-01	1 anno	12 anni	1 anno	Continuo
Susa – Borgata Braide	ATR-Rn-SUS-01	1 anno	12 anni	1 anno	Continuo
Susa – Frazione S. Giuliano	ATR-Rn-SUS-02	1 anno	12 anni	1 anno	Continuo
Susa – Traduerivi	ATR-Rn-SUS-03	1 anno	12 anni	1 anno	Continuo
Susa – Coldimosso	ATR-Rn-SUS-04	Vedere Tabella 36		-	Continuo
Susa - Villa Cora	ATR-Rn-SUS-05	Vedere Tabella 36		-	Continuo
Caprie	ATR-Rn-CAP-01	1 anno	12 anni	1 anno	Continuo
Torrazza Piemonte	ATR-Rn-TOR-01	1 anno	12 anni	1 anno	Continuo

**Tabella 45** – Punti di misura delle concentrazioni di radon in aria

## 6.6 Restituzione dati

La comunicazione dei risultati ottenuti comprenderà:

- i dati orari meteorologici;
- i riferimenti normativi delle modalità di campionamento e di analisi per ogni parametro considerato;
- i risultati delle attività di misura;
- la segnalazione di eventuali anomalie tecniche e/o ambientali che potrebbero inficiare e/o condizionare parzialmente o totalmente i risultati;
- il Protocollo Operativo (in ottemperanza alla prescrizione 26).



## 7. MONITORAGGIO AMIANTO

In aggiunta a quanto previsto nel capitolo dedicato all'atmosfera e come da richiesta di approfondimento della Regione Piemonte n. 90 si inserisce per il monitoraggio amianto la sezione integrativa di seguito riportata.

Per la componente Amianto, il monitoraggio riguarda:

- Fibre d'amianto aerodisperse
- Fibre d'amianto in acque superficiali

### 7.1 Stazioni di monitoraggio

- Comune di CHIOMONTE
  - ATR-AM-CHM-01 Chiomonte - Regione Seigneur
- Comune di SUSA
  - ATC-AM-SUS-01 Cantiere – imbocco E Tunnel di Base
  - ATR-AM-SUS-01 ricettore Susa – Borgata Braide
  - ATR-AM-SUS-02 Susa – Frazione S. Giuliano
  - ATR-AM-SUS-03 Susa – Traduerivi
  - ATR-AM-SUS-04 Susa – Coldimosso
  - ATR-AM-SUS-05 Susa - Villa Cora
- Comune di BUSSOLENO
  - ATR-AM-BUS-01 Bussoleno - Santa Petronilla

Nello specifico, per l'ambiente idrico sono previsti controlli nei corpi recettori superficiali in corrispondenza delle seguenti sezioni:

Codice_LTF	Nome	Interferenza
FIM-CM-01	Canale Coldimosso	Imbocco ovest Galleria d'Interconnessione
FIV-CM-01	Canale Coldimosso	
FIM-DR-01	Fiume Dora Riparia	Imbocco Maddalena
FIV-DR-01	Fiume Dora Riparia	
FIM-DR-02	Fiume Dora Riparia	Imbocco est del Tunnel di Base, Area industriale di Susa Autoporto, Imbocco ovest Galleria d'Interconnessione, Ponte sulla Dora (Susa)
FIC-DR-02	Fiume Dora Riparia	
FIV-DR-02	Fiume Dora Riparia	
FIM-DR-03	Fiume Dora Riparia	Ponti sulla Dora lato Bussoleno
FIV-DR-03	Fiume Dora Riparia	
FIM-CO-01	Rio Corrente	Imbocco ovest Galleria d'Interconnessione
FIV-CO-01	Rio Corrente	
FIM-GE-01	Rio Gerardo	Tracciato Galleria d'Interconnessione
FIV-GE-01	Rio Gerardo	
FIM-GI-01	Rio Giandola	Tracciato Tunnel di Base
FIV-GI-01	Rio Giandola	
FIM-CE-01	Torrente Cenischia	Tracciato Tunnel di Base
FIV-CE-01	Torrente Cenischia	
FIM-CL-01	Torrente Clarea	Imbocco di Clarea
FIC-CL-01	Torrente Clarea	
FIV-CL-01	Torrente Clarea	Imbocco di Maddalena

**Tabella 46** – Elenco dei corpi idrici interessati dal monitoraggio ambientale e relativa interferenza

E' previsto il campionamento su tutta la sezione del corpo idrico con prelievo di aliquote da 0,5 L distanziate di 1 metro e successivamente riunite.

## 7.2 Criteri per la definizione degli assetti operativi

In relazione ai livelli di attività del cantiere sono previste le seguenti modalità operative:

- Scavo con metodo tradizionale (martellone idraulico o MDI): campionamenti su 3 giorni consecutivi con frequenza quindicinale e con estensione giornaliera limitata al turno di lavoro (8 ore);
- Scavo meccanizzato con TBM: campionamenti su 3 giorni consecutivi con frequenza settimanale, con estensione giornaliera di 24 ore sul primo giorno della sequenza e di 8 ore, riferite al turno di lavoro, nei giorni successivi.

**In ottemperanza alla disposizione n. 101 del. CIPE 57/2011, lo scavo in tradizionale con esplosivo (DBM) é consentito solo in assenza di pietre verdi, e altrimenti vietato.** Nel caso di ritrovamento di rocce amiantifere nei settori per i quali é previsto lo scavo con esplosivo, sarà dunque necessaria l'immediata sospensione dei lavori e la rivalutazione della metodologia di scavo, contemporaneamente alla messa in opera di un monitoraggio giornaliero in continuo in corrispondenza del recettore più prossimo al cantiere fino alla normalizzazione dei valori ambientali.

In base alla determinazione della presenza/assenza di formazioni amiantifere nell'area di cantiere, sono definiti i tre stati operativi (sorveglianza, attenzione, intervento) rispetto alla componente ambientale. Ad ogni stato corrispondono dei valori ambientali di riferimento e una serie di interventi per la verifica e/o la tutela ambientale, con l'attivazione di azioni di mitigazione e contromisure specifiche.

Tali soglie definite di seguito e associate alle modalità operative di monitoraggio.

Piano di monitoraggio ambientale

Stato	Limite di riferimento	Punti di monitoraggio	Frequenza campionamenti	
Sorveglianza (A)	Valore determinato <i>ante operam</i>	ATC-AM-SUS-01, ATR-AM-SUS-05, ATR-AM-BUS-01**	MDI/ DBM	3 gg. ogni 15 gg., per turni di 8 h
			TBM	3 gg. ogni 7 gg.; 1° gg. su 24 h e 2°-3° g. su 8 h
Attenzione (AA)	Livello di Rischio RA-1 - RA-3 (prospezione al fronte di scavo)	ATC-AM-SUS-01, ATR-AM-SUS-05, ATR-AM-SUS-01, ATR-AM-SUS-02, ATR-AM-BUS-01**	MDI	3 gg. ogni 7 gg., per turni di 8 h.
			DBM	Giornalieri, 24/24 h
	TBM			
Intervento (AAA)	> 1 f/L (SEM)*	Tutti i punti	Giornalieri, 24/24 h	

**Tabella 47** – Livelli soglia di riferimento associati alle modalità di scavo in tradizionale (MDI e DBM) o con TBM. \*: come da prescrizione n. 96 del. CIPE 57/2011, e da verificare sulla base dei valori sito-specifici in sede di monitoraggio *ante operam*. \*\*: recettore prossimo al cantiere d'imbocco delle gallerie d'interconnessione a Bussoleno

In Corso d'opera la fase di **SORVEGLIANZA** sarà garantita mediante l'attivazione contemporanea di una stazione al perimetro del cantiere di riferimento e di una in corrispondenza del punto recettore più ravvicinato (ad esempio ATC-AM-SUS-01 e ATR-AM-SUS-05 per l'imbocco est del Tunnel di Base, si veda nella tabella di seguito).

Identificativo	Comune - frazione	Frequenza		Durata
		AO	CO	
ATC-AM-SUS-01 cantiere imbocco E Tunnel di Base		1 anno - 1008 campionamenti	18 mesi (dal mese 12 al mese 29) - 1512 campionamenti	Continuo - 3 campionamenti di 8 ore sull'arco delle 24 ore
ATR-AM-SUS-05 ricettore prossimo agli scavi	Susa - Villa Cora	1 anno - 1008 campionamenti	18 mesi (dal mese 12 al mese 29) - 1512 campionamenti	Continuo - 3 campionamenti di 8 ore sull'arco delle 24 ore

**Tabella 48** – Punti di misura della concentrazione di fibre d'amianto aerodisperso *ante-operam* (AO) e in corso d'opera (CO) in corrispondenza dell'imbocco est del Tunnel di Base e in prossimità del cantiere. ATC = atmosfera cantiere.

La condizione di **ATTENZIONE** si determina a seguito delle prospezioni sul fronte di scavo con riscontro dei livelli di rischio da RA-1 a RA-3 ("Gestione del materiale contenente amianto" PD2\_C3B\_TS3\_2012\_00-04-94\_10-04 , § 2.5.4) o variazioni del carico emissivo del cantiere segnalati da RA (superamento soglie ambientali interno cantiere secondo le previsioni di PGA per la fase di Progetto Esecutivo).

In tale condizione va prevista l'attivazione contemporanea di almeno n. 2 stazioni aggiuntive, ubicate presso i recettori più prossimi all'area di cantiere, con copertura temporale giornaliera per tutto il turno di lavoro. Per lo scavo con esplosivo tale monitoraggio avverrà contemporaneamente alla sospensione delle lavorazioni e si protrarrà fino alla riduzione della concentrazione di fibre aerodisperse sotto al valore di 1 f/L (SEM), come da prescrizione n. 96 del. CIPE 57/2011. Per lo scavo con MDI si prevede il passaggio della frequenza di misura da quindicinale a settimanale con segnalazione all'RA/RSGA per l'individuazione e la predisposizione di eventuali opportuni interventi di mitigazione.

La riduzione alla originale condizione di sorveglianza è consentita nel caso in cui nella sequenza successiva non venga confermata la suddetta condizione ambientale.

Lo stato di **INTERVENTO** si determina a seguito di un costante e significativo incremento dei valori ambientali giornalieri di fibre di amianto aerodisperso, con raggiungimento e superamento della soglia di 1 f/L determinata con metodologia SEM. Una tale condizione determina dunque uno stato di preallarme e immediata segnalazione a RA/RSGA, con attivazione della condizione di INTERVENTO e l'attivazione immediata dei provvedimenti di mitigazione previsti dal PGA. Si dovrà inoltre proseguire i rilievi senza soluzione di continuità, con copertura temporale giornaliera di 24 ore su tutte le stazioni di monitoraggio previste.

Nell'ambito della condizione di **INTERVENTO** l'ulteriore conferma della tendenza all'incremento delle concentrazioni di fibre di amianto aerodisperso, anche a seguito di una singola misura, determina la situazione di **ALLARME**. In quest'ultimo caso si dovrà procedere con la segnalazione a RA/RSGA, e all'Organo di Vigilanza.

La riduzione alle normali condizioni di **sorveglianza** sarà condizionata alla verifica degli effetti ambientali prodotti dalle misure adottate dalla direzione lavori.

Identificativo	Comune - frazione	N° Misure di concentrazione delle fibre di amianto aerodisperse			Frequenza AO e PO	Durata
		AO	CO	PO		
ATR-AM-CHM-01	Chiomonte - Reg. Seigneur	3 misure	72 misure	3 misure	Quadrimestrale	8 ore
ATR-AM-SUS-01	Susa – Borgata Braide	3 misure	72 misure	3 misure	Quadrimestrale	8 ore
ATR-AM-SUS-02	Susa – Fraz. S. Giuliano	3 misure	72 misure	3 misure	Quadrimestrale	8 ore
ATR-AM-SUS-03	Susa – Traduerivi	3 misure	72 misure	3 misure	Quadrimestrale	8 ore
ATR-AM-SUS-04	Susa – Coldimosso	3 misure	72 misure	3 misure	Quadrimestrale	8 ore
ATR-AM-BUS-01*	Bussoleno - S. Petronilla	3 misure	36 misure	3 misure	Quadrimestrale	8 ore

**Tabella 49** – Punti di misura, quantità, frequenza e durata del monitoraggio della concentrazione di fibre d'amianto aerodisperso ante-operam (AO), in corso d'opera (CO) e post-operam (PO). (\*) Il numero delle misure totali in fase di CO è stato valutato sugli anni effettivi in cui questo ricettore sarà esposto direttamente alle attività di cantiere. Si valutano circa 6 anni di lavori.

### 7.3 Parametri operativi della misura strumentale in Microscopia Elettronica a Scansione (SEM)

Le condizioni di misura sono evidenziate nella seguente tabella:

Elemento operativo	Parametro	Valori/Condizione
Metallizzazione della membrana	No	Press. atmosferica
Condizioni strumentali	Risoluzione	4 nm
	Ingrandimenti	2000x
	Integrazione EDXS	Automatica per campione bulk correzione ZAF
Condizioni di lettura	Superficie minima esplorata	2.54 mm <sup>2</sup>
	Area di campo	2540 μm <sup>2</sup>
	Numero di campi osservati	1000
Criterio di conteggio	Limiti dimensionali delle fibre	Lunghezza = 5 μm; diametro = 3 μm;
	Rapporto lunghezza/diametro	≥ 3:1

Piano di monitoraggio ambientale

<i>Elemento operativo</i>	<i>Parametro</i>	<i>Valori/Condizione</i>
	Conta dei fasci	$\geq 3 \mu\text{m} (*)$
	Conta delle fibre in agglomerati	Agglomerato di fibre (split) che, in uno o più punti della propria lunghezza, appare indivisibile, ma in altri si divide in fibrille separate. Lo split è conteggiato come fibra singola. Il diametro dello split è misurato nella parte non suddivisa.
	Esclusione del campo osservato	Ricco di particolato e pertanto non leggibile.
Calcoli	$C = \frac{\text{Fibre totali}}{\text{Superficie esplorata (mm}^2)} \times \frac{\text{area eff. del filtro (mm}^2)}{\text{volume aspirato (l)}} = \text{ff/l}$	
Validazione del metodo	<p>Se si assume una distribuzione casuale di tipo poissoniano delle fibre sulla membrana di prelievo, per un volume campionato di 3000 L (su un solo filtro) e per una superficie esaminata di 1 mm<sup>2</sup>, il ritrovamento di 1 fibra corrisponde a ca. 100 f/m<sup>3</sup>. Per la distribuzione di Poisson 1 f/mm<sup>2</sup> corrisponde a un limite fiduciario inferiore (LFI) di 0.025 f/mm<sup>2</sup> e a un limite fiduciario superiore (LFS) di 5.6 f/mm<sup>2</sup> e cioè 2.5 e 560 f/m<sup>3</sup>. Per zero fibre trovate per mm<sup>2</sup> (0 f/mm<sup>2</sup>) il LFS della distribuzione di Poisson è pari a 4 f/mm<sup>2</sup> e quindi 400 f/m<sup>3</sup>. Devono essere analizzate almeno 2 membrane per scatola di filtri o il 10 % dei campioni prelevati. I valori ottenuti dall'analisi dei bianchi (che devono aver seguito tutte le fasi del campionamento) non hanno influenza sul limite di rilevabilità del metodo, ma servono per il controllo della eventuale contaminazione dei substrati di raccolta.</p>	

**Tabella 50** – Parametri di misura con metodologia SEM, secondo disposizioni del D.M. 6/9/94, allegato 2B.  
 (\*) – Agglomerati di fibre di diametro  $\geq 3 \mu\text{m}$  che non rientrano nella definizione quantitativa di ff/L. Tuttavia vengono segnalate quali potenziali fattori di rischio per il possibile rilascio di fibre respirabili

## 8. Rumore

### 8.1 Premessa e Obiettivi

Il piano di monitoraggio del rumore per la realizzazione della nuova linea Torino – Lione si pone come strumento operativo di supporto all'applicazione della normativa ambientale e di prevenzione delle cause di degrado dell'ambiente sonoro, in fase di costruzione e di esercizio della linea ferroviaria.

Il monitoraggio assume un ruolo di supporto alla normativa ambientale in tutti i casi in cui si verifichi la necessità di controllare il rispetto di standard o valori limite definiti dalle leggi nazionali, come ad esempio i limiti massimi di rumore nell'ambiente esterno e nell'ambiente abitativo definiti dal DPCM 14/11/97 in base alla classificazione acustica del territorio. Questa esigenza è sentita sia in fase di CO sia in fase di esercizio dell'infrastruttura.

Il monitoraggio ha una funzione di prevenzione nelle aree in cui lo stato attuale dell'ambiente ha caratteristiche di elevata qualità: in questi casi il controllo è un'esigenza che deve essere valutata con estrema attenzione in sede di programmazione delle attività di monitoraggio. Prevenire l'insorgere di situazioni critiche, garantire il controllo delle aree in cui l'ambiente sonoro ha caratteristiche di estrema naturalità e mantenere livelli di qualità nel tempo con opportuni sistemi di monitoraggio, consente di evitare che si consolidino situazioni di degrado irreversibili.

Il monitoraggio fornisce, infine, l'opportunità di verificare l'efficacia di specifici interventi di mitigazione sia in termini di variazione degli indicatori fisici (livelli di rumore) sia di risposta delle comunità esposte. Queste conoscenze consentono di migliorare gli interventi già realizzati, di ottimizzare i futuri interventi di pianificazione del risanamento acustico, evitando errori, inefficienze e sprechi, nonché di attivare politiche ed interventi di prevenzione.

Il controllo del rumore nelle aree interessate dalla nuova linea Torino – Lione e dai relativi cantieri si configura, nella fase di monitoraggio AO, come strumento di conoscenza dello stato attuale dell'ambiente finalizzato alla verifica degli attuali livelli di qualità, al rispetto dei limiti normativi e al controllo delle situazioni di degrado, per poi assumere, in CO e in esercizio, il ruolo di strumento di controllo della dinamica degli indicatori di riferimento e dell'efficacia delle opere di mitigazione sia in termini di azioni preventive che di azioni correttive.

Il piano di monitoraggio, nel seguito dettagliato, contiene le informazioni di carattere generale, normativo e metodologico, riferibili alle problematiche d'inquinamento da rumore da traffico ferroviario e da attività di cantiere.

Il dimensionamento del sistema di monitoraggio e i criteri con cui si è pervenuti, in questa fase di attività, alla scelta dei punti di monitoraggio sono esplicitati in seguito con riferimento a:

- caratterizzazione del sistema ricettore sia in termini fisici (destinazioni d'uso, altezza, caratteristiche degli infissi etc.) sia di sensibilità al rumore;
- identificazione delle attività da monitorare;
- criteri di selezione dei punti di monitoraggio attraverso i quali seguire l'evoluzione temporale degli indicatori ambientali e testimoniare la distribuzione spaziale dei fenomeni osservati. Il tutto con attenzione alla differente tipologia delle sorgenti di rumore da monitorare nelle diverse fasi di AO, CO ed esercizio;

- associazione delle metodiche di misura al sistema di punti di monitoraggio, cadenza temporale delle acquisizioni e figure professionali impiegate;

Il piano di monitoraggio ambientale, al fine di poter distinguere le responsabilità delle infrastrutture nella formazione degli impatti e nella conseguente necessità di ricondurli ai valori limite di legge, esamina quindi con particolare attenzione questa problematica.

## 8.2 Quadro normativo

In Italia da alcuni anni sono operanti specifici provvedimenti legislativi destinati ad affrontare il problema dell'inquinamento acustico nell'ambiente esterno.

La disciplina in materia di lotta contro il rumore era in passato affidata ad una serie eterogenea di norme a carattere generale (art. 844 del Codice Civile, art. 659 del Codice Penale, art. 66 del Testo Unico Leggi di Pubblica Sicurezza), che tuttavia non erano accompagnate da una normativa tecnica che consentisse di applicare concretamente le prescrizioni stesse.

Con il D.P.C.M. 1 Marzo 1991 il Ministero dell'Ambiente, in virtù delle competenze generali in materia di inquinamento acustico assegnategli dalla Legge 249/1986, di concerto con il Ministero della Sanità, ha redatto un testo di legge che disciplina i rumori e sottopone a controllo l'inquinamento acustico.

- DPCM 1/03/91 – "Limiti massimi di esposizione al rumore negli ambienti abitativi e nell'ambiente esterno";
- Legge del 26/10/95 n. 447 – "Legge Quadro sul Rumore", pubblicata sulla Gazzetta Ufficiale n. 254 del 30/10/95;
- DPCM 14/11/97 – "Determinazione dei valori limite delle sorgenti sonore";
- DPCM 5/12/97 – "Determinazione dei requisiti acustici passivi degli edifici";
- Decreto 16/03/98 – "Tecniche di rilevamento e di misurazione dell'inquinamento acustico";
- DPR 459/98 – "Regolamento recante norme di esecuzione dell'articolo 11 della legge 26 ottobre 1995, n. 447, in materia di inquinamento acustico derivante da traffico ferroviario";
- DMA 29/11/2000 – "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, ai sensi dell'Art. 10, comma 5, della Legge 26 ottobre 1995, n. 447 - Legge Quadro sull'inquinamento acustico";
- DPR 30/03/04, n. 142 – "Disposizioni per il contenimento e la prevenzione dell'inquinamento acustico derivante dal traffico veicolare".

### 8.2.1 Linee guida regionali – Regione Piemonte

- L.R. 20 ottobre 2000, n. 52 – "Disposizioni per la tutela dell'ambiente in materia di inquinamento acustico".

### 8.3 Metodiche di monitoraggio e di analisi

Al fine di garantire uno svolgimento qualitativamente omogeneo delle misure in *AO*, *CO* e *PO*, è necessario che tali misure vengano svolte con metodiche chiaramente identificate e riproducibili.

L'unificazione delle metodiche di monitoraggio e della strumentazione utilizzata per le misure è necessaria per consentire la confrontabilità dei rilievi svolti in tempi diversi, in differenti aree geografiche e ambienti emissivi.

Le metodiche di monitoraggio e la strumentazione impiegata considerano inoltre i riferimenti normativi nazionali e gli standard indicati in sede di unificazione nazionale (norme UNI) ed internazionale (Direttive CEE, norme ISO) e, in assenza di prescrizioni vincolanti, i riferimenti generalmente in uso nella pratica applicativa.

Le metodiche di monitoraggio sono inoltre definite in relazione alla variabilità del rumore da caratterizzare e alla attendibilità della stima richiesta nella singola postazione di misura.

Il piano di monitoraggio utilizza una serie di metodiche di misura standardizzate in grado di garantire la rispondenza agli obiettivi specifici di conoscenza dell'ambiente sonoro ed una elevata ripetibilità delle misure. Le metodiche di monitoraggio utilizzate sono:

- **R1** - misure di breve periodo *AO* e in fase di costruzione per la verifica del limite differenziale in ambiente abitativo; tali misure avranno anche lo scopo di valutare, in fase di esercizio, il rumore in ambiente abitativo;
- **R2** - misure di 24 ore con postazioni fisse, per il rumore ferroviario;
- **R3** - misure settimanali con postazioni fisse, per la caratterizzazione A.O. e del rumore indotto da attività di cantiere.
- **R4** – misure in continuo (24 ore su 24, 7 giorni su 7), localizzate all'interno dei cantieri, con adeguata taratura dei livelli presso il perimetro dei cantieri e presso i ricettori potenzialmente più esposti, al fine di definire livelli di attenzione e di criticità.

Per il monitoraggio *PO* saranno sempre utilizzate le metodiche R1 e R2, come richiesto dal decreto sul rumore ferroviario.

#### 8.3.1 R1 - Misure di breve periodo, *AO* e in fase di costruzione, per la verifica del limite differenziale in ambiente abitativo

Finalità dell'indagine è la determinazione del livello differenziale di rumore LD, ottenuto come differenza aritmetica tra il livello di rumore ambientale LA (livello continuo equivalente di pressione sonora ponderato A prodotto da tutte le sorgenti di rumore) ed il livello di rumore residuo LR (livello continuo equivalente di pressione sonora ponderato A, rilevato escludendo la sorgente sonora disturbante).

Considerando l'impossibilità pratica di riprodurre fedelmente in *CO* il livello di rumore residuo, viene svolta nella fase *AO* la misura del livello di rumore ambientale che verrà assunto, in fase di costruzione, come livello di rumore residuo.

I rilevamenti dovranno essere svolti sia a finestre aperte che chiuse al fine di individuare la situazione più gravosa. Nella misura a finestre aperte il microfono dovrà essere posizionato a 1 m dalla finestra. In presenza di onde stazionarie il microfono dovrà essere posto in corrispondenza del punto massimo di pressione sonora. Nella misura a finestre chiuse, il microfono dovrà essere posto nel punto in cui si rileva il maggior livello della pressione acustica. In entrambi i casi nel rapporto di misura dovrà essere indicata precisamente la



distanza del microfono dalla finestra, insieme alla motivazione dello spostamento rispetto alla posizione normalizzata.

La verifica dovrà essere eseguita in assenza di precipitazioni atmosferiche, di nebbia e/o neve; la velocità del vento non dovrà superare i 5 m/s.

Il microfono della catena fonometrica dovrà essere posizionato a 1,5 m dal pavimento e ad almeno 1 m da superfici riflettenti.

I parametri acustici rilevati con monitoraggio in ambiente abitativo saranno i seguenti:

- livello continuo equivalente di pressione sonora ponderata A  $L_{Aeq,1sec}$ ;
- livello massimo con costane di tempo fast ( $L_{AFmax}$ );
- livelli statistici  $L_1, L_5, L_{10}, L_{50}, L_{90}, L_{95}, L_{99}$ ;
- spettro minimo dei livelli di pressione sonora in bande di 1/3 di ottava nel dominio 20Hz-20KHz.

La misura dovrà essere effettuata prima a finestre aperte e, in seguito, a finestre chiuse. Per la misura a finestre aperte il parametro acustico da determinarsi è il livello continuo equivalente di pressione sonora ponderata A,  $L_{A,FA}$ , in presenza della sorgente sonora disturbante, mentre per la misura a finestre chiuse il parametro acustico da determinarsi è il livello continuo equivalente di pressione sonora ponderata A,  $L_{A,FC}$ , in presenza della sorgente sonora disturbante. Il tempo di misura  $T_M$ , da collocarsi all'interno di un tempo di osservazione rappresentativo del clima acustico del ricettore, dovrà essere almeno di 3 minuti. Il rilievo dovrà essere effettuato con costante di tempo fast, curva di ponderazione A. Se il livello misurato a finestre aperte sarà inferiore a 50 dB(A) durante il periodo diurno il disturbo sarà da ritenersi accettabile, mentre a finestre chiuse tale soglia scende a 35 dB(A).

Nei casi in cui la metodica sia applicata alla fase AO o di costruzione è necessario riconoscere la presenza di eventuali componenti impulsive e tonali.

L'analisi delle misure, a finestre aperte e/o a finestre chiuse, deve fornire in forma grafica e/o numerica:

- documentazione del decorso temporale dei  $Leq(1'')$  per il tempo di misura prima delle operazioni di mascheramento;
- documentazione del decorso temporale dei  $Leq(1'')$  per il tempo di misura dopo le operazioni di mascheramento di eventi sonori estranei all'oggetto della misura;
- distribuzione statistica;
- distribuzione cumulativa;
- tabelle riepilogative degli indicatori di rumore ( $L_1, L_5, L_{10}, L_{50}, L_{90}, L_{95}, L_{99}, L_{max}$ );
- analisi e riconoscimento delle componenti tonali, qualora presenti, con restituzione dello spettro equivalente dello spettro minimo sovrapposto alle isofoniche;
- analisi e riconoscimento delle componenti impulsive (qualora presenti).

Verranno infine redatte apposite schede di sintesi.

### **8.3.2 R2 - Misure di 24 ore con postazioni semifisse per il rumore ferroviario**

Scopo delle misure svolte con questa metodica è di misurare le fasi di preesercizio e di esercizio della tratta al fine di verificare, all'interno della fascia di pertinenza, il rispetto dei valori limite assoluti d'immissione stabiliti dal DPR 459/98 e, all'esterno, il rispetto dei valori stabiliti dalla Tabella C del DPCM 14/11/97. La metodica è altresì applicabile al

monitoraggio delle emissioni ferroviarie in corrispondenza delle sezioni definite dal piano di monitoraggio.

La valutazione verrà effettuata in ambiente esterno, in corrispondenza dei ricettori identificati a seguito della progettazione acustica degli interventi di mitigazione del rumore. Le misure dovranno essere eseguite in condizioni di normale circolazione del traffico ferroviario, in fase di preesercizio e di esercizio.

Le misurazioni dovranno inoltre essere eseguite in assenza di precipitazioni atmosferiche, di nebbia e/o neve depositata al suolo; la velocità del vento non dovrà superare i 5 m/s. La catena di misura dovrà essere compatibile con le condizioni meteorologiche del periodo in cui si effettuano le misurazioni e comunque in accordo con le norme CEI 29-10 ed EN 60804/1994.

Finalità del monitoraggio è la registrazione del profilo temporale degli eventi sonori determinati dal transito di convogli ferroviari, nonché l'individuazione degli eventi sonori non attribuibili al transito dei treni oppure determinati da fenomeni accidentali.

La postazione di misura dovrà essere localizzata in conformità alle richieste del DM 16/03/98, alla distanza di 1 metro dalle facciate degli edifici esposti ai livelli sonori più elevati e ad una quota da terra pari a 4 m, o a 1 m dalle facciate degli edifici nei punti di verifica acustica utilizzati in sede di progettazione degli interventi di mitigazione.

L'installazione può essere realizzata con stativi telescopici o, nel caso di altezze superiori a 5 m, direttamente su balconi o locali interni all'edificio.

La tecnica di monitoraggio consiste nella misura degli eventi sonori determinati dal transito di convogli sulla tratta ferroviaria.

Il misuratore di livello sonoro deve essere predisposto per l'acquisizione dei livelli di pressione sonora con costante di tempo Fast e consentire la determinazione dell'orario d'inizio, del valore del livello di esposizione sonora  $L_{AE}$  e del profilo temporale  $L_{AF(t)}$  dei singoli transiti dei convogli. Per una corretta determinazione dei livelli di esposizione occorre che i valori di  $L_{AFmax}$  siano almeno di 10 dB(A) superiori al livello sonoro residuo.

In sintesi i parametri acustici rilevati per il singolo passaggio saranno rappresentati da:

- profilo temporale  $L_{AF(t)}$ , con t generalmente inferiore al minuto;
- livello massimo  $L_{max}$ ;
- SEL.

Qualora il rumore residuo non consenta la corretta determinazione dei valori di  $L_{AE}$  nel punto di misurazione, ovvero se il numero di transiti invalidati è superiore al 10% del numero totale n, si dovrà applicare una metodologia basata sulla misurazione in un punto di riferimento PR posto in prossimità dell'infrastruttura ferroviaria e in condizioni di campo sonoro libero (ad esempio a 25 m di distanza dall'asse binario esterno e 3,5 m di altezza dal piano del ferro).

Nel punto PR le misurazioni dovranno avvenire per un tempo non inferiore alle 24 ore ed i valori misurati in PR dovranno essere correlati ai corrispondenti valori misurati nel punto di ricezione per almeno 10 transiti per ognuno dei binari presenti.

In quest'ultimo caso è necessario che le misure vengano svolte da due operatori, il primo responsabile della strumentazione localizzata nel punto di riferimento (postazione semi-fissa) e, il secondo, responsabile delle misure in corrispondenza del ricettore.

Il livello sonoro continuo equivalente di pressione sonora ponderata A nei periodi di riferimento diurno (6÷22h) e notturno (22÷6h) sarà ricavato in entrambi i casi, successivamente all'analisi delle misure, secondo le modalità precisate nell'Allegato C al DM 16/03/98.

L'analisi delle misure deve fornire in forma grafica e/o numerica (contenuti minimi):

- profilo temporale  $L_{AF(t)}$ , con t generalmente inferiore al minuto, contenente il mascheramento del profilo esterno a  $L_{max}-10$  dB(A);
- livello massimo  $L_{max}$  di passaggio;
- SEL relativo al profilo temporale con taglio a  $L_{max}-10$  dB(A).

Verranno infine redatte apposite schede di sintesi.

### **8.3.3 R3 - Misure di 7 giorni con postazioni fisse per caratterizzazione AO e del rumore da attività di cantiere**

Finalità dell'indagine è la determinazione del livello continuo equivalente di pressione sonora ponderata A  $L_{Aeq,TR}$  nei tempi di riferimento TR (TR = 6÷22h per il giorno e TR = 22÷6h per la notte) su base giornaliera e settimanale secondo l'Allegato C, comma 2, del Decreto del Ministero dell'Ambiente 16/3/98.

Le misurazioni avverranno in ambiente esterno. Esse dovranno essere di norma eseguite in assenza di precipitazioni atmosferiche, di nebbia e/o neve; la velocità del vento deve essere non superiore a 5 m/s. Il microfono dovrà essere comunque munito di cuffia antivento. La catena di misura dovrà essere compatibile con le condizioni meteorologiche del periodo in cui si effettuano le misurazioni e comunque in accordo con le norme CEI 29-10 ed EN 60804/1994.

La postazione di misura dovrà essere scelta in modo da caratterizzare completamente la rumorosità che colpisce uno o più edifici esistenti o in progetto, tenendo conto, per esempio, della direzione prevalente di provenienza del rumore, della forma dell'edificio, dell'eventuale presenza di ostacoli o di situazioni che potrebbero pregiudicare l'esecuzione o non ripetibilità delle misure (presenza di cani, divieti di accesso, ecc.).

Il rilievo sarà effettuato con costante di tempo fast, curva di ponderazione A e documentazione grafica del livello di pressione sonora ogni ora. I parametri acustici rilevati saranno i seguenti:

- livello continuo equivalente di pressione sonora ponderata A  $L_{Aeq,1h}$ ;
- livello massimo con costanti di tempo impulse, fast, slow ( $L_{AImax}$ ,  $L_{AFmax}$ ,  $L_{ASmax}$ );
- livelli statistici  $L_1$ ,  $L_5$ ,  $L_{10}$ ,  $L_{50}$ ,  $L_{90}$ ,  $L_{95}$ ,  $L_{99}$ .

Il livello sonoro continuo equivalente di pressione sonora ponderata A nei periodi di riferimento diurno (6÷22h) e notturno (22÷6h) relativamente a ciascun giorno della settimana ed alla settimana stessa sarà calcolato in fase di analisi.

In fase di analisi dei dati dovrà essere verificata la presenza di componenti impulsive e tonali. L'analisi dei dati dovrà inoltre documentare:

- identificazione eventi anomali e, qualora rilevante, analisi statistica delle durate degli eventi e dei livelli massimi  $L_{max}$  associati;
- mascheramento dalla time history degli eventi anomali e ricalcolo degli indicatori di rumore;

- identificazione eventuali sorgenti regolamentate da Decreti Attuativi (es. traffico ferroviario);
- mascheramento dalla time history degli eventi di rumore associati a sorgenti regolamentate da Decreti Attuativi e ricalcolo degli indicatori di rumore.

Verranno infine redatte apposite schede di sintesi.

#### **8.3.4 R4 - Misure in continuo (h24) con postazioni fisse all'interno delle aree di cantiere**

La metodica R4 prevede un monitoraggio in continuo, 24h su 24, 7 giorni su 7, durante la fase di corso d'opera.

L'introduzione di questa metodica risponde a quanto richiesto dalla Regione Piemonte (rif. lettera prot. n. CTVA-2014-0812 del 06/03/2014) con l'osservazione n. 72:

*“Prevedere un monitoraggio in continuo (h24) in ogni cantiere con adeguata taratura dei livelli presso il perimetro dei cantieri e presso i ricettori potenzialmente più esposti”.*

Questo tipo di rilievo consente un'attenzione costante sulle situazioni più delicate (lavorazioni acusticamente molto impattanti, ricettori molto vicini all'area delle lavorazioni), permettendo sia di intervenire prima che la criticità si manifesti sia di avere un riscontro immediato sulla rumorosità prodotta dal cantiere.

In una prima fase la metodica R4 richiederà in parallelo misure presso i ricettori più vicini alle aree di cantiere (metodiche R1 ed R3 elencate in **Tabella 53**), al fine di definire una corrispondenza tra i livelli misurati in cantiere e quelli immessi al ricettore. La correlazione che si verrà a stabilire, con sufficiente margine di affidabilità, tra i due punti di misura, potrà eventualmente permettere il mantenimento della sola stazione di monitoraggio in continuo all'interno dell'area di cantiere, poiché sufficiente per stabilire i livelli di attenzione e intervento anche presso il ricettore.

Il rilievo sarà effettuato con costante di tempo *fast*, curva di ponderazione A e documentazione grafica del livello di pressione sonora ogni ora.

I parametri acustici rilevati saranno i seguenti:

- livello continuo equivalente di pressione sonora ponderata A  $L_{Aeq,1h}$ ;
- livello massimo con costanti di tempo impulse, fast, slow ( $L_{AImax}$ ,  $L_{AFmax}$ ,  $L_{ASmax}$ );
- livelli statistici  $L_1$ ,  $L_5$ ,  $L_{10}$ ,  $L_{50}$ ,  $L_{90}$ ,  $L_{95}$ ,  $L_{99}$ .

Il livello sonoro continuo equivalente di pressione sonora ponderata A nei periodi di riferimento diurno (6÷22h) e notturno (22÷6h) relativamente a ciascun giorno della settimana ed a ciascuna settimana sarà calcolato in fase di analisi.

In fase di analisi dei dati dovrà essere verificata la presenza di componenti impulsive e tonali. L'analisi dei dati dovrà inoltre documentare:

- identificazione eventi anomali e, qualora rilevante, analisi statistica delle durate degli eventi e dei livelli massimi  $L_{max}$  associati;
- mascheramento dalla time history degli eventi anomali e ricalcolo degli indicatori di rumore;
- identificazione eventuali sorgenti regolamentate da Decreti Attuativi (es. traffico ferroviario);
- mascheramento dalla time history degli eventi di rumore associati a sorgenti regolamentate da Decreti Attuativi e ricalcolo degli indicatori di rumore.

Verranno infine redatte apposite schede di sintesi.

## 8.4 Parametri indicatori rilevati

### 8.4.1 Indicatori primari

L'indicatore ambientale primario per la caratterizzazione acustica di un ricettore è fornito dal livello continuo equivalente di pressione sonora ponderato "A"; il livello equivalente di rumore esprime il livello energetico medio del rumore ponderato in curva A ed è utilizzato da DPCM 1/03/91 per la definizione dei limiti di accettabilità. Il limite di accettabilità viene corretto in presenza di componenti tonali e/o di componenti impulsive.

### 8.4.2 Indicatori secondari

Il livello equivalente di rumore utilizzato dalla normativa italiana come indicatore di riferimento è, per sua definizione, un dato "cieco" per quanto riguarda la natura delle sorgenti. I valori di livello equivalente che il sistema di rilevamento fornisce devono quindi poter essere interpretati con l'ausilio di altri indicatori sensibili alle caratteristiche delle sorgenti di rumore.

Gli indicatori che possono consentire la valutazione e l'interpretazione dei rilievi di rumore sono i livelli percentili, i livelli minimo e massimo, l'andamento temporale in dB(A) Fast, lo spettro di frequenza etc. L'analisi della distribuzione statistica in bande può inoltre, in alcuni casi, fornire una significativa opportunità per migliorare l'interpretazione dei dati rilevati. Gli indicatori che tuttavia hanno dimostrato la più alta specificità sono i livelli percentili  $L_1$ ,  $L_{10}$ ,  $L_{50}$ ,  $L_{90}$ ,  $L_{95}$ , il livello massimo  $L_{max}$  e il livello minimo  $L_{min}$ .

### 8.4.3 Trattamento dei dati

L'analisi dei dati rilevati viene svolta per mezzo di opportuni applicativi software ed è finalizzata a restituire gli elaborati necessari a documentare, in modo esaustivo, le misure svolte e a riassumere, per mezzo di indicatori di sintesi, i principali risultati conseguiti. L'attenzione è focalizzata su quegli indicatori stabiliti dalle leggi nazionali e per i quali esiste l'obbligo al rispetto di limiti massimi:

- In ambiente esterno, per la verifica dei valori di qualità, dei valori limite assoluti di immissione e dei valori di attenzione:
  - livello equivalente continuo periodo diurno  $Leq(6-22)$ ;
  - livello equivalente continuo periodo notturno  $Leq(22-6)$ ;
  - livello equivalente continuo massimo orario nel periodo diurno;
  - livello equivalente continuo massimo orario nel periodo notturno;
  - presenza di componenti tonali;
  - presenza di componenti impulsive;
  - presenza di componenti a bassa frequenza.
- In ambiente interno, per la verifica del limite differenziale:
  - livelli di rumore a finestre chiuse periodo diurno;
  - livelli di rumore a finestre aperte periodo diurno;
  - livelli di rumore a finestre chiuse periodo notturno;
  - livelli di rumore a finestre aperte periodo notturno.

Al fine di introdurre delle soglie per mezzo delle quali controllare le dinamiche degli indicatori di rumore, programmare gli interventi correttivi e pianificare gli accertamenti

straordinari, vengono utilizzati i riferimenti contenuti nel DPCM 14/11/97 – “*Determinazione dei valori limite delle sorgenti sonore*”.

#### **8.4.4 Restituzione delle informazioni**

Le informazioni prodotte dalle attività di monitoraggio consistono in:

- descrizione del punto di monitoraggio;
- zonizzazione acustica del territorio e limiti di legge;
- basi cartografiche in scala idonea con la localizzazione dei punti di misura;
- documentazione fotografica dei punti di misura;
- parametri temporali del monitoraggio;
- caratteristiche territoriali influenti sui processi di propagazione del rumore: morfologia, copertura superficiale del terreno, ostacoli naturali ed artificiali etc.;
- caratteristiche meteorologiche di fonte pubblica/privata rilevate in stazioni meteo significative ai fini dello studio (posizione e denominazione della stazione, sintesi statistica degli indicatori osservati etc.);
- descrizione delle sorgenti di rumore (industrie, cave, strade, autostrade etc.) rilevate;
- indicatori meteorologici rilevati in contemporanea alla misura del rumore, con tecnica spot;
- note ai rilievi;
- analisi delle registrazioni;
- sintesi dei risultati;
- verifica dei limiti normativi.

#### **8.5 Criteri di scelta dei “Punti di Monitoraggio”**

L'esigenza di comporre un quadro conoscitivo dettagliato e approfondito dei livelli di inquinamento acustico e delle sue cause negli ambiti territoriali interessati dal piano di monitoraggio, in coerenza con i principi e le azioni di salvaguardia promossi dalla Legge 447/1995, propone di esplicitare i criteri utilizzati per la scelta e definizione dei punti di misura.

Definiti i criteri ed esaminata la documentazione ad oggi disponibile in merito agli indicatori che indirizzano la localizzazione dei punti di misura, si pone la necessità di formulare un'architettura iniziale del sistema di monitoraggio, che dovrà essere revisionata e aggiornata in parallelo all'evolversi degli indicatori stessi. La complessità e variabilità temporale del sistema emissivo consiglia infatti di prevedere un sistema di monitoraggio “dinamico”, in grado cioè di adeguarsi rapidamente al variare della mappa di rumorosità.

I punti di monitoraggio destinati a formare il quadro di riferimento AO per i cantieri e il “Fronte Avanzamento Lavori” sono stati selezionati considerando:

- caratteristiche di sensibilità del sistema ricettore;
- attuale presenza di sorgenti di rumore;
- distanza dei ricettori dalle aree di cantiere;
- distanza dei ricettori dalla viabilità di cantiere;
- distanza dei ricettori dal fronte avanzamento lavori;
- stato di attuazione della classificazione acustica comunale;
- previsioni d'impatto.

Le caratteristiche di sensibilità del sistema ricettore sono definite in base alle attuali destinazioni d'uso del territorio e, quando disponibili, agli strumenti urbanistici vigenti, in sintonia con i riferimenti contenuti nel DPCM 14/11/97.

Le sezioni di controllo destinate al monitoraggio delle immissioni di rumore lungo la viabilità utilizzata dai mezzi leggeri e pesanti, correlati ai lavori per la realizzazione di tale opera, potranno essere identificate con maggior dettaglio quando saranno disponibili le informazioni complete sulla viabilità di cantiere. Le sezioni di misura dovranno essere localizzate in prossimità di ricettori sensibili (scuole, aree residenziali etc.). In questa fase, sulla base dei dati in possesso, ci si limita ad indicare l'area in cui tali rilievi potrebbero essere svolti.

I punti di monitoraggio *PO* hanno lo scopo di verificare i livelli di rumore determinati dall'esercizio della nuova infrastruttura ferroviaria, la loro conformità rispetto ai limiti di fascia, indicati dal DPR 459/98 (eventualmente corretti per considerare la concorsualità di più infrastrutture), e fuori fascia rispetto ai limiti massimi d'immissione indicati dalle classificazioni acustiche comunali.

**In Tabella 51** sono indicate, per le principali azioni di progetto, i potenziali impatti dovuti alle emissioni acustiche e le relative azioni di controllo e mitigazione.

Piano di monitoraggio ambientale

AZIONI DI PROGETTO	POTENZIALI IMPATTI DERIVATI	MITIGAZIONI E CONTROLLI
Attività di cantiere di routine	Disturbo presso i ricettori più prossimi alle aree di cantiere	<p>Vigilanza sulla messa in atto delle buone pratiche di cantiere per il contenimento della rumorosità quali, ad esempio, lo spegnimento motori dei mezzi in sosta per carico/scarico materiali, mantenimento (ove possibile) di uno strato di fondo di smarino dentro ai cassoni al fine di attutire il rumore dovuto alla caduta del materiale di scavo.</p> <p>Pianificazione delle attività in modo da produrre un decremento delle emissioni sonore nelle fasce orarie più sensibili (mattino presto, primo pomeriggio, tarda serata).</p> <p>Monitoraggio in continuo (h24) in ogni cantiere con adeguata taratura dei livelli presso il perimetro dei cantieri e presso i ricettori potenzialmente più esposti.</p>
Attività di scavo e movimentazione terre/materiali che prevedono la presenza di mezzi mobili in cantiere (quindi rumorosità non confinabile in un unico punto)	Picchi di rumorosità rispetto al livello equivalente previsto	<p>Verifica dei livelli presso i ricettori più prossimi alle aree di lavorazione e pianificazione attività di cantiere per evitare la contemporaneità di lavorazioni acusticamente troppo impattanti.</p> <p>Eventuale predisposizione di barriere mobili intorno ai mezzi mobili in caso di lavorazioni prolungate in un'unica zona.</p>
Emissioni sonore dovute ad impianti con funzionamento in continuo	Innalzamento del livello di rumore ambientale sopra la soglia consentita	<p>Confinamento degli impianti in fabbricati con adeguato potere fonoisolante.</p> <p>Vigilanza sul rispetto delle prescrizioni per il mantenimento dei locali chiusi al fine di evitare l'innalzamento dei livelli sonori immessi all'esterno.</p>
Lavorazioni di cantiere particolarmente rumorose	<p>Picchi di rumorosità rispetto al livello equivalente previsto.</p> <p>Innalzamento del livello di rumore ambientale sopra la soglia consentita.</p>	<p>Messa in atto di tutte le azioni mitigative tecnicamente possibili, compatibili con le lavorazioni previste.</p> <p>Richiesta di autorizzazione in deroga per superamento dei limiti normativi per i periodi necessari allo svolgimento delle lavorazioni.</p> <p>Campagne d'informazione presso la popolazione e eventuale monitoraggio dei livelli d'immissione sonora presso i ricettori più esposti.</p>
Esercizio della nuova linea ferroviaria	Innalzamento livello d'immissione sonora presso i ricettori	<p>Inserimento di barriere acustiche lungo la linea; eventuali interventi diretti agli edifici ricettori (es. sostituzione serramenti con elementi maggiormente performanti dal punto di vista acustico).</p> <p>Monitoraggio in fase di esercizio sui ricettori individuati.</p>

*Tabella 51 – Sintesi delle azioni di progetto, potenziali impatti e mitigazioni/controlli*

In considerazione della presenza o meno delle citate azioni d'impatto e della presenza e sensibilità degli edifici ricettori, sono state tarate le frequenze e le metodiche di rilievo.



## 8.6 Estensione Temporale delle Campagne di Monitoraggio

### 8.6.1 *Ante operam*

I punti di monitoraggio AO dovranno essere scelti al fine di poter valutare la componente rumore nelle aree interessate, in seguito alla realizzazione ed esercizio della nuova linea.

I punti di valutazione del clima acustico attuale, che in seguito serviranno per la valutazione delle immissioni di rumore dovute alle attività di cantiere ed esercizio, dovranno essere scelti in corrispondenza di edifici posti in prossimità delle aree in cui sarà presumibile si possa verificare il maggior impatto da rumore.

Le campagne di monitoraggio AO in prossimità delle aree di cantiere, del fronte avanzamento lavori, della viabilità di cantiere e dei cantieri per la realizzazione della viabilità, verranno svolte preventivamente all'installazione dei cantieri e allo svolgimento di attività rumorose, quali bonifica bellica, sbancamenti etc., al fine di intervenire in condizioni indisturbate.

Le misure verranno svolte in corrispondenza dei punti individuati nelle aree localizzate nelle tavole 1:10.000 (PD2\_C3C\_TS3\_2061:Album - ubicazione dei punti di monitoraggio Ante operam), almeno una volta prima dell'inizio dei lavori, con le modalità indicate nelle metodiche di riferimento in **Tabella 53**.

### 8.6.2 *Corso d'opera*

L'estensione temporale delle attività di monitoraggio di CO dei cantieri, della viabilità di cantiere e dei cantieri per la realizzazione della viabilità nell'area della piana di Susa coinciderà con la durata delle attività lavorative inerenti la fase di costruzione che è prevista per un totale di circa 12 anni.

Sulla base della durata e della frequenza dei campionamenti temporali previsti su ciascuna postazione di monitoraggio, del numero dei punti di monitoraggio e dei periodi in cui è previsto che si svolgano i lavori di realizzazione della linea ferroviaria in progetto, verrà definita la programmazione temporale dettagliata delle attività di monitoraggio.

### 8.6.3 *Fase di esercizio*

La definizione dei punti di monitoraggio deve assolvere a due distinte finalità:

- permettere la verifica dei limiti di rumore sul territorio assunti a base della progettazione acustica degli interventi di mitigazione, in esterno e in ambiente abitativo, all'interno e all'esterno della fascia di pertinenza ferroviaria;
- consentire di verificare i principali parametri che caratterizzano l'emissione sonora dei convogli (modello di esercizio, emissioni di rumore, velocità di transito, composizione dei convogli).

Il metodo che verrà utilizzato per l'identificazione dei punti di monitoraggio è il seguente:

- analisi della stima dei livelli d'immissione di rumore per tutti i punti per i quali è stata svolta una verifica acustica con il modello previsionale SoundPlan in sede di progettazione delle misure di mitigazione acustica;
- identificazione dei ricettori caratterizzati da maggior decremento della qualità della componente rumore.

Alla selezione dei punti di monitoraggio in funzione dell'esposizione al rumore verrà fatta seguire una verifica sulla presenza e rappresentanza nel campione di:

- edifici di classe I e II in fascia e fuori;

- ricettori di massimo impatto.

Il sistema dei punti di monitoraggio permetterà pertanto di verificare sia i ricettori, in cui la progettazione degli interventi di mitigazione ha sottolineato la potenziale presenza di criticità, conseguenti ad esempio a geometrie sorgente-ricettore particolarmente sfavorevoli, sia quelle situazioni ricondotte, con le mitigazioni, a livelli di rumore di poco inferiori ai limiti e sulle quali il margine di sicurezza è basso.

Considerando i criteri utilizzati per la scelta dei punti di verifica acustica, sia in termini localizzativi che di distribuzione territoriale, nonché gli indicatori acustici che confluiscono nel calcolo degli impatti residui, è evidente che il metodo di selezione utilizzato contiene tutti i parametri condizionanti quali i limiti d'immissione, la classificazione acustica del territorio (fuori fascia), la distanza del ricettore dalla linea NLTL, l'altezza degli edifici etc..

#### **8.6.3.1 Organizzazione temporale dei rilievi**

Il monitoraggio finalizzato all'esercizio deve essere svolto al termine delle attività di costruzione e si configura come attività compresa all'interno del primo anno di funzionamento della linea ferroviaria.

È prevista una prima campagna di monitoraggio, da avviare al termine del transitorio di avvio in esercizio dell'infrastruttura e in presenza di un modello di esercizio stabilizzato, e una seconda campagna a distanza di 6 mesi.

Compatibilmente con l'effettiva attività residua del cantiere nei giorni festivi e con la disponibilità dei proprietari degli immobili si valuterà l'opportunità di eseguire misure anche nei giorni festivi per la verifica delle emissioni sonore dei convogli con rumore di fondo presumibilmente più basso.

#### **8.7 Definizione dei punti di monitoraggio e frequenza delle attività**

Di seguito si riportano le codifiche con le relative localizzazioni dei punti di monitoraggio selezionati per la componente rumore (**Tabella 52**).

Per ogni punto di monitoraggio viene evidenziata sia la metodica di riferimento, che è stata definita in funzione della finalità del monitoraggio, sia il numero di ripetizioni previste per ogni fase del monitoraggio (**Tabella 53**).

Per i ricettori in fascia per cui è prevista la fase di PO saranno eseguite delle misure con metodica R2. Per i ricettori fuori fascia, sempre compresi dal monitoraggio PO, sarà invece approntata una misura con metodica R1 che, in ogni caso, dovrà essere preceduta da una campagna di “ante esercizio”, subito prima dell'avvio dell'esercizio della linea.

Piano di monitoraggio ambientale

<b>CODIFICA</b>	<b>LOCALIZZAZIONE</b>
<b>RUC-GIA-01</b>	Edifici fronte cantiere fraz. San Giacomo - Val Clarea
<b>RUC-GIA-02</b>	Edifici sul territorio del Comune di Giaglione prospiciente cantiere Maddalena
<b>RUV-GIA-03</b>	Comune di Giaglione prospiciente cantiere Clarea
<b>RUM-SUS-01</b>	Casa di riposo e di cura in fraz. San Giacomo a Susa
<b>RUC-SUS-02</b>	Edifici borgata Braide fronte cantiere imbocco del tunnel di base
<b>RUM-SUS-03</b>	Edifici in fraz. Traduerivi a Susa e presso SS24, fronte area industriale Susa Autoporto
<b>RUM-SUS-04</b>	Edifici in fraz. Traduerivi a Susa e presso SS24, fronte area industriale Susa Autoporto
<b>RUL-SUS-05</b>	Edifici in fraz. Traduerivi a Susa, fronte area industriale Susa Autoporto
<b>RUL-BUS-01</b>	Edifici fronte cantiere imbocco ovest tunnel di interconnessione
<b>RUL-BUS-02</b>	Edifici fronte cantiere imbocco est tunnel di interconnessione e presso SS25
<b>RUM-BUS-03</b>	Edifici borgata Santa Petronilla a Bussoleno, fronte cantiere imbocco est tunnel di interconnessione
<b>RUC-CAP-01</b>	Edifici fronte sito di deposito di Caprie
<b>RUC-TOR-01</b>	Edifici fronte sito di deposito di Torrazza Piemonte
<b>RUC-TOR-02</b>	Edifici fronte sito di deposito di Torrazza Piemonte
<b>RUC_R4-TDB_01</b>	Area di cantiere Imbocco Tunnel di Base a Susa
<b>RUC_R4-TDB_02</b>	Area di cantiere Imbocco Tunnel di Base a Susa
<b>RUC_R4-ATS_01</b>	Area di cantiere Area tecnica di Susa
<b>RUC_R4-ATS_02</b>	Area di cantiere Area tecnica di Susa
<b>RUC_R4-INS_01</b>	Area di cantiere Interconnessione a Susa
<b>RUC_R4-INB_01</b>	Area di cantiere Interconnessione a Bussoleno

*Tabella 52 – Localizzazione dei punti di monitoraggio rumore*

Piano di monitoraggio ambientale

AO			CO			PO		
CODIFICA	Metodica	Ripetizioni	CODIFICA	Metodica	Ripetizioni in 12 anni di CO	CODIFICA	Metodica	Ripetizioni
RUC-GIA-01	R3	1	RUC-GIA-01	R3	36	-	-	-
RUC-GIA-02	R2	1	RUC-GIA-02	R3	36	-	-	-
RUV-GIA-03	R3	1	RUV-GIA-03	R3	24	-	-	-
RUM-SUS-01	R1	1	RUC-SUS-01	R1	36	RUL-SUS-01	R2	2
RUC-SUS-02	R1	1	RUC-SUS-02	R1	36	-	-	-
RUM-SUS-03	R3	1	RUC-SUS-03	R1	36	RUL-SUS-03	R2	2
RUM-SUS-04	R3	1	RUC-SUS-04	R1	36	RUL-SUS-04	R2	2
RUL-SUS-05	R1	1	-	-	-	RUL-SUS-05	R1	2
RUL-BUS-01	R1	1	-	-	-	RUL-BUS-01	R2	2
RUL-BUS-02	R3	1	-	-	-	RUL-BUS-02	R2	2
RUM-BUS-03	R1	1	RUM-BUS-03	R1	36	RUM-BUS-03	R1	2
RUC-CAP-01	R3	1	RUC-CAP-01	R1	24	-	-	-
RUC-TOR-01	R3	1	RUC-TOR-01	R1	24	-	-	-
RUC-TOR-02	R3	1	RUC-TOR-02	R1	24	-	-	-
			RUC_R4-TDB-01	R4	(misura in continuo)			
			RUC_R4-TDB-02	R4	(misura in continuo)			
			RUC_R4-ATS-01	R4	(misura in continuo)			
			RUC_R4-ATS-02	R4	(misura in continuo)			
			RUC_R4-INS-01	R4	(misura in continuo)			
			RUC_R4-INB-01	R4	(misura in continuo)			

**Tabella 53** – Elenco dei punti di monitoraggio con relative metodiche e ripetizioni

Di seguito si riporta in sintesi la “metodica” di misura riportata nella precedente Tabella 53:

- R1 - misure di breve periodo AO e in fase di costruzione per la verifica del limite differenziale in ambiente abitativo; tali misure avranno anche lo scopo di valutare, in fase di esercizio, il rumore in ambiente abitativo;
- R2 - misure di 24 ore con postazioni fisse, per il rumore ferroviario;
- R3 - misure settimanali con postazioni fisse, per la caratterizzazione A.O. e del rumore indotto da attività di cantiere.

## 9. Vibrazioni

### 9.1 Premessa e Obiettivi

Il presente capitolo riguarda le modalità e metodologie attraverso le quali sviluppare il monitoraggio ambientale relativamente alla componente vibrazioni per la nuova linea ferroviaria Torino-Lione con riferimento alle fasi AO, CO e di esercizio.

Il piano di monitoraggio ambientale prevede la definizione dei livelli di vibrazione determinati dalle sorgenti in essere (AO) ed il rilievo della loro evoluzione durante la fase di cantiere (CO) e di esercizio della linea (PO), al fine di verificare le condizioni di criticità e la compatibilità con gli standard di riferimento.

### 9.2 Quadro Normativo

I meccanismi di impatto vibrazionale delle linee ferroviarie sono stati ampiamente studiati e sono caratterizzati dai seguenti aspetti.

I treni in transito - eccitando dinamicamente i componenti del sistema di armamento - inducono vibrazioni nelle opere civili dell'infrastruttura ferroviaria (galleria, viadotto, paratie, ecc.), nel terreno circostante, nelle fondazioni e nelle strutture in elevazione degli edifici attigui alla linea, e in tutti gli altri componenti edilizi presenti (tamponamenti perimetrali, divisori, serramenti, arredi, ecc.).

Le stesse attività di cantiere possono indurre vibrazioni sulle strutture adiacenti alla linea in costruzione e comunque sulle strutture prossime all'area entro cui si sviluppano le lavorazioni.

Le vibrazioni sono presenti per qualsiasi tipo di layout della linea, anche se con risvolti differenti per intensità e contenuto in frequenza.

Con riferimento alle curve spettrali esemplificative, riportate in **Figura 12**, le vibrazioni prodotte nell'ambiente circostante la linea ferroviaria, durante il transito dei treni, su armamenti di tipo convenzionale, presentano componenti prevalenti nel campo di frequenza 30 - 100 Hz e oltre.

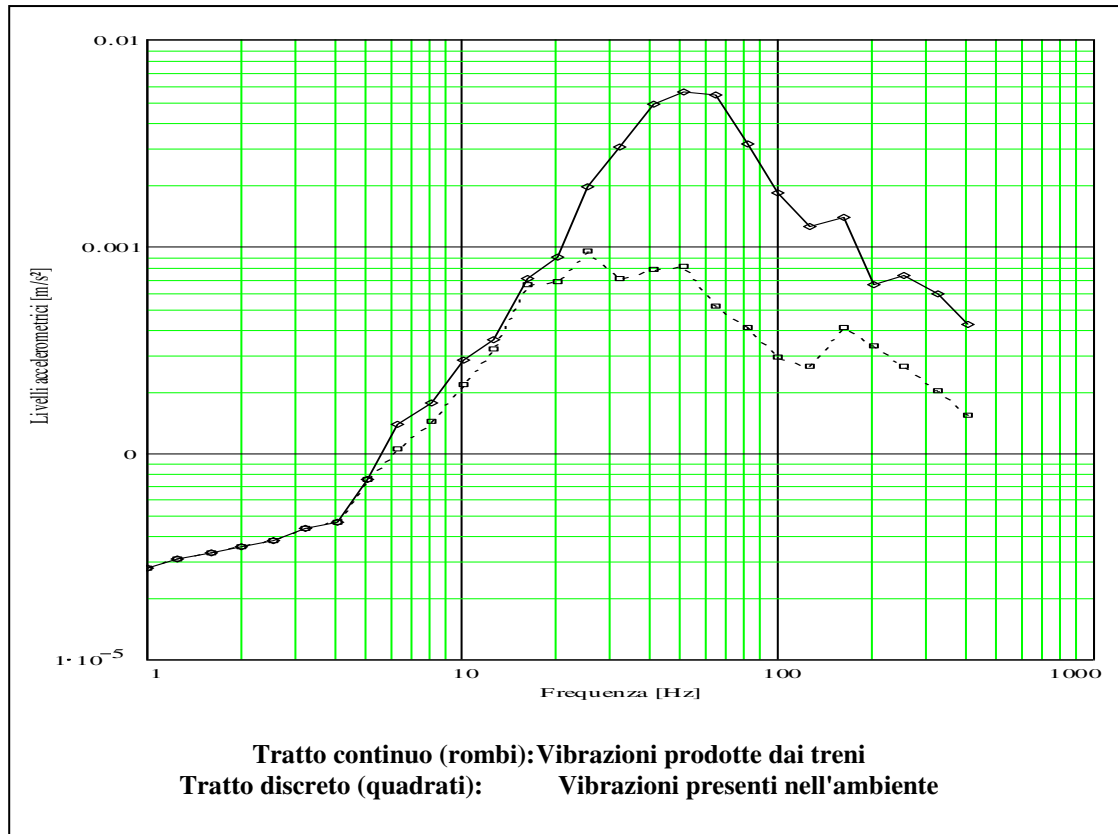


Figura 12 – Vibrazioni prodotte dai treni nell'ambiente.

### 9.2.1 Verifica degli effetti sulla popolazione

Per quanto riguarda il disturbo vibrazionale per la popolazione, in Italia si deve far riferimento alla norma UNI 9614 che è in sostanziale accordo con i contenuti di altre norme internazionali: ISO 2631/1, ISO 2631/2, DIN 4150/2, BS 6472. La normativa stabilisce quanto segue:

- definisce le curve spettrali (1 ÷ 80 Hz) di ponderazione o filtri di attenuazione per mettere in conto la diversa sensibilità del corpo umano alle differenti frequenze per esposizioni in direzione longitudinale alla colonna dorsale (asse z), in direzione trasversale (asse x-y), con postura non nota o variabile (combinazione assi, z, x, y). In sostanza questa ponderazione per le vibrazioni è concettualmente analoga alla più nota curva spettrale di ponderazione «A» per i rumori (20 Hz ÷ 20 kHz). Va osservato che le curve di ponderazione fornite dalla norma UNI anzidetta sono riferite alle accelerazioni;
- le valutazioni (previsioni e/o misure dirette di controllo) debbono essere condotte facendo riferimento a livelli (RMS) di accelerazione ponderati, con le curve spettrali prima indicate;
- il territorio va suddiviso in Aree classificate in funzione della destinazione d'uso urbanistica; in appendice alla norma UNI 9614 sono individuate cinque aree.

Piano di monitoraggio ambientale

Frequenza [Hz]	Accelerazione [dB]			Velocità [dB]		
	Postura Longitudinale (asse z)	Postura Trasversale (asse x-y)	Postura non nota o Variabile	Postura Longitudinale (asse z)	postura Trasversale (asse x-y)	postura non nota o Variabile
1,00	-6,0	0,0	0,0	-24,0	-6,0	-15,0
1,25	-5,0	0,0	0,0	-21,0	-4,0	-13,0
1,60	-4,0	0,0	0,0	-18,0	-2,0	-11,0
2,00	-3,0	0,0	0,0	-15,0	0,0	-9,0
2,50	-2,0	-2,0	-0,5	-12,0	0,0	-7,5
3,15	-1,0	-4,0	-1,0	-9,0	0,0	-6,0
4,00	0,0	-6,0	-1,5	-6,0	0,0	-4,5
5,00	0,0	-8,0	-2,0	-4,0	0,0	-3,0
6,30	0,0	-10,0	-2,5	-2,0	0,0	-1,5
8,00	0,0	-12,0	-3,0	0,0	0,0	0,0
10,00	-2,0	-14,0	-5,0	0,0	0,0	0,0
12,50	-4,0	-16,0	-7,0	0,0	0,0	0,0
16,00	-6,0	-18,0	-9,0	0,0	0,0	0,0
20,00	-8,0	-20,0	-11,0	0,0	0,0	0,0
25,00	-10,0	-22,0	-13,0	0,0	0,0	0,0
31,50	-12,0	-24,0	-15,0	0,0	0,0	0,0
40,00	-14,0	-26,0	-17,0	0,0	0,0	0,0
50,00	-16,0	-28,0	-19,0	0,0	0,0	0,0
63,00	-18,0	-30,0	-21,0	0,0	0,0	0,0
80,00	-20,0	-32,0	-23,0	0,0	0,0	0,0

*Tabella 54 – Curve spettrali di ponderazione per le vibrazioni*

Piano di monitoraggio ambientale

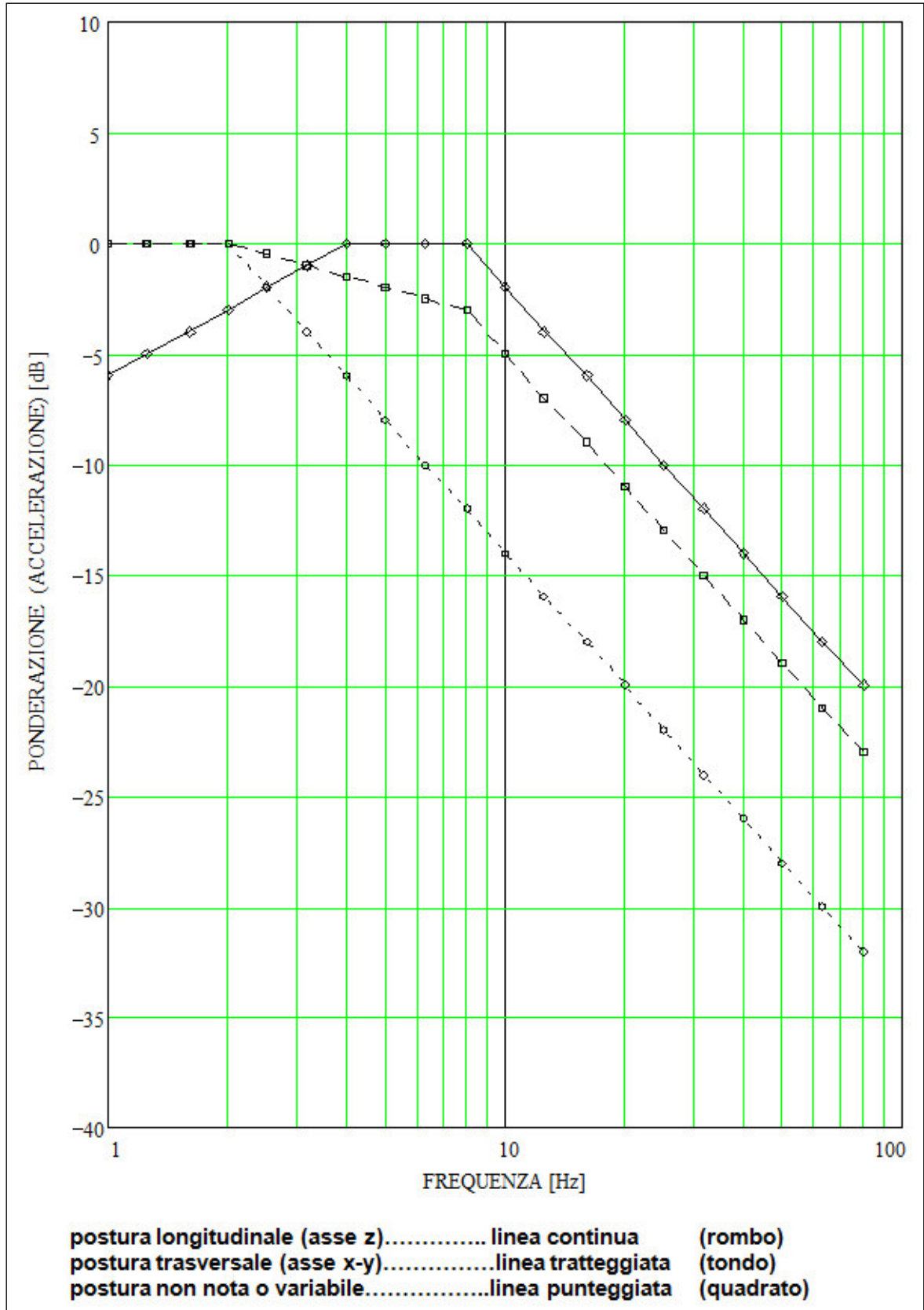


Figura 13 – Curve spettrali di ponderazione per le accelerazioni



Piano di monitoraggio ambientale

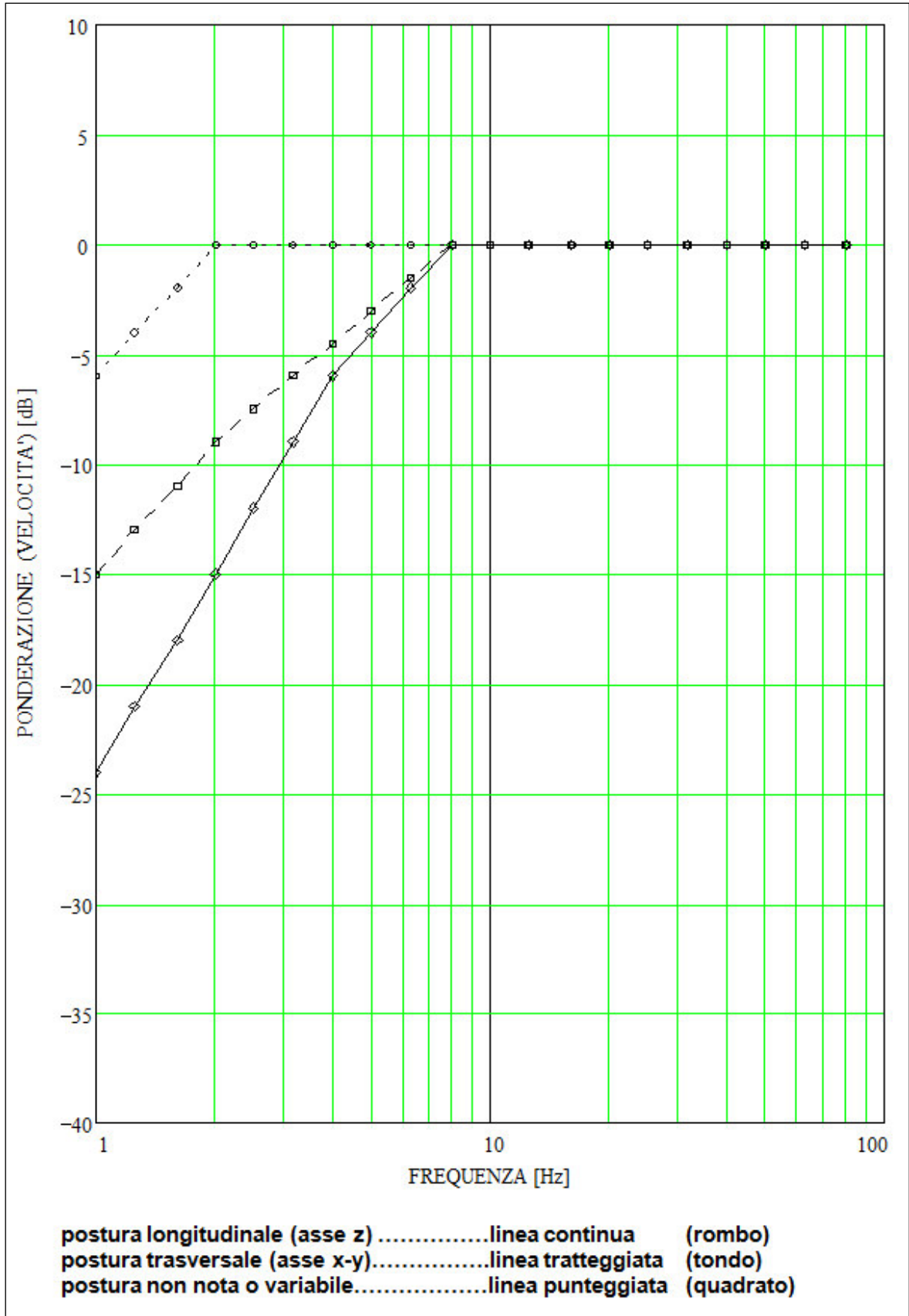


Figura 14 – Curve spettrali di ponderazione per le accelerazioni

Nella successiva tabella vengono forniti i limiti suggeriti dalla norma UNI, facendo riferimento sia ai livelli in termini di accelerazione (a cui la norma fa esplicito riferimento), sia in termini di velocità (in accordo ad altri standard europei e del tutto equivalenti ai limiti in accelerazione). Detti limiti sono definibili come i livelli vibrazionali al di sopra dei quali possono manifestarsi lamentele da parte dei presenti negli ambienti. Si tratta di valori di poco superiori ai livelli di percezione e che sono sensibilmente inferiori a quelli per i quali possono determinarsi rischi per la salute o per l'efficienza dei lavoratori.

Classe	Destinazione d'uso del territorio	Livello [dB <sub>ps</sub> ]			Accelerazione [mm/s <sup>2</sup> ]			Velocità [μm/s]		
		Long.	Trasv.	Var.	Long.	Trasv.	Var.	Long.	Trasv.	Var.
I	Aree critiche	74	71	71	5,0	3,6	3,6	100	280	100
II	Abitazioni (notte)	77	74	74	7,0	5,0	5,0	140	400	140
III	Abitazioni (giorno)	80	77	77	10,0	7,2	7,2	200	560	200
IV	Uffici	86	83	83	20,0	14,4	14,4	400	1.100	400
V	Fabbriche	92	89	89	40,0	28,8	28,8	800	2.200	800

**L COMPONENTE LONGITUDINALE (RIFERITA ALLA SPINA DORSALE DELL'UOMO)**  
**T COMPONENTE TRASVERSALE (RIFERITA ALLA SPINA DORSALE DELL'UOMO)**  
**V NEL CASO DI POSTURA VARIABILE O NON NOTA**

*Tabella 55 – Limiti rms ponderati del disturbo vibrazionale*

Il livello in decibel (dB) della vibrazione è espresso (UNI 9614) facendo riferimento ai valori in accelerazione.

### **9.2.2 Criteri di accettabilità delle vibrazioni relativamente agli effetti sugli edifici**

In merito agli aspetti relativi agli effetti negativi di degrado sugli edifici soggetti a vibrazioni continue, in Italia si può far riferimento alla norma UNI 9916 che è in sostanziale accordo con i contenuti di altre norme internazionali: ISO 4866, DIN 4150/3, BS 6472.

Come noto, per questo aspetto, la normativa definisce come parametro di riferimento per la valutazione degli effetti delle vibrazioni, il massimo valore (o di picco) delle componenti delle velocità di vibrazione (V<sub>x</sub>, V<sub>y</sub>, V<sub>z</sub>) valutate alla fondazione (basamento) o sul pavimento dell'ultimo piano (in quota).

La stessa norma UNI 9916 fornisce in appendice (Prospetto IV – Velocità ammissibili) alcuni valori di riferimento di seguito riportati.

CATEGORIA	TIPI DI STRUTTURE	MISURA ALLA FONDAZIONE CAMPI DI FREQUENZA			Misura al pavimento dell'ultimo piano
		< 10 Hz	10÷50 Hz	50÷100 Hz	Frequenze diverse
1	Edifici utilizzati per scopi commerciale, edifici industriale e simili	20	20 ÷ 40	40 ÷ 50	40
2	Edifici residenziale e simili	5	5 ÷ 15	15 ÷ 20	15
3	Strutture particolarmente sensibili alle vibrazioni, non rientranti nelle categorie precedenti e di grande valore intrinseco	3	3 ÷ 8	8 ÷ 10	8

*Tabella 56 – Limiti massimi delle vibrazioni sugli edifici [Vpicco in mm/s] (p.c.p.v.)*

Nell'eseguire le attività previste da PMA, si seguirà anche quanto previsto dalla revisione della norma UNI 9916; in particolare il trattamento dei dati prenderà in considerazione non solo il parametro p.c.p.v. (peak component particle velocity), ma anche il parametro p.p.v. (peak particle velocity). Come normativa di riferimento per i valori di confronto sulla p.p.v. si utilizzerà la norma BS 5228.

### **9.2.3 Verifica delle interferenze con attività produttive sensibili**

Poiché non esistono norme generali per definire indicatori e valori limite ammissibili per attività produttive sensibili, anche in relazione alle variabilità che contraddistinguono tale categoria di attività, è necessario fare riferimento ai limiti forniti dall'utilizzatore o dal costruttore delle macchine / impianti, tipicamente connessi alle specifiche situazioni.

A questo proposito va considerato, in generale, che nella fase di installazione di macchine / impianti sensibili alle vibrazioni, vengono di norma presi in esame entità e contenuti spettrali del rumore ambientale presente, per valutare la necessità di interventi di isolamento delle macchine / impianti, al fine di garantirne l'impiego in condizioni ottimali.

In questa ottica vanno valutati i valori limite ammissibili che dovranno anche tenere conto del livello di disturbo AO e della presenza o dell'assenza di sistemi di isolamento.

### **9.3 Criteri generali di Monitoraggio**

La determinazione dei livelli di vibrazione in fase AO, di CO e PO viene effettuata mediante una serie di rilievi o monitoraggi intesi come misure prolungate nel tempo, con acquisizione automatica dei livelli vibrazionali ad intervalli di tempo regolari, ed al superamento di determinati valori di soglia, in un numero di punti di misura relativi ai ricettori individuati / selezionati all'interno delle aree di monitoraggio.

**In Tabella 58 sono indicati, per le menzionate azioni di progetto, i potenziali impatti vibrazionali e le relative azioni di controllo e mitigazione.**

AZIONI DI PROGETTO	POTENZIALI IMPATTI DERIVATI	MITIGAZIONI E CONTROLLI
Attività di scavo e demolizione	Disturbo presso i ricettori più prossimi alle aree di cantiere	Verifica del rispetto dei limiti massimi di vibrazioni (definiti nello Studio d'Impatto Ambientale) da parte dei macchinari utilizzati e, ove possibile, sostituzione con macchine meno energetiche (ad esempio sostituendo macchinari a massa battente con macchinari di tipo perforativo).  Pianificazione attività di cantiere per evitare la contemporaneità di lavorazioni troppo impattanti dal punto di vista vibrazionale.
Esercizio della nuova linea ferroviaria	Propagazione verso i più vicini edifici delle vibrazioni dovute al passaggio dei treni	Posa di materassino antivibrante in fase di realizzazione dell'opera.  Monitoraggio delle vibrazioni presso i ricettori individuati tra quelli più prossimi alla linea.

*Tabella 57 – Sintesi delle azioni di progetto, potenziali impatti e mitigazioni/controlli*

Le metodiche di misura e di monitoraggio prevedono la procedura di seguito descritta.

### 9.3.1 Individuazione dei ricettori oggetto di monitoraggio e frequenza delle attività

Le aree d'interesse dal punto di vista vibrazionale saranno prevalentemente di tipo urbano e talvolta caratterizzate dalla presenza di insediamenti industriali, pertanto al set di ricettori apparterranno prevalentemente edifici di civile abitazione o adibiti ad uso industriale; i ricettori scelti rappresenteranno, sia per tipologia edilizia, sia per destinazione d'uso, la distribuzione di edifici tipica della zona interferita dalle opere di cantierizzazione e, successivamente, dalla linea ferroviaria. In **Tabella 58** viene indicata la codifica del ricettore con l'indicazione della localizzazione e del numero di ripetizioni previste durante le diverse fasi di attività di monitoraggio.

CODICE		Localizzazione	N. ripetizioni AO	N. ripetizioni CO	N. ripetizioni PO
1	VIB-SUS-01	Casa di riposo e di cura in fraz. San Giacomo a Susa	1	36	3
2	VIB-SUS-02	Edifici fronte linea in fraz. San Giuliano a Susa	1	24	3
3	VIB-SUS-03	Edifici fronte linea in fraz. Traduerivi a Susa	1	24	3
4	VIB-SUS-04	Edifici fronte linea in fraz. Traduerivi a Susa	1	-	3

*Tabella 58 – Elenco dei punti di monitoraggio ambientale – Vibrazioni*

La durata temporale dell'acquisizione per ogni singolo ricettore dovrà interessare un ciclo di 24 ore e secondo le indicazioni riportate nel successivo paragrafo 9.3.5. La durata di ogni singola registrazione dovrà comunque prevedere intervalli di tempo adeguati alla natura del fenomeno vibratorio in esame.

### **9.3.2 Sopralluoghi preliminari**

A partire dai risultati forniti dai sopralluoghi finalizzati al censimento dei ricettori verranno effettuati sopralluoghi preliminari mirati a verificare gli aspetti logistici ed operativi di dettaglio connessi con la conduzione delle misure, quali autorizzazione all'accesso alle proprietà private interessate dalle misure, e problematiche relative al rilievo delle caratteristiche della sorgente di disturbo vibrazionale (postazioni di misura in prossimità della sorgente).

### **9.3.3 Criteri di scelta e individuazione dei punti di misura / monitoraggio (postazioni)**

Nel corso dei sopralluoghi preliminari ai ricettori, verranno individuati i punti di misura/monitoraggio (postazioni). Le postazioni, che potranno, in generale, essere scelte sia in interno sia in esterno al ricettore, verranno referenziate in modo univoco per tutte le successive necessità di identificazione. La referenziazione delle postazioni prevede:

- annotazione di via e numero civico dell'edificio, delle generalità e numero di telefono dei proprietari, del/dei piani abitati in cui vengono posizionati i sensori, del layout del locale/i in cui vengono effettuate le misure;
- fotografie generali del ricettore e del locale/i ove sono posizionati i trasduttori. Eventuali fotografie di inquadramento del ricettore rispetto alle sorgenti di disturbo vibrazionale.

Per le postazioni in esterno verranno indicate le distanze rispetto a punti fissi di immediato e sicuro riconoscimento.

I criteri di scelta delle postazioni di misura (terne sismometriche) prevedono:

- per edifici residenziali: postazioni localizzate in corrispondenza del basamento di fondazione, del primo piano abitato e/o dell'ultimo piano abitato, oltre a eventuali postazioni in esterno. Sarà verificata l'assenza di interferenze con le attività residenziali. Tutti i trasduttori saranno acquisiti contemporaneamente al fine di consentire un immediato e corretto confronto tra livelli di vibrazione in punti differenti;
- per edifici industriali: vale quanto detto con riferimento al caso degli edifici residenziali per le misure al basamento di fondazione ed ai diversi piani utilizzati. Nel caso di misure finalizzate a cogliere eventuali problemi di interferenza riguardo alle lavorazioni o alle macchine presenti in un'industria, i punti di misura verranno selezionati in base alle specifiche di funzionamento delle macchine, scegliendo quelle maggiormente sensibili alle vibrazioni.

### **9.3.4 Caratteristiche dei sensori di misura**

La misura dei disturbi vibrazionali nei ricettori e l'eventuale necessità di misurare e caratterizzare le vibrazioni anche in prossimità delle sorgenti di disturbo, richiederà l'impiego dei seguenti sensori di misura:

- terne sismometriche per la misura dei disturbi vibrazionali nei ricettori. Composte ciascuna da tre sensori di velocità di vibrazione disposti in direzione verticale (V), ed orizzontale (L longitudinale, e T trasversale);
- accelerometri per misure in prossimità delle sorgenti di disturbo. Questi sensori vengono utilizzati qualora l'impiego dei sismometri risulti inadeguato in prossimità delle sorgenti in relazione all'entità delle vibrazioni ivi presenti.

### **9.3.5 Caratteristiche e modalità di acquisizione dati**

I livelli di vibrazione saranno rilevati nelle tre direzioni ortogonali al fine di potere disporre di un quadro completo dei fenomeni vibratorii in atto.

Per ogni posizione di misura saranno raccolte più registrazioni per ogni differente condizione di disturbo esterno, al fine di disporre in sede di analisi di dati ridondanti per il controllo della significatività e ripetibilità.

La durata temporale dell'acquisizione per ogni singolo ricettore dovrà interessare un ciclo di 24 ore, comprensivo quindi di un'intera giornata lavorativa. Per ogni posizione di misura saranno raccolte più registrazioni nelle differenti fasce orarie con modalità di acquisizione che preveda di eseguire registrazioni ad intervalli di tempo regolari con cadenza di 30 minuti (n. 2 rilievi per ogni ora). Contemporaneamente dovranno essere eseguite in automatico registrazioni al superamento di determinati valori di soglia, al fine di cogliere comunque tutti gli eventi vibratorii significativi verificatisi nell'arco delle 24 ore di durata complessiva del monitoraggio vibrazionale.

La durata di ogni singola registrazione dovrà prevedere intervalli di tempo adeguati alla natura del fenomeno vibratorio in esame, e quindi in relazione alla natura delle sorgenti di disturbo vibrazionale presenti.

Qualora risulti tecnicamente possibile disattivare la sorgente (principalmente macchine di cantiere), dovrà essere prevista la valutazione dell'entità delle vibrazioni residue (rumore di fondo) con sorgente inattiva.

### **9.3.6 Modalità di analisi ed elaborazione dei dati**

Le misure effettuate verranno successivamente esaminate e selezionate al fine di estrarre quelle più significative. Le modalità di analisi e di elaborazione dei dati prevedono:

Per tutte le registrazioni eseguite:

- il calcolo dei valori di picco e dei livelli complessivi in accelerazione ponderati ai sensi della norma UNI 9614 (con riferimento alla ponderazione per postura variabile o non nota).

Per alcune registrazioni selezionate a titolo rappresentativo tra le più significative verranno inoltre forniti:

- la produzione del diagramma e l'esame delle time-history di vibrazione espresse in velocità ed eventualmente in accelerazione in relazione ai sensori utilizzati;
- il calcolo e l'analisi dello spettro delle vibrazioni efficaci espresso a terzi di ottava nel campo di frequenza tra 1 e 80 Hz;
- il calcolo e l'analisi degli spettri di amplificazione / attenuazione tra differenti punti di misura espressi a terzi di ottava nel campo di frequenza tra 1 e 80 Hz;
- il calcolo dei valori di picco e dei valori efficaci globali lineari e ponderati ai sensi della norma UNI 9614 (si fa riferimento alla ponderazione per postura variabile o non nota).

L'acquisizione dei dati e la valutazione dei livelli di vibrazione sarà condotta contemporaneamente con riferimento alle tre componenti direzionali x, y, z.

I risultati ottenuti saranno confrontati con i valori relativi a rilievi precedenti, ad analisi previsionali, e ai limiti ammissibili definiti dalle normative.

Le analisi sopra menzionate saranno condotte per ogni differente condizione di disturbo esterno. In particolare sarà esaminato il rumore di fondo, se rilevato in fase di registrazione.

#### 9.4 Criteri per l'articolazione temporale e frequenza di rilievi

I rilievi ed i monitoraggi verranno condotti assumendo definite condizioni di riferimento in relazione alle condizioni climatiche, ed alla variabilità del ciclo giornaliero, settimanale, stagionale ed annuale delle sorgenti di emissione, intese come tipologia e come flusso. Ciò al fine di escludere condizioni esterne anomale, che potrebbero alterare il significato delle misure in termini di confronto tra condizioni non comparabili.

Relativamente agli aspetti climatici, sarà opportuno evitare misure in condizioni di temperatura esterna inferiori a 0° C. Qualora possibile, attraverso l'interfacciamento con i rilievi piezometrici più prossimi alle aree oggetto d'indagine, dovrà anche essere tenuta in debito conto la variabilità dei livelli di falda, in grado di influenzare i meccanismi di propagazione delle vibrazioni nel suolo.

È prevista l'esecuzione di:

- rilievi vibrazionali relativi alla fase AO;
- rilievi e monitoraggi in CO (fase di cantiere);
- rilievi e monitoraggi PO (fase di esercizio).

##### 9.4.1 Rilievi vibrazionali relativi alla fase AO

È prevista l'effettuazione di rilievi di valutazione AO, con la duplice finalità di acquisire dati sull'entità dell'impatto vibrazionale attribuibile alle sorgenti di vibrazione esistenti, e di rendere disponibili preziose informazioni necessarie per un successivo confronto con i livelli vibrazionali in CO e PO verificando, in tal modo, l'impatto vibrazionale dovuto alla realizzazione ed all'esercizio della linea ferroviaria.

Sarà effettuata una campagna di rilievi su n. 4 ricettori riportati nella precedente **Tabella 58**.

La durata temporale prevista dell'acquisizione dati in continuo (intesa come esecuzione di registrazioni ad intervalli di tempo regolari con cadenza di 30 minuti (n. 2 rilievi per ogni ora), oltre alla contemporanea registrazione in automatico al superamento di determinati valori di soglia, è dell'ordine di un'intera giornata (ciclo di 24 ore).

L'acquisizione dei dati e la valutazione dei livelli di vibrazione verrà condotta con riferimento alle tre componenti direzionali x, y, z.

##### 9.4.2 Rilievi e monitoraggi in CO (fase di cantiere)

Con riferimento ai ricettori critici ed ai ricettori rappresentativi di classi omogenee da monitorare in fase di cantiere, si prevede l'effettuazione di rilievi per i diversi ricettori in concomitanza delle lavorazioni di cantiere più critiche e comunque potenzialmente in grado di creare condizioni di disturbo alla popolazione residente e/o alle strutture. Nella fase CO si eseguiranno i rilievi su 3 punti misurati in AO e riportati in **Tabella 58**.

L'articolazione temporale e la frequenza dei rilievi sarà pertanto connessa al programma di dettaglio delle attività di cantiere. I ricettori verranno di volta in volta definiti in funzione delle attività di cantiere (tra quelli individuati come critici e/o rappresentativi).

La durata temporale prevista dell'acquisizione dati in continuo (intesa come esecuzione di registrazioni ad intervalli di tempo regolari con cadenza di 30 minuti (n. 2 rilievi per ogni ora), oltre alla contemporanea registrazione in automatico al superamento di determinati

valori di soglia) è dell'ordine di una giornata lavorativa (ciclo di 24 ore), al fine di cogliere, per le diverse lavorazioni, gli effetti di eventuali differenti modalità procedurali di impiego delle macchine operatrici, che potrebbero condizionare i risultati delle misure.

L'acquisizione dei dati in continuo potrà evidenziare l'eventuale presenza di vibrazioni di tipo impulsivo generate dall'attività di cantiere, per la cui valutazione si potrà fare riferimento alla norma UNI 9614.

L'acquisizione dei dati e la valutazione dei livelli di vibrazione verrà condotta con riferimento alle tre componenti direzionali x, y, z.

#### **9.4.3 Rilievi e monitoraggi PO (fase di esercizio)**

Con riferimento ai ricettori critici ed ai ricettori rappresentativi di classi omogenee da monitorare in fase di esercizio, si prevede l'effettuazione di campagne di misura per i diversi ricettori, per valutare i livelli vibrazionali indotti dal transito dei treni in esercizio.

In particolare si prevede l'effettuazione di una prima campagna di misure in fase di pre-esercizio, che interesserà tutti i ricettori e, successivamente, almeno altre due campagne di misura con frequenza semestrale. Ciascuna delle due successive campagne di misura interesserà alcuni dei ricettori critici / rappresentativi di classi.

La durata temporale prevista dell'acquisizione dati in continuo per ogni singolo rilievo relativo ad uno specifico ricettore, è di 24 ore. L'acquisizione verrà condotta attraverso un monitoraggio in continuo, con acquisizione automatica dei soli eventi significativi (transito dei treni).

Le misure sul singolo ricettore verranno correlate a misure raccolte in prossimità della linea ferroviaria; in particolare si prevede il rilievo delle vibrazioni allo stradello o all'interno della galleria, unitamente alla misura della effettiva velocità, lunghezza e direzione dei convogli in transito.

#### **9.5 Documentazione prodotta**

Per ogni campagna di misura o rilievo verrà prodotto un rapporto tecnico delle misure contenente:

- localizzazione, descrizione e valutazione delle caratteristiche e delle condizioni della/e sorgente/i di disturbo vibrazionale (sorgenti stazionarie e sorgenti mobili);
- descrizione delle caratteristiche territoriali influenti sui processi di propagazione delle vibrazioni;
- descrizione e classificazione dei ricettori ai sensi della UNI 9916;
- descrizione dei punti, delle modalità e delle condizioni di misura;
- descrizione delle modalità di acquisizione e di elaborazione dei dati per la valutazione delle grandezze di riferimento (indicatori);
- presentazione dei risultati ottenuti:
  - time history delle velocità di vibrazione rilevate su intervalli di tempo adeguati alla natura del fenomeno vibratorio in esame;
  - spettro delle velocità efficaci di vibrazione espresso a terzi di ottava nel campo di frequenza tra 1 e 80 Hz;
  - spettri di amplificazione/attenuazione tra differenti punti di misura espressi in terzi di ottava nel campo di frequenza tra 1 e 80 Hz;



- valori di picco e valori efficaci globali lineari e ponderati ai sensi della norma UNI 9614 (si fa riferimento alla ponderazione per postura variabile o non nota);
- confronto dei risultati ottenuti con i valori relativi a rilievi precedenti, ad analisi previsionali, e ai limiti ammissibili definiti dalle normative.

Il rapporto tecnico verrà corredato da documentazione fotografica, da elaborati grafici esplicativi in scala idonea alla localizzazione delle sorgenti, dei ricettori e dei punti di misura, e da tabelle e diagrammi dei risultati. I contenuti del rapporto tecnico verranno inoltre resi disponibili su supporto informatico.

## 10. Campi elettromagnetici

### 10.1 Premessa e Obiettivi

L'esposizione delle persone ai campi elettrici e magnetici e le conseguenze che da essa discendono costituiscono un argomento di largo interesse, e sono tuttora oggetto di importanti ricerche circa gli effetti sulla salute individuale e collettiva. Per tale motivo, il piano di monitoraggio ambientale prevede la verifica delle emissioni elettromagnetiche relativamente alle sorgenti emissive che si sono aggiunte in seguito alla realizzazione della NLTL.

Il monitoraggio dei campi elettrici e magnetici a 50 Hz verrà eseguito secondo i seguenti principali obiettivi:

- verificare, sulla linea e sugli eventuali ricettori, i livelli di campo elettrico e i livelli di induzione magnetica che si saranno determinati;
- fornire le indicazioni necessarie a verificare il rispetto dei limiti normativi vigenti e il livello di accordo degli studi previsionali svolti con gli effetti realmente prodotti con la linea ferroviaria in esercizio.

Durante le attività saranno misurate le seguenti grandezze di interesse:

- valore del campo elettrico (kV/m) (solo nei casi di sorgenti aeree e non interrate)
- valore dell'induzione magnetica ( $\mu\text{T}$ ).

Saranno oggetto di monitoraggio i campi elettromagnetici a 50 Hz generati da tre tipologie di sorgenti che caratterizzano il sistema di alimentazione:

- la linea di alimentazione;
- gli elettrodotti di trasporto a 132 kV;
- le sottostazioni, cabine elettriche primarie e secondarie.

Le misure saranno eseguite coerentemente con quanto previsto dalla norma CEI 211-6 pubblicata nel gennaio del 2001, la quale fornisce indicazioni dettagliate relativamente alle modalità di misura del campo elettrico e del campo magnetico, per la valutazione dei campi elettrici e magnetici nell'intervallo di frequenza 0 Hz -10 kHz, con riferimento all'esposizione umana.

### 10.2 Quadro normativo

#### 10.2.1 Normativa internazionale

L'ICNIRP (International Commission on Non Ionizing Radiation Protection) ha emanato nel 1998 il documento dal titolo "Guidelines for limiting exposure to time-varying electric, magnetic and electromagnetic fields (up to 300GHz)" nel quale vengono stabiliti i criteri per limitare l'esposizione della popolazione e dei lavoratori ai campi elettromagnetici, in modo da ottenere la massima protezione contro gli effetti negativi noti sulla salute umana. Le linee guida si basano su un'attenta valutazione di tutta la documentazione scientifica esistente sui possibili effetti sanitari acuti e fissa i limiti di esposizione individuati come segue.

Limiti di base: limitazioni all'esposizione ai campi elettromagnetici variabili nel tempo che si fondano direttamente su effetti accertati sulla salute e su considerazioni di ordine biologico. Vengono espressi tramite grandezze fisiche strettamente correlate agli effetti sanitari.

Livelli di riferimento: sono indicati ai fini pratici della valutazione dell'esposizione, in modo da determinare se siano probabili superamenti dei limiti di base. Alcuni sono derivati dai limiti di base attraverso misurazioni e/o tecniche informatiche, altri si riferiscono alla

percezione e agli effetti nocivi indiretti dell'esposizione. Sono definiti mediante identificazione di livelli di campo elettromagnetico misurabili con una strumentazione adeguata.

Il rispetto di tutti i livelli di riferimento garantisce il rispetto dei limiti di base. Qualora invece il valore delle grandezze misurate superi i livelli di riferimento, non ne consegue necessariamente che i limiti di base siano superati, ma sarà necessario effettuare una valutazione per decidere se i livelli di esposizione siano inferiori a quelli fissati per i limiti di base.

### 10.2.2 Normativa Comunitaria

La Raccomandazione 1999/512/CE del 12 luglio 1999 "Raccomandazione del Consiglio relativa alla limitazione dell'esposizione della popolazione ai campi elettromagnetici da 0 a 300 GHz" riprende integralmente le linee guida dell'ICNIRP. Il Consiglio dell'Unione Europea raccomanda che gli Stati membri adottino un quadro di limiti fondamentali e di livelli di riferimento che utilizzi l'allegato I B come base. Negli allegati II e III vengono riportati, rispettivamente, i limiti di base ed i livelli di riferimento, che riprendono quelli proposti dall'ICNIRP, fermo restando che gli Stati membri hanno facoltà di fornire un livello di protezione più elevato di quello indicato nella Raccomandazione stessa. L'allegato IV, infine, riporta formule che permettono di valutare le situazioni di esposizione dovute a sorgenti di frequenza diversa. I livelli di riferimento raccomandati per l'intervallo riguardante le ELF sono riportati nella seguente tabella:

Intervallo di Frequenza	Intensità del campo elettrico	Intensità del campo magnetico	Campo di induzione magnetica
f	E (V/m)	H (A/m)	B (μT)
0.025 – 0.8 kHz	250/f	4/f	5/f

Tabella 59 – Limiti di riferimento Raccomandazione 1999/512/CE

### 10.2.3 Normativa Italiana

La normativa nazionale e regionale per la tutela della popolazione dagli effetti dei campi elettromagnetici disciplina separatamente le basse frequenze (elettrodotti) e le alte frequenze (impianti radiotelevisivi, stazioni radio base, ponti radio).

Legge Quadro 22 febbraio 2001 n. 36 sulla protezione dalle esposizioni a campi elettrici, magnetici ed elettromagnetici, è stata presentata al Parlamento in data 24 aprile 1998, è stata approvata dalla Camera dei Deputati il 14 ottobre del 1999 e dal Senato il 14 febbraio 2001. La finalità della legge, indicata nell'art.1, è di dettare i principi fondamentali diretti ad assicurare la tutela della salute dei lavoratori e della popolazione dall'esposizione ai campi elettromagnetici con frequenze comprese tra 0 e 300 GHz, nonché la tutela dell'ambiente e del paesaggio. Vengono definiti i seguenti limiti

- Limiti di esposizione: valori che non devono essere superati in alcuna condizione di esposizione, ai fini della tutela dagli effetti acuti.
- Valori di attenzione: valori che non devono essere superati negli ambienti abitativi, scolastici e nei luoghi adibiti a permanenze prolungate. Essi costituiscono la misura di cautela ai fini della protezione da possibili effetti di lungo periodo.

- **Obiettivi di qualità:** valori da conseguire nel breve, medio e lungo periodo, attraverso l'uso di tecnologie e metodi di risanamento disponibili. Sono finalizzati a consentire la minimizzazione dell'esposizione della popolazione e dei lavoratori.

### 10.2.3.1 Alte Frequenze

Nel DPCM 8 luglio 2003 pubblicato sulla Gazzetta Ufficiale n. 199 del 28 Agosto 2003, sono fissati i limiti di esposizione, dei valori di attenzione e degli obiettivi di qualità per la protezione della popolazione dalle esposizioni a campi elettrici, magnetici ed elettromagnetici generati a frequenze comprese tra 100 kHz e 300 GHz.

### 10.2.3.2 Basse Frequenze

Nel DPCM 8 luglio 2003 pubblicato sulla Gazzetta Ufficiale n. 200 del 29 agosto 2003, sono fissati i limiti di esposizione, i valori di attenzione e gli obiettivi di qualità per la tutela della salute della popolazione dalle esposizioni ai campi elettrici e magnetici alla frequenza di rete (50 Hz) generati dagli elettrodotti (**Tabella 60**).

	<b>Campo Elettrico (kV/m)</b>	<b>Induzione Magnetica (<math>\mu</math>T)</b>
<b>Limite di esposizione<sup>1</sup></b>	<b>5</b>	<b>100</b>
<b>Valore di attenzione<sup>2</sup></b>	-	<b>10</b>
<b>Obiettivo di qualità<sup>3</sup></b>	-	<b>3</b>

*Tabella 60 – Limiti di riferimento DPCM 8 luglio 2003*

Per quanto riguarda i limiti di campo è da notare che il decreto non stabilisce il livello di attenzione e l'obiettivo di qualità per il campo elettrico in quanto per esso non sono ipotizzabili effetti differiti. Con il nuovo DPCM, vengono introdotti nuovi limiti indicando esplicitamente che tali valori devono essere mediati nell'arco delle 24 ore nelle normali condizioni di esercizio.

Il decreto, inoltre, rende inapplicabili, in quanto incompatibili, le disposizioni dei DPCM 23 aprile 1992 e 28 settembre 1995.

L'obiettivo di qualità di 3  $\mu$ T si applica agli elettrodotti nuovi ed alla costruzione di nuovi edifici nelle vicinanze degli elettrodotti esistenti.

In attesa del decreto relativo al risanamento degli elettrodotti richiesto dalla Legge 36/2001 par.5.1.1, agli elettrodotti esistenti si applica, invece, il valore di attenzione di 10  $\mu$ T. Nel caso di costruzione di nuovi elettrodotti (o di edifici in prossimità di elettrodotti esistenti), il valore di attenzione perde ogni significato rispetto al proprio obiettivo di qualità, in quanto entrambi devono essere rispettati nei medesimi ambienti.

Il decreto, infine, prevede che il valore di attenzione e l'obiettivo di qualità siano riferiti alle "normali condizioni di esercizio".

<sup>1</sup>valori efficaci: intensità di un campo magnetico e statico (non dipendente dal tempo) di pari contenuto energetico; è facilmente dimostrabile che il valore efficace è pari al 70% del valore di picco.

<sup>2</sup> mediana dei valori nell'arco delle 24 ore nelle normali condizioni di esercizio, in corrispondenza di aree gioco per l'infanzia, di ambienti abitativi, di ambienti scolastici e di luoghi adibiti a permanenze non inferiori a 4 ore giornaliere.

In attuazione alla legge quadro e secondo quanto previsto dal D.C.P.M. 8 Luglio 2003, è stato successivamente pubblicato il Decreto del 29/05/08 (G.U. n. 153 del 2 luglio 2008) “Approvazione delle procedure di misura e valutazione dell’induzione magnetica”, che individua le procedure di misura da adottare in riferimento agli elettrodotti, ai fini della verifica del non superamento del valore di attenzione e dell’obiettivo di qualità, definite dal sistema agenziale APAT-ARPA/APPAT.

È stato inoltre pubblicato sulla G.U. n. 156 del 5/7/2008 il D.M. del 29/5/2008 concernente l’approvazione della metodologia di calcolo delle fasce di rispetto per gli elettrodotti. Il provvedimento definisce la metodologia di calcolo per la determinazione delle fasce di rispetto. La metodologia di calcolo proposta ha lo scopo di fornire la procedura da adottarsi per la determinazione delle fasce di rispetto pertinenti alle linee elettriche aeree e interrate, esistenti e in progetto.

Tale metodologia non si applica alle linee a frequenza diversa da quella di rete (50 Hz), alle linee definite di classe zero o di prima classe (rif. D.M. 449/1988) ed alle linee in MT in cavo cordato ad elica, sia interrate che aeree. In tutti questi casi appena elencati le fasce di rispetto hanno ampiezza ridotta, inferiori alle distanze previste dai D. M. 449/1988 e 16.1.1991.

#### **10.2.4 Normativa Tecnica**

La normativa tecnica non si occupa della definizione dei limiti di esposizione (compito demandato al Legislatore), ma copre gli ambiti strettamente tecnici, legati cioè alle grandezze fisiche da monitorare ed alle modalità per una corretta esecuzione della loro misura.

In Italia l’organismo preposto alla redazione di tali normative è il Comitato Elettrotecnico Italiano (CEI) che, lavorando in contatto con gli enti normatori europei (CENELEC) ed internazionali (IEC), ha predisposto nel tempo diverse norme, adeguando le pubblicazioni internazionali alla particolare situazione legislativa italiana.

Vale la pena ricordare che in passato, in ambito comunitario è stata messa a punto, a livello sperimentale, la normativa europea ENV 50166-1/2 redatta dal CENELEC e recepita dal CEI con le 111-2/3, abrogate poi in data 18/2/2000. Esse avevano l’obiettivo di colmare la carenza normativa a livello europeo circa la regolazione dell’esposizione delle persone ai campi elettromagnetici e di costituire, inoltre, un punto di riferimento nel processo di integrazione ed unificazione delle varie normative vigenti.

Fino ad oggi il CEI ha pubblicato alcune Guide, qui elencate:

- CEI 211-4 “Guida ai metodi di calcolo dei campi elettrici e magnetici generati da linee aeree” del 1996.
- CEI 211-6 “Guida per la misura e la valutazione dei campi elettrici e magnetici nell’intervallo di frequenza 0 Hz – 10 kHz, con riferimento all’esposizione umana” del 01/2001.
- CEI 211-7 “Guida per la misura e la valutazione dei campi elettrici e magnetici nell’intervallo di frequenza 10 kHz – 300 GHz, con riferimento all’esposizione umana” del 01/2001.

Esse tengono conto dei documenti in preparazione in ambito IEC e CENELEC, ma ne anticipano alcuni aspetti prioritari per la situazione italiana; la CEI 211-6 infatti, che stabilisce le modalità di esecuzione delle misure, è basata sostanzialmente sulla IEC 61786 del 1998, ma integra le prescrizioni in essa contenute sulla strumentazione e sulle modalità di misura, in particolar modo per quanto riguarda la verifica della compatibilità di una data situazione

espositiva con i limiti (valori di base e livelli di riferimento) imposti dalle norme volte alla tutela sanitaria.

Essa infatti contiene le specificazioni sulle caratteristiche della strumentazione idonea (sensori e sistemi di visualizzazione e registrazione) per la rilevazione delle varie grandezze, le indicazioni sulle modalità di taratura e di verifica in campo della catena strumentale, nonché la definizione delle modalità di misura, di raccolta, elaborazione e presentazione dei risultati, in funzione del tipo di sorgente, delle frequenze interessate e delle finalità delle misure.

### 10.3 Parametri indicatori individuati

Nel monitoraggio ambientale dei campi elettromagnetici l'attenzione sarà posta alla misura delle grandezze esterne che interagiscono con il corpo umano.

Si procederà quindi alla misura delle seguenti grandezze, ritenute significative ai fini del monitoraggio:

- valore efficace del campo elettrico E, ovvero della sua componente verticale ed orizzontale, nel caso di impiego di sonda anisotropa (espresso in V/m):

$$E = \sqrt{E_x^2 + E_y^2 + E_z^2} \quad (\text{Eq. 1})$$

- valore efficace dell'induzione magnetica B, ovvero delle componenti verticali ed orizzontali, nel caso di impiego di sonda anisotropa (espresso in T):

$$B = \sqrt{B_x^2 + B_y^2 + B_z^2} \quad (\text{Eq. 2})$$

Il valore di induzione magnetica da confrontare con gli obiettivi di qualità è il valore misurato.

### 10.4 Criteri di scelta dei punti di monitoraggio

La scelta dei punti da monitorare dipende strettamente dalla scelta tecnica seguita per la costruzione del sistema di alimentazione elettrica della linea.

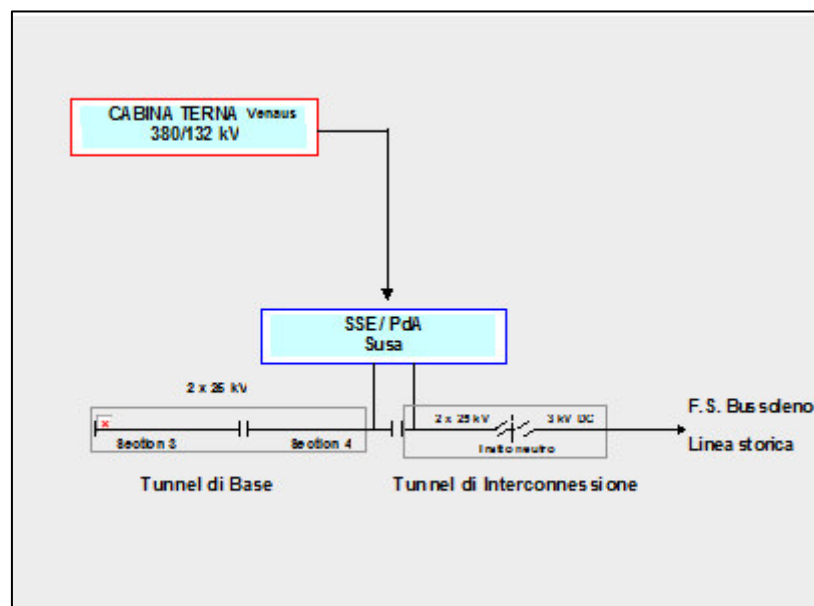


Figura 15 – Schema di alimentazione elettrica della linea NLTL

La tratta ferroviaria Torino-Lione necessita di una potenza che verrà prelevata dalla Centrale di Venaus tramite elettrodotto A.T. da 132 kV / 50Hz.

A seguito dell'analisi del sistema di alimentazione della linea Torino – Lione, in considerazione del tracciato plano-altimetrico e delle caratteristiche del territorio interferito, sono state individuate delle zone maggiormente impattate da uno o più componenti del sistema di alimentazione elettrica, ossia, in prossimità di:

- linea primaria (132kV);
- linea di contatto (25kV);
- sottostazioni elettriche (SSE).

Inoltre sono state considerate con particolare attenzione tutte le zone di intersezione o vicinanza del sistema di alimentazione elettrica della linea con sorgenti significative di campo elettromagnetico, quali:

- altre linee elettriche;
- strutture industriali che utilizzano macchinari in grado di produrre disturbo elettromagnetico;
- stazioni elettriche;
- centrali di trasformazione, etc..

Per la caratterizzazione del fondo elettromagnetico ante – operam e relativo monitoraggio PO sono stati selezionati tutti i ricettori che risultano ad una distanza uguale o inferiore alla distanza di prima approssimazione (DPA) delle sorgenti di campo elettromagnetico a bassa frequenza (elettrodotti, stazioni, cabine di trasformazione) in progetto. Successivamente in una seconda fase vengono valutate le interferenze determinate da ulteriori sorgenti già presenti nel territorio. Dal primo screening quindi si passa ad un secondo screening che mira a conferire una priorità maggiore ai ricettori che a parità di distanza risultano anche esposti ad ulteriori sorgenti. La priorità assoluta è stata conferita ai ricettori “sensibili” (scuole, ospedali, case di cura, ecc).

Il metodo che è stato utilizzato per l'identificazione dei punti di monitoraggio è il seguente:

- Impostazione della base dati iniziale estesa a tutti i punti per i quali esiste una determinata interferenza del progetto in base alla sovrapposizione della distanza di prima approssimazione alla CTR (mediante ArcGIS);
- Classificazione dei ricettori individuati in funzione delle distanze relative gli elettrodotti in progetto (cavidotti, stazioni, cabine, ecc.);
- Identificazione delle ulteriori sorgenti interferenti (mappatura degli elettrodotti, stazioni elettriche, cabine elettriche e relative fasce di rispetto) interferenti risultanti dal primo step;
- I ricettori individuati all'interno delle DPA sia dei cavidotti in progetto sia delle ulteriori sorgenti eventualmente presenti hanno priorità maggiore nel piano di monitoraggio;
- Identificazione dei ricettori che non ricadono delle DPA degli elettrodotti esistenti ma che sono caratterizzati da distanza minima rispetto al cavidotto in progetto;
- Alla selezione automatica dei punti di monitoraggio, attuata con i filtri numerici, verrà fatta seguire una verifica manuale sulla presenza e rappresentanza nel campione di:
  - edifici particolarmente “sensibili”: scuole, ospedali, case di cura, ecc.;

- o eventuali ricettori segnalati nel corso delle varie fasi del percorso autorizzativo per la loro particolare sensibilità.

In **Tabella 61** sono indicate, per le principali azioni di progetto, le potenziali interferenze sui campi elettromagnetici e, in linea generale, le azioni di controllo degli impatti.

AZIONI DI PROGETTO	POTENZIALI IMPATTI DERIVATI	MITIGAZIONI E CONTROLLI
Realizzazione di elettrodotto A.T. 132kV a doppia terna	Incremento dei valori di induzione magnetica.	Realizzazione dell'elettrodotto A.T. in cavo sotterraneo; sistemazione dell'elettrodotto a distanza da siti ad elevata sensibilità intrinseca (ad esempio abitazioni, scuole, ospedali ecc.) e/o con livelli già critici per le radiazioni non ionizzanti; utilizzo di opportune schermature in materiale ferromagnetico e/o realizzazione di trincee di ampia profondità in modo da confinare il campo di induzione elettromagnetica al di sotto della superficie del suolo; previsione, in determinati casi, di barriere specificamente interposte tra la sorgente ed i bersagli potenziali.

**Tabella 61** – Sintesi delle azioni di progetto, potenziali impatti e mitigazioni/controlli

Sono stati definiti n. 6 punti di monitoraggio, che sono collocati presso luoghi in cui si possa ragionevolmente attendere che individui della popolazione trascorrono una parte significativa della giornata, cioè ambienti abitativi (attuali o futuri), o limitata a poche ore al giorno, quindi ambienti esterni in prossimità delle aree abitative, selezionati sulla base di criteri di prossimità al sistema di alimentazione, rappresentatività, maggiore popolazione.

La localizzazione sul territorio dei n. 6 punti presso i quali saranno eseguite le attività di monitoraggio sono riportate all'interno delle carte di ubicazione dei punti di monitoraggio ante e PO (PD2\_C3C\_TS3\_2061: Album - ubicazione dei punti di monitoraggio Ante operam e PD2\_C3C\_TS3\_2063: Album - ubicazione dei punti di monitoraggio Post operam ).

### 10.5 Metodiche di monitoraggio

Per quanto riguarda le metodiche di misura si seguiranno le indicazioni contenute nella norma CEI 211-6 del 2001. Essa fornisce indicazioni non solo sulle grandezze da misurare e sulle sorgenti di campo, ma anche sulla strumentazione, (principi di funzionamento, caratteristiche, taratura) e sulla procedura di esecuzione delle misure.

In generale, si eseguiranno misure di valore efficace dei campi elettrico e di induzione magnetica, in quanto a tali grandezze fanno riferimento le normative.

Un errore particolarmente gravoso per le misure di campo elettrico è dovuto all'effetto di prossimità dell'osservatore o di altri oggetti presenti in vicinanza dello strumento di misura. Si richiede una distanza di almeno 2,5 m dell'osservatore dall'apparato di misura, in modo da ridurre a 1,5% ÷ 3% l'effetto di prossimità, nell'ipotesi che l'osservatore sia alto 1,8 m e sia elettricamente a terra. L'effetto distorcente dovuto alla presenza di oggetti può essere ridotto se la distanza tra l'oggetto e la sonda è almeno pari a tre volte la massima dimensione dello stesso.

Le misure di induzione magnetica non risentono dell'effetto di prossimità dell'osservatore. Tuttavia, è necessario che la sonda sia mantenuta distante da oggetti realizzati con materiali



magnetici. E' sufficiente che tale distanza sia almeno pari a tre volte la massima dimensione degli oggetti.

Ai fini di una corretta valutazione dei campi elettrici e magnetici a bassa frequenza, per ognuno dei n.6 ricettori scelti, sarà individuata la facciata più esposta e, successivamente, il punto più prossimo in linea d'aria alle sorgenti facenti parte del sistema di alimentazione della linea NLTL.

Le misure possono sostanzialmente essere di due tipi:

- Misure di lungo periodo: tengono conto della variabilità temporale delle sorgenti (variabilità dell'intensità di corrente in transito sulle linee). L'intervallo di misura di 24 ore, quindi, sarà scelto una volta conosciuti il numero, l'orario e il tipo di convogli che passeranno lungo la tratta, in modo tale da stabilire il valore delle correnti tipiche di esercizio del circuito AC.
- Misure di breve periodo: in questo caso è necessario correggere il valore misurato sulla base del valore della corrente in transito al momento dell'effettuazione della misura che, salvo necessità particolari, sarà della durata di un'ora.

Per i punti di monitoraggio nei pressi dei quali siano presenti molteplici sorgenti rilevanti delle quali non si conoscano i dati relativi all'andamento delle correnti in transito, è necessario procedere a misurazioni di lungo periodo: monitoraggio della durata di 24 ore con registrazione della misura almeno ogni 30 secondi.

Per quanto riguarda la misura del Campo Elettrico, esso dipende principalmente dal livello di tensione della linea (costante), dalla distanza del punto di misura dalla linea stessa e, in secondo luogo, dalla configurazione della linea. Esso è quindi praticamente costante nel tempo (variazioni inferiori al 5%), quindi per la sua caratterizzazione sono sufficienti misure di breve periodo. In tale monitoraggio volto alla caratterizzazione degli elettrodotti interrati, non viene misurata tale grandezza fisica in quanto le immissioni di campo elettrico di un cavidotto al suolo risulta essere trascurabile.

I risultati delle misure saranno riportati in apposite tabelle, nelle quali verranno indicate almeno le seguenti caratteristiche:

- data della misura;
- condizioni meteorologiche;
- dichiarazione che la temperatura e l'umidità al momento delle misure sono compatibili con il corretto funzionamento degli strumenti;
- identificazione delle linee elettriche e della relativa corrente nominale;
- identificazione di eventuali sorgenti interferenti come cabine elettriche o linee a tensione inferiore a 132 kV;
- identificazione precisa dei punti in cui sono state effettuate le misure (planimetria);
- indicazione della metodologia di misura impiegata (norma CEI 211/6);
- durata della misura;
- nominativo e qualifica del tecnico rilevatore;
- grandezza di campo oggetto della misura (elettrico o magnetico);
- tipo e geometria della sonda;
- incertezza di misura ( si rammenta che l'incertezza sulla misura non deve superare il  $\pm 10\%$ );
- tipo, modello e numero di serie della strumentazione impiegata;

- range di misura dello strumento;
- estremi della taratura della strumentazione;
- banda di frequenza misurata;
- valori di campo elettrico misurato, espressi in V/m;
- valori di induzione magnetica misurati, espressi in  $\mu\text{T}$ .

### 10.5.1 Strumenti di misura

Le misure verranno condotte mediante l'impiego di una sonda le cui caratteristiche verranno descritte nel seguito. Per completezza si riportano anche le caratteristiche della strumentazione volta alla misura del campo elettrico.

Uno strumento per misurare i campi elettrico e magnetico è in generale costituito da:

- un sensore adatto al tipo di campo da misurare;
- un circuito di amplificazione;
- uno strumento indicatore;



Figura 16 – Caratteristiche Sonda

Sonde di campo elettrico: il principio su cui si basano le sonde per i campi elettrici è l'induzione elettrica, per cui il sensore è costituito da due conduttori isolati da terra affacciati tra loro sui quali viene indotta una carica  $Q$ , funzione del campo  $E$  da misurare.

$$Q = K\varepsilon_0 SE \quad (\text{Eq. 3})$$

dove:

- $k$  è una costante dipendente dalla forma degli elettrodi;
- $S$  è la superficie degli elettrodi;
- $\varepsilon_0$  è la costante dielettrica del vuoto.

Se il campo elettrico  $E$  varia secondo una legge sinusoidale del tipo  $E(t) = E_0 \sin \omega t$ , si ha che la corrente che fluisce tra i due elettrodi è pari a:

$$i = \frac{dQ}{dt} = k\omega\varepsilon_0 E_0 \cos(\omega t) \quad (\text{Eq. 4})$$

Pertanto, misurando ed integrando il segnale di corrente, si ottiene la misura del campo elettrico. Esistono inoltre altri tipi di sonde, del tipo con elettrodi collegati a terra e del tipo a effetto Pockels, utilizzate per applicazioni particolari.

Sonde di campo magnetico: il principio su cui si basano i misuratori di campo magnetico è il fenomeno dell'induzione di Faraday, per cui una tensione viene indotta in una spira aperta di materiale conduttore immersa in un campo magnetico variabile. Quindi:

$$V = -\frac{d\Phi}{dt} = -S \frac{dB}{dt}$$

(Eq. 5)

Nel caso in cui la corrente inducente sia sinusoidale con legge del tipo  $I(t) = I_0 \sin(\omega t)$  si ottiene una tensione:

$$V = -\omega BS \cos(\omega t)$$

(Eq. 6)

Pertanto, misurando ed integrando il segnale di tensione si ottiene la misura dell'induzione magnetica. Esistono inoltre sonde ad effetto Hall per la misura di campi statici.

La sonda deve avere dimensioni commisurate alla variazione spaziale del campo. Gli strumenti per la misura dell'induzione magnetica forniscono il valore medio del campo presente nell'area abbracciata dalla sonda, pertanto in caso di campi disuniformi tale problema riveste notevole importanza. La CEI 211-6 raccomanda che l'area degli elementi sensibili non sia superiore a  $0,01 \text{ m}^2$ .

Per quanto riguarda il campo elettrico, non vi sono particolari problemi salvo nel caso in cui debbano essere condotte misure in vicinanza di piani conduttori; in questo caso la Norma raccomanda di mantenersi ad una distanza non inferiore al doppio del suo diametro o della diagonale maggiore.

### 10.6 Programma di monitoraggio

Il presente paragrafo riporta la programmazione delle attività di monitoraggio di AO e di PO.

Il piano di monitoraggio integrerà, per quanto possibile, i dati disponibili presso tali Enti, evitando sovrapposizioni.

I dati così reperiti e quelli di monitoraggio AO saranno utilizzati per la caratterizzazione dell'ambiente e saranno il termine di confronto con i valori rilevati durante il pre-esercizio e l'esercizio della linea.

Nella **Tabella 62** è riportato l'elenco dei punti di monitoraggio dei campi elettromagnetici individuati per l'indagine in AO e PO.

La scelta dei punti di monitoraggio è stata motivata dalla presenza della linea di alimentazione, di elettrodotti e sottostazioni, come espresso in precedenza.

#### 10.6.1 Ante operam

A seguito dell'entrata in vigore nella nuova normativa di riferimento (DPCM 8 luglio 2003 "Fissazione dei nuovi limiti di esposizione, dei valori di attenzione e degli obiettivi di qualità per la protezione della popolazione dalle esposizioni ai campi elettrici e magnetici alla frequenza di rete (50 Hz) generati dagli elettrodotti") riguardante le emissioni elettromagnetiche, verrà effettuata una campagna di misurazioni AO al fine di ottenere una mappatura dettagliata del territorio interessato dall'infrastruttura, rilevata conformemente a quanto stabilito dalle norme ora in vigore.

#### 10.6.2 Post operam

Per quanto riguarda le campagne di misurazione PO, esse verranno ripetute trimestralmente nell'arco dell'anno successivo all'attivazione della linea per poter tener conto del differente andamento stagionale di carico delle linee. La programmazione del monitoraggio di PO prevede lo svolgimento di n. 4 campagne diversificate stagionalmente e definite in funzione dell'esercizio della linea ferroviaria.

Piano di monitoraggio ambientale

N	CODICE PUNTO	INDIRIZZO	Componente indagata	Durata	Ripetizioni		MOTIVO SCELTA
					A.O.	P.O.	
1	ELF-VEN-01	Venaus – via Circonvallazione	Campo magnetico	24h	1	4	Prossimità cavidotto progetto 132kV e parallelismo cavidotto esistente Pont Ventoux (132 kV)
2	ELF-VEN-02	Venaus via Circonvallazione	Campo magnetico	24h	1	4	Prossimità cavidotto progetto 132kV e parallelismo cavidotto esistente Pont Ventoux (132 kV)
3	ELF-VEN-03	Venaus via Circonvallazione	Campo magnetico	24h	1	4	Prossimità cavidotto progetto 132kV e parallelismo cavidotto esistente Pont Ventoux (132 kV)
4	ELF-SUS-01	Susa – Via L. Agnes 21	Campo magnetico	24h	1	4	Prossimità cavidotto in progetto 132 kV ed elettrodotto esistente 132 kV
5	ELF-SUS-02	Susa – Via Urbiano	Campo magnetico	24h	1	4	Prossimità cavidotto in progetto 132 kV ed elettrodotto esistente 132 kV
6	ELF-SUS-03	Susa – Via Montello 35	Campo magnetico	24h	1	4	Prossimità cavidotto in progetto 132 kV ed elettrodotto esistente 132 kV

**Tabella 62 – Punti di monitoraggio**

## 11.Suolo

### 11.1 Premessa ed obiettivi

Le azioni antropiche ed in particolare le attività di costruzione di opere come la NLTL possono comportare alcuni rischi di degradazione del suolo che possono essere così sintetizzati:

- perdita di orizzonti superficiali (topsoil) di elevata fertilità, a seguito di operazioni di scotico mal realizzate;
- peggioramento delle caratteristiche chimico-fisiche del suolo (contenuto di sostanza organica, struttura, permeabilità, porosità e consistenza), a seguito di non corrette modalità di accantonamento/conservazione del suolo e di non corrette modalità di lavoro in fase di ripristino;
- inquinamento chimico degli orizzonti profondi del suolo per infiltrazione delle sostanze contaminanti e scorrimento di queste sugli strati superficiali delle aree limitrofe, in caso di non corretta o insufficiente regimazione delle acque interne dei cantieri;
- perdita di suolo per erosione nelle aree limitrofe ai cantieri (soprattutto presso le aree caratterizzate dai maggiori dislivelli), a causa della mancata o insufficiente regimazione delle acque di cantiere.

Lo svolgimento di un monitoraggio sulla componente Suolo risulta necessario al fine di monitorare gli eventuali danni arrecati alla risorsa durante i lavori e di individuare le attività di mitigazione nei tempi idonei.

In **Tabella 63** sono indicate, per le principali azioni di progetto, le potenziali interferenze sul suolo e, in linea generale, le azioni di controllo degli impatti.

AZIONI PROGETTO	DI	POTENZIALI IMPATTI DERIVATI	MITIGAZIONI E CONTROLLI
Preparazione dell'area di cantiere		Occupazione dell'area, asportazione totale della copertura vegetale e conseguente rimozione del topsoil	Asportazione dello strato superficiale di terreno, accantonamento in dune di altezza non superiore a 3 m e pendenza di circa 30°, così da limitare rispettivamente il compattamento delle parti fini del suolo alla base della duna e limitare l'erosione superficiale delle componenti fini del suolo.  Inerbimento delle superfici mediante impiego di miscuglio caratterizzato da specie a rapido insediamento ed elevato grado di copertura, così da contrastare l'eventuale ingresso di specie esotiche invasive e ruderali.
Scavi in terreno		Impatti a carico sia del topsoil, che del subsoil	Per il topsoil, vedere voce precedente

**Tabella 63** – Sintesi delle azioni di progetto, potenziali impatti e mitigazioni/controlli in fase di cantiere

### 11.2 Metodologie di monitoraggio

Si prevede l'esecuzione di due differenti tipologie d'indagine sul suolo:

- monitoraggio nelle aree occupate dai cantieri;
- monitoraggio nelle aree di saggio individuate per il controllo delle Fitopatie forestali.

## **11.2.1 Monitoraggio nelle aree occupate dai cantieri**

### **11.2.1.1 Metodologia d'indagine in ante operam**

La metodologia d'indagine in AO prevede l'esecuzione di osservazioni pedologiche nelle aree occupate dai cantieri. Le osservazioni pedologiche saranno costituite da profili pedologici, eseguiti mediante l'ausilio di un mezzo meccanico, fino alla profondità di ca. 1,5-2 m o dell'orizzonte impenetrabile e da 2-4 trivellate manuali. Lo scavo del profilo permetterà di individuare, osservare e descrivere i caratteri degli orizzonti pedologici esistenti. Dal topsoil (orizzonte superficiale) e dal subsoil (orizzonte profondo) saranno prelevati dei campioni da sottoporre ad analisi di laboratorio. Se necessario, si procederà a campionare anche eventuali orizzonti intermedi. Le trivellate manuali avranno la funzione di controllo circa l'omogeneità pedologica del topsoil delle aree indagate.

Per ogni area il numero di osservazioni sarà variabile in funzione dell'estensione dell'areastessa e delle tipologie d'uso del suolo presenti al suo interno, in modo da verificare con precisione la variabilità pedologica e le caratteristiche dei pedotipi di riferimento.

Di tutti i profili e dell'ambiente circostante i punti di monitoraggio sarà realizzata accurata documentazione fotografica.

Nel dettaglio, verranno prelevati, in media:

- n.3 campioni disturbati, rappresentativi rispettivamente del topsoil e del subsoil per le determinazioni fisico-chimiche;
- 1 campione disturbato riferito al topsoil per le determinazioni ecotossicologiche;
- 4 campioni indisturbati - 2 per il topsoil e 2 per subsoil - attraverso l'ausilio di cilindretti in acciaio dal volume unitario di ca. 100 cm<sup>3</sup>. Tale prelievo è condizionato dalla presenza di orizzonti non cementati o con contenuto in scheletro o concrezioni scarso o nullo. Questi campioni saranno utilizzati per le determinazioni fisico-idrologiche (densità apparente e contenuto idrico).

Le determinazioni fisico-chimiche effettuate sui campioni disturbati saranno le seguenti: granulometria, pH in acqua ed in KCl, capacità di scambio cationico (CSC) in acetato d'ammonio e bario cloruro e trietanolamina, basi scambiabili (Ca, Mg, K, Na), carbonio organico, carbonati totali, fosforo assimilabile e azoto totale. Tali analisi permettono di valutare la fertilità dei suoli e sono indispensabili per dare le giuste indicazioni di ripristino a verde al termine dei lavori.

I test ecotossicologici saranno eseguiti sui campioni relativi al solo topsoil; le analisi ecotossicologiche previste riguarderanno i test tossicologici di tossicità acuta con *Vibrio Fisceri*, di tossicità con Rotiferi, la determinazione dell'Indice di germinazione ed i test di fitotossicità su *Lepidium sativum*, *Lolium perenne* e *Raphanus sativus*.

Sui campioni indisturbati saranno effettuate determinazioni relative alla densità apparente ed alla ritenzione idrica a diverse pressioni. Tali determinazioni sono necessarie per la determinazione della capacità di ritenuta idrica (AWC) dei suoli e per la misura indiretta della porosità. Tali proprietà, che regolano il comportamento idrologico dei suoli, potrebbero infatti essere impattate dalle attività in progetto.

La conoscenza del comportamento idrologico ex-ante, unitamente ai dati pedologici e alle analisi ecotossicologiche, sarà di fondamentale importanza durante la fase di ripristino e in caso di contaminazioni accidentali.

I suoli esaminati verranno classificati, secondo la Soil Taxonomy (USDA 1998), sino al livello tassonomico di famiglia.

Tipologia di analisi	Metodologia di riferimento
Tessitura apparente (sedimentazione-Tecnica pipetta di Esenwein)	D.M. 13/09/1999 metodo II.5
Scheletro	D.M. 13/09/1999 metodo II.1
pH in acqua	D.M. 13/09/1999 metodo III
pH in KCl	D.M. 13/09/1999 metodo III
Azoto totale (secondo Kjeldhal)	D.M. 13/09/1999 metodo XIV.3
Carbonio organico (secondo Walkley Black)	D.M. 13/09/1999 metodo VIII.3
CSC con acetato d'ammonio	D.M. 13/09/1999 metodo XIII.1
CSC con cloruro di bario	D.M. 13/09/1999 metodo XIII.2
Basi scambiabili con acetato d'ammonio	D.M. 13/09/1999 metodo XIII.4
Basi scambiabili con cloruro di bario	D.M. 13/09/1999 metodo XIII.5
Fosforo assimilabile (secondo Olsen)	D.M. 13/09/1999 metodo XV.3
Carbonati totali (secondo Dietrich e Fruhling)	D.M. 13/09/1999 metodo V

**Tabella 64** – Metodologie di riferimento per le analisi chimico-fisiche

Tipologia di analisi	Metodologia di riferimento
Tossicità acuta con Vibrio Fischeri	APAT IRSA 8030 Man 29:2003
Tossicità con Rotiferi (Brachionus calyciflorus)	ASTM E1440-91 (2004)
Indice di germinazione	UNI 10780:1998 App.K
Test di fitotossicità - <i>Lolium perenne</i> - <i>Raphanus sativus</i> - <i>Lepidium sativum</i>	ISO 11269-2:2005

**Tabella 65** – Metodologie di riferimento per le analisi ecotossicologiche

Tipologia di analisi	Metodologia di riferimento
Densità apparente	DM 01/08/1997 SO n° 173 GU n° 204 02/09/1997
Ritenzione idrica (Contenuto idrico alla saturazione, alla capacità di campo, alla umidità equivalente, a pF pari a 3 ed al punto di appassimento)	DM 01/08/1997 SO n° 173 GU n° 204 02/09/1997

**Tabella 66** – Metodologie di riferimento per le analisi fisiche

### 11.2.1.2 Metodologia d'indagine in corso d'opera

Il monitoraggio sarà effettuato mediante sopralluoghi condotti in due periodi nel corso dell'anno (aprile-maggio e ottobre-novembre).

Nel corso dei sopralluoghi le aree di lavoro saranno attentamente esaminate per quanto riguarda la congruità dei lavori eseguiti rispetto alle esigenze di conservazione dei suoli, sia all'interno che all'esterno delle aree stesse, in riferimento sia alla fase di esercizio che di futuro ripristino.

I controlli lungo la linea e all'interno dei cantieri fissi saranno rivolti in particolar modo ai seguenti aspetti:

- stato di regimazione delle acque superficiali (controllo delle canalette perimetrali in riferimento ai rischi di degradazione dei suoli per erosione o per inquinamento);
- rilevamento di segni di degradazione nelle aree limitrofe per effetto di compattazioni o sversamento accidentale di sostanze potenzialmente tossiche;
- modalità di accantonamento e conservazione degli orizzonti superficiali e profondi dei suoli interessati dalle opere (controllo dell'altezza dei cumuli, della loro corretta separazione dalle attività di cantiere, del loro corretto inerbimento artificiale e della corretta inclinazione delle sponde).

Per quanto riguarda lo stato della regimazione delle acque superficiali, verranno distinti due aspetti. Il primo riguarda la deviazione delle acque a monte dell'area, necessario per diminuire soprattutto i rischi di inquinamento delle acque e dei suoli. Il secondo aspetto concerne la regimazione delle acque all'interno dell'area di intervento, indispensabile per convogliare le acque agli impianti di depurazione in vista della loro riimmissione nel reticolo idrografico.

Per quanto riguarda l'inquinamento del suolo, non sono state previste analisi di laboratorio in CO, salvo il manifestarsi di anomalie, da gestire secondo le norme di legge in materia, demandando alla fase di PO la realizzazione di analisi specifiche circa le modificazioni chimico-fisiche intercorse.

Le osservazioni condotte nel corso dei sopralluoghi saranno riportate in una scheda tecnico-descrittiva. Di ogni sopralluogo sarà realizzata adeguata documentazione fotografica.

In caso di rilevamento di situazioni non conformi a una corretta gestione ambientale in relazione al suolo, verrà data immediata comunicazione al cantiere con l'indicazione delle azioni correttive da attuare per risolvere la criticità evidenziata. In tale caso, il monitoraggio di corso d'opera prevede il riscontro dell'avvenuta risoluzione dell'anomalia.

### ***11.2.1.3 Metodologia d'indagine in post operam***

Nella fase di PO il monitoraggio sarà mirato a verificare che il ripristino delle aree temporaneamente occupate dai lavori sia stato realizzato correttamente, al fine di riportare i suoli interferiti alla capacità di utilizzo ed alla funzionalità rilevata in AO.

Lo scopo è consentire un adeguato confronto tra le caratteristiche della copertura pedologica antecedenti la costruzione dell'opera e quelle successive alle operazioni di ripristino.

L'indagine eseguita sarà del tutto simile all'indagine condotta in AO, con le stesse modalità, metodologie, punti di monitoraggio e parametri indagati.

### ***11.2.2 Monitoraggio nelle aree di saggio individuate per il monitoraggio delle Fitopatie forestali***

#### ***11.2.2.1 Metodologia d'indagine di ante, corso e post operam***

All'interno delle aree di saggio individuate per il monitoraggio delle Fitopatie forestali (vedi paragrafo "Vegetazione") verranno effettuate, durante tutte le fasi di monitoraggio (AO, CO e PO), indagini mirate a caratterizzare gli orizzonti più superficiali dei suoli. In particolare, si provvederà, in ogni area di saggio, all'osservazione degli orizzonti organici e degli orizzonti minerali di superficie mediante lo scavo di due piccole buche (dimensioni 30 cm x 30 cm, per 20 cm di profondità). Verrà eseguita un'identificazione delle forme di humus secondo la tassonomia Green (1993) e il Référentiel Pédologique (A.F.E.S. 1995) e verrà compilata una



scheda descrittiva nella quale, per ogni orizzonte riscontrato (orizzonti organici e minerali), saranno annotati i seguenti caratteri:

- tipologia (denominazione) orizzonte;
- colore (secondo le tavole Munsell);
- spessore in cm;
- consistenza (stima qualitativa);
- consistenza (mediante penetrometro da campagna);
- quantità di radici;
- umidità (stima qualitativa);
- attività biologica (note qualitative).

L'attività permetterà di valutare eventuali modificazioni, indotte dalla presenza dei lavori, sugli orizzonti più superficiali di suolo, in aree contraddistinte da un buon livello di naturalità. Verranno evidenziati i possibili rischi di degradazione fisica, chimica e biologica della risorsa suolo, nonché gli elementi per la pianificazione degli interventi di mitigazione.

Tale monitoraggio, condotto in parallelo al monitoraggio delle Fitopatie forestali, potrà inoltre fornire elementi utili a supporto della diagnosi di eventuali degradazioni della componente Vegetazione.

Verrà valutata, in sede di progettazione esecutiva, la possibilità di eseguire analisi mirate alla caratterizzazione (quantitativa) della componente biotica che popola gli orizzonti più superficiali dei suoli indagati.

### **11.3 Punti di monitoraggio**

Il monitoraggio del suolo nelle aree di cantiere verrà eseguito, in fase di AO, CO e PO, in corrispondenza di tutti i cantieri realizzati.

Il monitoraggio del suolo nelle aree di saggio individuate per il monitoraggio delle Fitopatie forestali verrà eseguito, in fase di AO, CO e PO, per definizione, in corrispondenza dei punti VEG individuati nel paragrafo "Vegetazione".

Si riporta qui di seguito la tabella riassuntiva degli ambiti nei quali si prevede di realizzare le due tipologie di monitoraggio del Suolo scelte.

Ambiti operativi e Siti Natura 2000	Codice punto di Monitoraggio del Suolo	Codice punto di Monitoraggio del Suolo nelle aree di saggio vegetazionali
1 - Imbocco est Tunnel di Base	SUO-SUS-01	SUV-SUS-01
6 - Area Tecnica di Susa	SUO-SUS-02	SUV-SUS-02
6 - Area Tecnica di Susa	SUO-SUS-03	-
7 – Tunnel di Interconnessione	-	SUV-SUS-03
8 - Imbocco est TdI	SUO-SUS-04	SUV-SUS-04
9 – Ponti Dora est e Dora ovest	-	SUV-SUS-05
10- Rilevato ferroviario	SUO-BUS-05	-
12 - Caprie	-	SUV-CAP-01
14 - Imbocco di Clarea	SUO-GIA-01	SUV-GIA-01
15 - Imbocco di Maddalena	SUO-CHM-01	SUV-CHM-01
SIC IT1110027 Boscaglie di Tasso di Giaglione (Val Clarea)	-	SUV-GIA-02
SIC IT1110030 Oasi xerothermiche della Val di Susa	SUO-MOM-01*	-

**Tabella 67** – Assegnazione codici ai punti di monitoraggio. \*: è previsto un punto in cui saranno effettuate analisi del suolo, limitrofo alle aree individuate per lo svolgimento dei rilievi sulla vegetazione (plant traits)

Punto di monitoraggio del Suolo nelle aree di cantiere	Nome Area	Numero di profili pedologici
SUO-GIA-01	Cantiere Clarea	1
SUO-CHM-01	Cantiere Maddalena	2
SUO-SUS-01	Cantiere Imbocco Est Tunnel di Base	2
SUO-SUS-02	Area Industriale Susa Autoporto	1
SUO-SUS-03	Cantiere Imbocco Ovest Tunnel di Interconnessione	2
SUO-SUS-04	Cantiere Imbocco Est Tunnel di Interconnessione	2
SUO-BUS-01	Area di Lavoro Innesto Bussoleno	1

**Tabella 68** – Numero di profili pedologici previsti per ogni punto di monitoraggio del Suolo nelle aree di cantiere in AO e PO

#### 11.4 Tempistiche di monitoraggio e reportistica

Il monitoraggio del Suolo (entrambe le metodologie individuate) verrà realizzato in fase di AO, CO e PO. L'esecuzione del monitoraggio in AO risulta indispensabile al fine di caratterizzare lo stato attuale della componente, per poter valutare, nelle successive fasi (CO e PO), eventuali modificazioni. La durata temporale dell'AO e del PO è stimata pari ad un anno, mentre verrà eseguito un monitoraggio annuale per ciascun anno di CO.

Per quanto concerne il Monitoraggio del suolo nelle aree di cantiere, sono previste:

- in fase di AO e PO, un'unica campagna di monitoraggio su tutte le aree;

- in fase di CO, due campagne di monitoraggio annuali, da effettuare nel mese di aprile ed ottobre.

Per quanto concerne il Monitoraggio del suolo nelle aree di saggio vegetazionali, è prevista l'esecuzione di una campagna di monitoraggio annuale (in autunno) per ogni anno di AO, CO e PO. Analoghe tempistiche avranno le analisi chimiche da svolgersi sui suoli all'interno delle praterie xeriche ricadenti nel SIC Oasi xerothermiche della Val di Susa.

Per quanto concerne la reportistica prodotta, si prevede di produrre:

- al termine di ogni anno d'indagine, una relazione complessiva contenente i risultati delle indagini eseguite per entrambi i monitoraggi;
- a valle dell'esecuzione di ogni campagna di monitoraggio del suolo sulle aree di cantiere in fase di CO, un report sintetico nel quale siano elencate sinteticamente le attività svolte, i risultati e le eventuali azioni da intraprendere.

Gli esiti dell'attività verranno inoltre periodicamente caricati sul Sistema informativo Ambientale predisposto ad hoc.

COMPONENTE	AO			CO (PER CIASCUN ANNO)			PO			
	campagne di monitoraggio	report sintetici	relazione annuale	campagne di monitoraggio	report sintetici	relazione annuale	campagne di monitoraggio	report sintetici	relazione annuale	
Monitoraggio del Suolo nelle aree di cantiere	1	-	1	2	2	1	1	-	1	
Monitoraggio del Suolo nelle aree di saggio vegetazionali	1	-		1	-		1	1		-
Analisi dei suoli (SIC Oasi xerothermiche della Val di Susa)	1	-		1	-		1	1		-

*Tabella 69 – Numero di campagne d'indagine ed elaborati prodotti per i monitoraggi del suolo previsti*

## 12. Vegetazione, flora, foreste, agricoltura

### 12.1 Premessa ed obiettivi

Le azioni antropiche ed in particolare le attività di costruzione di opere come la NLTL sono suscettibili di determinare effetti sulle singole specie vegetali e più in generale effetti diffusi a livello di comunità vegetali; tra i possibili effetti si evidenziano:

- alterazione della flora locale, con scomparsa delle specie più sensibili o rare, a vantaggio di entità più competitive, tendenzialmente a comportamento ruderale e sinantropico, con differenti livelli di invasività (flora);
- scomparsa e/o alterazione di habitat naturali (habitat);
- variazioni nella struttura e composizione delle formazioni vegetali (vegetazione);
- danneggiamenti e/o predisposizione a fitopatie, rilevabili in particolare sulla componente arborea (componente fitopatologica), ma anche erbacea (ad es. su coltivazioni).

Lo svolgimento di un monitoraggio sulla componente vegetazione/flora/agricoltura risulta necessario al fine di monitorare le possibili variazioni riscontrabili sulle componenti indagate, di determinarne l'intensità e la conseguente eventuale mitigabilità con interventi di ripristino. Oggetto di monitoraggio saranno altresì gli impianti mitigativi a verde previsti, al fine di poter indicare eventuali interventi di miglioramento e/o cura nei tempi idonei.

### 12.2 Quadro normativo

#### 12.2.1 Quadro normativo europeo e Convenzioni internazionali

- 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.
- 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 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.
- 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 97/338/CEE del Consiglio del 09.12.1996. Protezione di specie della flora e della fauna selvatiche mediante il controllo del loro commercio. Gazzetta Ufficiale delle Comunità europee n. L061, 3 marzo e s. m. i.
- 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.
- Direttiva 92/43/CEE 21 maggio 1992 - Direttiva del Consiglio relativa alla conservazione degli habitat naturali e seminaturali e della flora e della fauna selvatiche.
- Decisione del Consiglio del 3 dicembre 1981 n 82/72/CEE. Conclusione della Convenzione relativa alla conservazione della vita selvatica e dell'ambiente naturale in

Europa (Convenzione di Berna). Gazzetta Ufficiale delle Comunità europee n. L38 del 10 febbraio e s. m. i.

- Decisione del Consiglio del 25 ottobre 1993 n. 93/626/CEE. Conclusione della Convenzione sulla diversità biologica. Gazzetta Ufficiale delle Comunità europee s.d. e s. m. i.
- Convenzione di Washington (Convenzione CITES) firmata il 3 marzo 1973 relativa al commercio internazionale delle specie animali e vegetali selvatiche minacciate di estinzione.
- Convenzione di Berna firmata il 19 settembre 1979 relativa alla conservazione della vita selvatica e dell'ambiente naturale in Europa.
- Convenzione di Bonn firmata il 23 giugno 1979 relativa alla conservazione delle specie migratrici appartenenti alla fauna selvatica.
- Convenzione di Rio firmata il 5 giugno 1992 relativa alla diversità biologica.
- Protocollo di attuazione della convenzione delle Alpi del 1991 nell'ambito della Protezione della Natura e della tutela del paesaggio.
- Manual of International Co-operative Programme on Assessment and Monitoring of air pollution effects on Forests, ICP Forest - European Commission 10 maggio 2010.

#### **12.2.2 Quadro normativo nazionale**

- Legge 8 agosto 1985, n. 431 - “Disposizioni urgenti per la tutela delle zone di particolare interesse ambientale”.
- D.M. 10 Maggio 1991 – istituzione del registro delle aree protette italiane.
- Legge n. 394 del 6 dicembre 1991 - Legge quadro sulle aree protette.
- DPR 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.
- DPR 12 marzo 2003 n. 120 - Regolamento recante modifiche ed integrazioni al decreto del Presidente della Repubblica 8 settembre 1997, n. 357, concernente attuazione della direttiva 92/43/CEE relativa alla conservazione degli habitat naturali e seminaturali, nonché della flora e della fauna selvatiche.
- DM 25 marzo 2004 - Elenco dei siti di importanza comunitaria per la regione biogeografica alpina in Italia, ai sensi della Direttiva 92/43/CEE.
- D.M. 25 marzo 2005 - Annullamento della deliberazione 2 dicembre 1996 del Comitato per le aree naturali protette; gestione e misure di conservazione delle Zone di protezione speciale (ZPS) e delle Zone speciali di conservazione (ZSC). G.U. n. 155 del 6 luglio 2005.

#### **12.2.3 Quadro normativo regionale/locale**

- Legge Regionale 2 novembre 1982, n. 32 - Norme per la conservazione del patrimonio naturale e dell'assetto ambientale.
- L.R. 2 Novembre 1982, n. 82 - Norme per la conservazione del patrimonio naturale e dell'assetto ambientale. Modifica ed integrazione degli artt. 27,33,38.
- L.R. 3 Aprile 1989, n.20 – Norme in materia di tutela dei beni culturali, ambientali e paesistici.

- L.R. 8 Giugno 1989, n.36 – Interventi finalizzati a raggiungere e conservare l'equilibrio faunistico e ambientale nelle aree istituite a Parchi Naturali, Riserve Naturali e aree attrezzate.
- L.R. 22 Febbraio 1993, n. 6 – Modificazioni alla L.R. 8 giugno 1989, n. 36.
- L.R. 10 novembre 1994, n. 45 – Norme in materia di pianificazione del territorio: modifica alle LL.RR. 5 Dicembre 1977, n. 56 e s.m.i. e alle LL.RR. 16 Marzo 1989, n. 16 e 3 Marzo 1989, n. 20.
- L.R. 5 Gennaio 1995, n. 3 – Norme in materia dei beni culturali, ambientali e paesistici: modifiche L.R. 3 Aprile 1989, n. 20.
- L.R. 30 Marzo 1996, n.23 – modifica alla L.R. 3 Aprile 1989, n. 20 “Norme in materia di tutela di beni culturali, ambientali e paesistici”.
- Decreto della Presidente della Giunta Regionale 16 novembre 2001 n. 16/R - Regolamento regionale recante: "Disposizioni in materia di procedimento di valutazione d'incidenza". B.U. n. 47 del 21 novembre 2001.
- L.R. 1 Dicembre 2008, n. 32 – Provvedimenti urgenti di adeguamento al D.Lgs. 22 Gennaio 2004, n. 42 (codice dei beni culturali e del paesaggio ai sensi dell'art. 10 della L. 6 Luglio 2002, n. 137).
- Legge regionale 10 febbraio 2009, n. 4 - Testo unificato dei progetti di legge regionale n. 511, 345, 423 427 – Gestione e promozione economica delle foreste.
- Decreto della Presidente della Giunta Regionale 15 febbraio 2010, n. 4/R - Regolamento forestale di attuazione dell'articolo 13 della legge regionale 10 febbraio 2009, n. 4 (Gestione e promozione economica delle foreste).
- L.R. 29 giugno 2009, n. 19 – Testo unico sulla tutela delle aree naturali e della biodiversità.

### 12.3 Metodologie di monitoraggio

Nell'ambito del presente monitoraggio si prevede l'esecuzione di differenti tipologie di rilievi (floristico, vegetazionale, fitopatologica) all'interno di aree prossime ai cantieri e più in generale all'opera (individuate nella cartografia allegata – doc. PD2\_C3C\_TS3\_2061: Album-ubicazione dei punti di monitoraggio Ante Operam; PD2\_C3C\_TS3\_2062: Album-ubicazione dei punti di monitoraggio Corso d'Opera; PD2\_C3C\_TS3\_2063: Album-ubicazione dei punti di monitoraggio PO). Nel dettaglio saranno oggetto di monitoraggio:

- la flora;
- la vegetazione (incluse alcune metodologie specifiche dettagliate nel seguito);
- le fitopatie forestali;
- l'agricoltura;
- i nuovi impianti e gli interventi selvicolturali previsti come mitigazioni;
- gli ambienti sorgentizi.

La localizzazione dei punti di monitoraggio è indicativa e non può essere considerata in modo puntuale; risulta pertanto indispensabile, quale attività propedeutica all'esecuzione del monitoraggio, l'individuazione ragionata e corretta dei punti di monitoraggio, finalizzata a ottenere il maggior numero di informazioni utili durante le diverse fasi di realizzazione dell'opera, ottimizzando le risorse.

In **Tabella 70** sono indicate, per le principali azioni di progetto, le potenziali interferenze sulla vegetazione, flora, foreste, agricoltura e, in linea generale, le azioni di controllo degli impatti.

AZIONI PROGETTO	DI POTENZIALI IMPATTI DERIVATI	MITIGAZIONI E CONTROLLI
Preparazione dell'area di cantiere	Occupazione dell'area, eliminazione definitiva delle formazioni vegetali presenti, sia per quanto riguarda la componente epigea, che ipogea.	<p>Asportazione dello strato superficiale di terreno, accantonamento del terreno e della relativa banca semi in esso presente. Per quanto riguarda le aree a prato soggette a ripristino, si prevede la stesura del terreno vegetale accantonato, contenente la banca semi e il successivo inerbimento con miscuglio di specie idonee al contesto vegetazionale. Per quanto riguarda l'habitat 6510 "Praterie magre da fieno a bassa altitudine (<i>Alopecurus pratensis</i>, <i>Sanguisorba officinalis</i>)" presso la località Braide, in risposta alla Richiesta di Approfondimento n. 55 dell'Allegato I alla lettera prot. n.CTVA-2014-0812 del 06/03/2014 della Regione Piemonte, è stato previsto l'inerbimento con miscuglio di specie ottenuto dalla raccolta del seme nei prati adiacenti.</p> <p>Per quanto riguarda le restanti aree interferite in fase di cantiere è previsto il ripristino delle superfici mediante inerbimento e messa a dimora di specie arbustive e arboree autoctone e coerenti con il contesto floristico-vegetazionale in cui si colloca l'opera.</p> <p>Nel caso di comparsa di specie esotiche particolarmente invasive, considerata l'importanza di intervenire tempestivamente mediante eradicazione, il monitoraggio delle infestanti sarà correlato al Sistema di Gestione Ambientale con procedure di rapido intervento per l'eliminazione dei focolai di diffusione.</p>

**Tabella 70** – Sintesi delle azioni di progetto, potenziali impatti e mitigazioni/controlli in fase di cantiere

### 12.3.1 Monitoraggio della Flora

Al fine di fornire una misura confrontabile del livello di antropizzazione della flora nelle aree di interesse, sarà utilizzato l'indice di naturalità, che si basa dapprima sulla realizzazione di elenchi floristici all'interno di aree significative per estensione, preventivamente individuate e registrate mediante strumentazione GPS, al fine di garantire la ripetibilità del monitoraggio.

Nella fase di AO, una dominanza di specie sinantropiche o al contrario di entità legate ad ambienti meglio conservati, permette di valutarne il livello di antropizzazione o naturalità, costituendo un riferimento per il confronto nelle fasi successive. Il rapporto "specie sinantropiche/totale specie censite" rappresenta, infatti, uno degli indici utilizzabili per il confronto dei risultati delle fasi di monitoraggio ed un modo per evidenziare le variazioni nell'ambiente naturale connesse con la realizzazione dell'infrastruttura.

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

- appartengono alla categoria corologica delle specie ad ampia distribuzione (cosmopolite e subcosmopolite). La categoria corologica rappresenta anche il carattere preso in considerazione nel calcolo del citato indice di sintesi;

- sono tipiche di un habitat ruderale; rientrano in questo gruppo le entità che si rinvergono comunemente ai bordi delle strade o presso i ruderi, le avventizie naturalizzate, le specie sfuggite a coltura ed inselvatichite, alcune infestanti di campi ed incolti.

Un ulteriore riferimento per la flora è costituito dalle Liste Rosse nazionali e regionali, dalla normativa europea (con particolare riferimento alla Direttiva Habitat) e da quella regionale (LR 32/82), oltre che dagli strumenti pianificatori predisposti dagli Enti Parco e dalla Regione per le aree protette e per quelle di rilevanza naturalistica (Piani di gestione di SIC).

Al fine di analizzare in maniera esaustiva l'impatto antropico sulla componente flora, verrà inoltre calcolato l'indice relativo alla percentuale delle specie ritenute infestanti sul totale delle specie censite:

$$\frac{n. \text{ invasive}}{(n. \text{ specie censite} - n. \text{ invasive})}$$

La presenza infatti di entità invasive, sinantropico-ruderali, esotiche, già abbondanti nell'area, costituisce un elemento di monitoraggio essenziale per determinare l'effettivo impatto dell'opera sulle comunità vegetali.

### ***12.3.2 Monitoraggio della Vegetazione***

Per fornire informazioni di tipo quantitativo sulle fitocenosi, non desumibili dai rilievi sulla flora che invece forniscono informazioni di tipo qualitativo, si prevede la realizzazione di transetti dinamici. Lo scopo dei campionamenti attraverso l'utilizzo di transetti è quello di monitorare il cambiamento nella composizione e nella struttura della vegetazione - in relazione alle interferenze dovute alle attività cantieristiche (apertura della copertura del soprassuolo, ingresso di alloctone invasive e ruderali) - e di evidenziare il trend direzionale del sistema, che si correla alle trasformazioni derivanti dai possibili impatti. La scelta di campionare diverse tipologie di vegetazione permette di valutare la capacità di risposta delle diverse comunità alle sollecitazioni imposte.

I transetti si svilupperanno perpendicolarmente al tracciato dell'opera, così che si possa evidenziare un eventuale gradiente di interferenza legato alla maggior prossimità dell'infrastruttura, per una lunghezza di 20 m ed una larghezza di 1 m. I transetti saranno georiferiti e delimitati sul terreno con picchetti di legno, in modo da garantire la replicabilità del campionamento durante le diverse fasi.

Lungo ciascun transetto saranno rilevati, ad intervalli di cinque metri, i seguenti parametri:

- strati della vegetazione presenti e loro altezza media;
- copertura dei diversi strati.

Lungo gli stessi verranno inoltre rilevati, con intervallo di un metro, i seguenti parametri:

- specie presenti;
- copertura percentuale espressa in classi del 10%;
- strato di appartenenza.

L'individuazione degli strati e l'attribuzione delle specie saranno effettuate in base alla loro posizione strutturale, secondo le seguenti definizioni:

- A: strato arboreo dominante;
- B: strato alto arbustivo e arboreo dominato;
- C: strato arbustivo;
- D: erbaceo e basso arbustivo.



Il limite tra strato arboreo superiore ed inferiore (A e B) è variabile quando la formazione presenta un assetto verticale, con elementi arborei dominanti e dominati. Normalmente questo si verifica quando la struttura è determinata da uno strato dominante di fustaia con ceduo sottostante. In questo caso l'altezza del ceduo corrisponde al limite tra i due compartimenti. Qualora la struttura preveda solo la fustaia, il limite viene posto convenzionalmente a 15 m di altezza e le ramificazioni comprese tra questo limite e lo strato arbustivo contribuiscono alla copertura dello strato B. Questo in relazione al fatto che un individuo della stessa specie può sviluppare la sua funzionalità su più strati. Un esemplare arboreo contribuisce con la porzione dominante alla copertura dello strato A e le parti inferiori vanno invece a carico degli strati sottostanti, compreso anche quello erbaceo. Analogo discorso vale per le specie rampicanti, che possono contribuire alla copertura degli strati che attraversano.

La stessa procedura è valida per lo strato arbustivo; se si presenta strutturalmente identificabile come comparto indipendente, sia dal punto di vista organizzativo che compositivo, fa fede, come altezza, l'effettivo sviluppo verticale dello strato, altrimenti si procede come precedentemente precisato per il comparto arboreo e il limite superiore si pone a 5 m, mentre il limite inferiore è in funzione del grado di sviluppo della componente erbacea. Qualora lo strato erbaceo non superi i 50 cm di altezza, il limite corrisponde a questo valore; se invece, come nel caso di un soprassuolo erbaceo a grandi carichi palustri, lo sviluppo verticale è superiore, la misura del passaggio tra strato D e C si connette all'altezza del primo. Nello strato erbaceo verrà prestata particolare attenzione al rilievo di rinnovazione di specie forestali.

Oltre ai transetti dinamici sarà prevista la realizzazione di transetti per l'individuazione e il monitoraggio delle infestanti, attraverso rilevamenti con elencazione delle specie infestanti presenti ed una valutazione, sui diversi settori individuati, della copertura delle stesse. **Tale monitoraggio sarà basato su percorsi liberi nelle aree direttamente modificate dai cantieri (su aree opportunamente georiferite, di lunghezza minima pari a 100 m e larghezza minima pari a 10 m), compresi quelli della viabilità, o a queste contermini, con la ricerca attiva delle specie invasive e ruderali. Considerata l'importanza di intervenire tempestivamente mediante eradicazione, nel caso di comparsa di specie puntuali particolarmente invasive, il monitoraggio sarà correlato al Sistema di Gestione Ambientale con procedure di rapido intervento per l'eliminazione dei focolai di diffusione.**

Sarà previsto l'utilizzo delle classi di abbondanza e dominanza del metodo fitosociologico per lo studio vegetazionale (Braun-Blanquet). Ad ogni specie sarà attribuito un valore numerico, che esprime la copertura che essa presenta all'interno dello strato considerato, utilizzando una scala convenzionale di sette valori:

5 = specie con copertura dal 75 al 100%

4 = specie con copertura dal 50 al 75%

3 = specie con copertura dal 25 al 50%

2 = specie con copertura dal 5 al 25%

1 = specie con copertura dall'1 al 5%

+ = specie con copertura inferiore all'1%

r = specie molto rare, con copertura trascurabile, data da individui isolati.

### **12.3.3 Aggiornamento cartografia degli habitat**

Sulla base degli elaborati cartografici realizzati nell'ambito della progettazione definitiva in scala 1:2500, secondo la legenda Corine Biotopes verranno prodotti nell'ambito del Monitoraggio Ambientale due successivi aggiornamenti, rispettivamente nel settimo anno di CO e nell'anno di PO.

Vengono di seguito riportati i documenti cartografici a cui fare riferimento per gli aggiornamenti successivi, redatti in fase di progettazione definitiva:

- PD2\_C3C\_TS3\_0063: Carta degli habitat - Zona Clarea;
- PD2\_C3C\_TS3\_0064: Carta degli habitat - Zone Susa e Bussoleno - Tavola 1 di 2;
- PD2\_C3C\_TS3\_0065: Carta degli habitat - Zone Susa e Bussoleno - Tavola 2 di 2;
- PD2\_C3C\_TS3\_0066: Carta degli habitat - Zona Caprie - Tavola 1 di 2;
- PD2\_C3C\_TS3\_0067: Carta degli habitat - Zona Caprie - Tavola 2 di 2;
- PD2\_C3C\_TS3\_0068: Carta degli habitat - Zona Torrazza Piemonte - Tavola 1 di 3;
- PD2\_C3C\_TS3\_0069: Carta degli habitat - Zona Torrazza Piemonte - Tavola 2 di 3;
- PD2\_C3C\_TS3\_0070: Carta degli habitat - Zona Torrazza Piemonte - Tavola 3 di 3.

Nonostante le variazioni a livello compositivo e strutturale degli habitat siano percepibili non in tempi immediati, si reputa che con le cadenze sopra riportate, e grazie ai dati rilevati nell'ambito del Piano di Monitoraggio a partire dall'AO in merito a variazioni a livello dei popolamenti vegetali (transetti dinamici e rilievi vegetazionali su formazioni di specie invasive e ruderali), oltre ai monitoraggi floristici, supportati da sopralluoghi finalizzati in campo, sia possibile presentare a livello cartografico eventuali variazioni in termini di modificazione degli habitat, loro eventuale riduzione o scomparsa. I risultati costituiranno elementi utili all'aggiornamento della Carta degli habitat, mentre i valori tabellari evidenziando le modifiche intercorse saranno presentati e descritti nella relazione annuale.

L'attività di campo prevederà la verifica delle codifiche di tutti i poligoni direttamente interessati dalle attività di cantiere, oltre a quelli presenti nell'immediato intorno.

### **12.3.4 Monitoraggio delle Fitopatie forestali**

All'interno delle aree di monitoraggio verranno effettuate, durante tutte le fasi di monitoraggio (AO, CO e PO), delle analisi fitopatologiche su alcuni esemplari arborei; nello specifico, si prevede di eseguire tale monitoraggio su 10 esemplari arborei (scelti tra le due specie più rappresentative del sito) per ognuna delle aree di monitoraggio individuate.

Tale monitoraggio verrà realizzato utilizzando la metodologia prevista nell'ICP Forest Manual, volta in particolare all'assegnazione di una classe di danno di ciascun soggetto monitorato in funzione della discolorazione e della defogliazione. Ogni pianta sarà caratterizzata dal punto di vista dendrometrico (misura di diametro e altezza) e soprattutto fitopatologico. La ripetizione di due rilievi fitopatologici nel corso dell'anno è necessaria per monitorare correttamente le piante durante le stagioni vegetative (primavera, fine estate); in tal modo è infatti possibile evidenziare l'insorgere di fenomeni patologici, studiarne l'evoluzione, individuare un'eventuale correlazione con fattori esterni e così via.

Ogni soggetto arboreo sarà osservato al fine di individuare la presenza di alterazioni in chioma, sulle foglie, sulle branche, sul fusto e sui contrafforti radicali. È da precisare che, con il termine di alterazioni, si indica, in questa sede, qualunque deviazione di aspetto, forma, colore, sviluppo, ecc. rispetto a quelli normalmente riscontrabili su una pianta sana. Ogni volta che verrà individuata un'anomalia, si procederà immediatamente alla ricerca dell'agente

eziologico e cioè alla causa dell'alterazione stessa. Quando possibile, sarà effettuata una diagnosi in campo, identificando l'agente (generalmente un insetto o un fungo); altrimenti occorrerà raccogliere dei campioni da analizzare successivamente in laboratorio. Verrà rilevata l'eventuale presenza di rami secchi e/o di rami epicormici (rami emessi anormalmente dal fusto), il grado di defogliazione (ossia la perdita di foglie) e il grado di decolorazione (variazioni dei cromatismi rilevabili sulle foglie, dovuti ad esempio a virus, insetti defogliatori e minatori, funghi epifillici). Questi ultimi due parametri saranno utilizzati, come già accennato, per calcolare la classe di danno di appartenenza di ciascun albero. La valutazione del grado di decolorazione e di defogliazione potrà essere effettuata attraverso metodologie oggettive quali la misura del LAI (*Leaf Area Index*) e del contenuto di clorofilla. Il LAI (*Leaf Area Index*) fornisce un'indicazione oggettiva della effettiva superficie fogliare fotosintetizzante, che può essere messa in relazione allo stato fitosanitario (e alle classi di danno, trasparenza e defogliazione). Più in particolare, il LAI è un indice della superficie fogliare definito come il rapporto tra metà della superficie fogliare fotosintetizzante per unità di superficie piana occupata dalla fitocenosi; si tratta pertanto di un numero assoluto, definito come rapporto tra due superfici (LAI,  $m^2m^{-2}$ ).

Oltre ai parametri dendrometrici e fitopatologici, verrà, di volta in volta, segnalata la presenza di inquinamento o di eventuali disturbi di origine antropica, animale e abiotica. Tra i danni di tipo diretto riscontrabili sulla vegetazione, oltre ovviamente all'asportazione di individui e di superfici, è sempre rilevabile il deposito di polveri sulle foglie. I depositi di polvere possono determinare una riduzione dell'attività fotosintetica e, se persistenti, possono portare ad un progressivo deperimento della pianta interessata. Tale deperimento comporta un indebolimento e quindi una maggiore suscettibilità nei confronti delle avversità (in particolare patogeni). Una metodologia già applicata in situazioni analoghe, non distruttiva, per la stima del deposito di polveri sulle piante è la misura del contenuto di clorofilla. Il contenuto di clorofilla, con opportuni strumenti, può essere calcolato indirettamente attraverso la misura dello spettro di trasmissione nelle bande del verde delle foglie. Il deposito di polvere provoca un cambiamento di colore della superficie fogliare dal verde a tonalità diverse di grigio/marrone tanto più marcato quanto maggiore è il deposito stesso. Lo strumento è in grado di misurare tale variazione, quindi comparando la misura tra pianta testimone e soggetto interessato dall'imbrattamento fogliare è possibile valutare oggettivamente il fenomeno.

Rispetto a quanto sopra riportato, verrà localizzato un punto di monitoraggio fitopatologico anche lungo il sentiero dei ginepri in comune di Foresto, all'interno del SIC "Oasi xerotermitiche", finalizzato a monitorare l'andamento dei disseccamenti delle chiome riscontrati nell'ambito delle indagini svolte per lo Studio di Impatto Ambientale a carico di alcuni esemplari di *Juniperus oxycedrus*.

**Le fitopatie forestali costituiscono un aspetto del monitoraggio ambientale condizionabile in modo estremamente significativo da cause indipendenti dalle attività di cantiere. Nell'ambito della rispondenza fra le fitopatie e i fattori esterni più direttamente correlabili ad esse si possono principalmente includere:**

- **gli attacchi parassitari di origine "globale" come nei noti casi, ad esempio, del tarlo asiatico in Lombardia o del cinipide galligeno del castagno, insetto di provenienza cinese che ha infestato in maniera particolarmente grave anche i castagneti del Piemonte.**
- **I cambiamenti climatici, di cui sono particolarmente evidenti gli effetti sulla vegetazione. Anomalie quali la ben nota ondata di calore dell'estate 2003 (stagione**

inclusa nel periodo dei controlli anche della tratta AV/AC Torino-Milano, citata nell'ambito della richiesta n. 103 della Regione Piemonte) hanno infatti indotto stress vegetativi ampiamente documentati.

La correlazione fra gli eventuali scostamenti di indicatori relativi alle fitopatie forestali e le pressioni legate alle attività di cantiere dovrà pertanto avvenire in modo particolarmente cauto in ogni fase del monitoraggio ambientale e con particolare riferimento:

- all'evoluzione degli andamenti meteorologici e degli attacchi parassitari (questi ultimi opportunamente desumibili anche dai dati del settore fitosanitario regionale).
- ai dati di ante operam e ai trend di corso d'opera di tutte le altre componenti di monitoraggio che possono essere poste in più diretta correlazione con le fitopatie (polveri, inquinanti atmosferici, acque e suoli ed altri indicatori di PMA relativi alla vegetazione, flora e fauna).

Nel caso dell'insorgere di nuove fitopatie o dell'incrementarsi di altre, eventualmente registrate in fase ante operam o già note a seguito dei sopralluoghi di SIA (come nel caso dei segni di deperimento dello *Juniperus oxycedrus* osservati nell'area SIC delle oasi xerotermiche nel 2012), sarà pertanto immediatamente richiesta la collaborazione di ARPA Piemonte nella fornitura di eventuali ritorni di esperienza (analisi svolte e comportamenti prescritti dell'ente per esempio in fase di monitoraggio 2001-2012 della tratta AC/AV Torino-Milano) in aggiunta ad altri eventuali ritorni di esperienza per cui sia disponibile letteratura scientifica come nel caso, ad esempio, dei rilievi di vegetazione in ambiente forestale appenninico per la tratta Bologna-Firenze, oggetto di studi e valutazioni anche da parte dell'università di Bologna<sup>3</sup>.

L'esperienza in corso per il cantiere della Maddalena e quanto verrà svolto in ambito del PMA della NLTL potranno pertanto, a loro volta costituire un ulteriore tassello di esperienza nella capacità e possibilità di discernimento di cause e concause nell'insorgere di fitopatie forestali negli ambienti circostanti a importanti aree di lavoro e nel conseguente modo di procedere.

### **12.3.5 Monitoraggio dell'Agricoltura**

Il danno che possono subire le colture agricole, oltre alla sottrazione diretta di terreni, è riferibile principalmente alla deposizione di polveri, determinata dalle attività di cantiere e dal passaggio di mezzi di trasporto lungo la viabilità cantieristica. Tali depositi possono determinare riduzioni della produttività, causando perdite di raccolto e quindi danni economici.

Per valutare tale tipo di danno sarà prevista la medesima metodologia indicata per la misura del deposito di polveri sulla componente vegetale naturale (misura del contenuto di clorofilla).

---

<sup>3</sup> Bagnaresi, Busetto, Garavoglia, Mutto Accordi, Del Sole, 10/1997

Controllo dell'impatto sulla vegetazione nell'ambito del Progetto di Monitoraggio Ambientale della nuova tratta ferroviaria ad Alta Velocità Bologna-Firenze: metodologie e primi risultati.

9° CONVEGNO ANNUALE AAA. La VIA in Italia: valutazione di impatto ambientale in ambito agro-forestale e rurale.

### **12.3.6 Monitoraggio dei Nuovi impianti**

Gli impianti di mitigazione (opere a verde) previsti da progetto verranno monitorati al fine di evidenziare e segnalare eventuali problematiche di carattere vegetativo/sanitario legate a fitopatie presenti di origine biotica/abiotica e/o a manutenzione inefficace.

Si prevede la realizzazione di un monitoraggio annuale, durante il quale sarà rilevato, su apposite schede e per ciascun sito di impianto, i seguenti parametri:

- percentuale di attecchimento delle piante;
- caratteristiche medie delle piante (altezza media e giudizio sul portamento complessivo);
- corretta esecuzione degli interventi manutentivi ed eventuali indicazioni sulle misure correttive da attuare in particolare estirpazione/taglio di infestanti ed eventuali riposizionamenti dei pacciamanti;
- presenza di danni causati da agenti abiotici/biotici (con indicazione delle specie maggiormente colpite e valutazione % del danno);
- valutazione sintetica dell'impianto (condizione delle piante e della componente arbustiva per classi di giudizio);
- valutazione qualitativa del terreno circa la pietrosità, la compattazione e la presenza rifiuti.

### **12.3.7 Monitoraggio relativo ad habitat e specie all'interno del SIC "Oasi xerothermiche della Val di Susa-Orrido di Chianocco"**

Considerata la rilevanza conservazionistica di specie vegetali e habitat presenti all'interno del SIC "Oasi xerothermiche della Val di Susa-Orrido di Chianocco", viene di seguito previsto un monitoraggio finalizzato a valutare la possibile interferenza indiretta delle opere connesse alla realizzazione della linea ferroviaria, su alcuni habitat e specie.

- Ambienti sorgentizi, con particolare riferimento all'habitat di interesse prioritario 7220\* "Sorgenti pietrificanti con formazione di tufi (*Cratoneurion*)".

Nel dettaglio, il monitoraggio verrà articolato nelle seguenti tre attività:

- Monitoraggio fitopatologico relativo alle componenti erbacea, arbustiva ed arborea, volto all'individuazione di situazioni di stress e di alterazioni eventualmente indotte da variazioni di portata delle sorgenti;
- Monitoraggio fitosociologico, con particolare riferimento alla componente briofitica, al fine di evidenziare variazioni sulla composizione floristica e di mettere in luce eventuali dinamiche vegetazionali indotte da variazioni di portata;
- Monitoraggio idrologico focalizzato all'individuazione di variazioni di portata e di pH.

Segue una breve trattazione di ciascuna tipologia di monitoraggio.

#### **Monitoraggio fitopatologico**

In considerazione del fatto che variazioni significativamente negative della portata delle sorgenti potrebbero indurre *in primis* sintomi di stress idrico, questi possono essere oggettivamente individuati con misurazioni a carico dell'apparato fogliare, sia a livello del contenuto di clorofilla, sia a livello di superficie fogliare. Per misurare tali parametri è prevista, innanzitutto, l'individuazione di specie maggiormente sensibili e rappresentative di ciascuno strato vegetale (erbaceo, arboreo ed arbustivo); su tali specie (indicativamente 2-3 per strato) verrà effettuata la misura indiretta del contenuto di clorofilla con apposita strumentazione di campo (misura non distruttiva). Per quanto concerne la superficie fogliare,

sarà previsto, a livello di stazione, la determinazione del LAI (*Leaf Area Index*, indice di area fogliare: si tratta di un parametro adimensionale espresso in metri quadri di fogliame su metro quadro di suolo  $m^2/m^2$ ), anche in questo caso con strumentazione di campo. In questo modo, rilevando i suddetti parametri, è possibile individuare precocemente variazioni di colorazione delle foglie e di copertura del suolo da parte delle chiome (ad esempio per filloptosi anticipata, stress idrico, microfillia, ecc.)

Al fine di scindere effetti indotti dalla siccità causata da assenza di precipitazioni e dalla presenza di alterazioni causate da patogeni (funghi, insetti, ecc.) rispetto a quelli potenzialmente prodotti dai cantieri, è prevista la caratterizzazione della stazione all'interno della quale è posto il punto di monitoraggio (sorgente) mediante metodologia ICP Forests (ICP Forest Manual 2010, part IV in particolare), che prevede la descrizione accurata dell'area ed in particolare delle singole piante arboree ed arbustive, con quantificazione dei sintomi riscontrati secondo determinate classi. Tra i differenti parametri presi in considerazione, vi sono la decolorazione e la defogliazione, espresse in percentuali e che possono essere messe in relazione con i valori misurati di clorofilla e di LAI. Sarà altresì effettuata una diagnosi delle malattie presenti e dei relativi agenti eziologici.

### **Monitoraggio fitosociologico**

Saranno effettuati rilievi fitosociologici secondo il metodo Braun-Blanquet, con particolare riferimento, per quanto concerne l'individuazione dell'area minima, all'alveo in cui sono presenti le specie che caratterizzano in modo inequivocabile l'habitat; trattasi infatti di specie di briofite che danno origine alla formazione di travertini o tufi per deposito di carbonato di calcio sulle fronde. Le piante superiori all'interno di questo habitat risultano marginali. La medesima metodologia sarà applicata agli altri ambienti sorgentizi, anche non caratterizzati dalla presenza dell'habitat 7220\*.

Particolare attenzione verrà data a variazioni strutturali e compositive di tali fitocenosi, in relazione per esempio al deperimento di specie particolarmente legate agli ambienti umidi e/o all'ingresso di specie infestanti. Tale rilievo consentirà pertanto di evidenziare variazioni che possano eventualmente essere messe in relazione con la variazione di portata causata dai lavori. A questo riguardo risulterà strategico impostare l'area di rilievo secondo un preciso gradiente idrologico, quindi disposta trasversalmente al corso d'acqua/sorgente piuttosto che longitudinalmente.

### **Monitoraggio idrologico**

È necessario prevedere la misurazione della portata al fine di individuare eventuali variazioni significative. Queste ultime saranno comunque messe in relazione alle condizioni climatiche e alle precipitazioni, in modo da discriminare gli effetti eventualmente indotti dai lavori rispetto ai fisiologici decrementi stagionali. È prevista anche la misurazione del pH e della conducibilità elettrica. Come già accennato, contestualmente ai rilievi, verranno reperiti i dati meteorologici, con particolare riferimento alle precipitazioni, al fine di interpretare in modo più completo i dati rilevati in campo: in questo modo, oltre agli effetti sulle portate, potranno essere valutate anche le conseguenze dirette sulla vegetazione causate ad esempio da siccità prolungata. Per maggiori dettagli in merito alle metodiche applicate, si rimanda a quanto descritto nei capitoli relativi alle acque superficiali e sotterranee.

- Praterie xeriche, con particolare riferimento all'habitat di interesse prioritario 6210(\*): Formazioni erbose secche seminaturali e facies coperte da cespugli su substrato calcareo (*Festuco-Brometalia*) (\*stupenda fioritura di orchidee) .

Per quanto riguarda gli aspetti fitopatologici, si prevede il medesimo monitoraggio riportato in precedenza per gli ambienti sorgentizi, anche per l'habitat delle praterie xeriche ricadenti all'interno del SIC e prossime all'imbocco Est del Tunnel di Base.

Al fine di monitorare eventuali variazioni che dovessero subentrare a livello compositivo e strutturale della formazioni erbacee, con particolare riferimento all'habitat sopra indicato, si prevede la realizzazione di rilievi fitopastorali applicando il metodo dell'analisi lineare proposto da Daget & Poissonet (1969), il quale consente di censire con precisione le diverse specie presenti all'interno di una formazione vegetale, considerandone anche le rispettive frequenze.

Il metodo dei rilievi puntiformi viene impiegato su fitocenosi erbacee con tecniche differenti in funzione dell'altezza del manto vegetale. I dati, rilevati lungo transetti, permettono di calcolare diversi parametri, tra i quali, quello utilizzato più frequentemente è il Contributo Specifico di Presenza (CSP o CS). Con tale metodologia nei punti di lettura è possibile rilevare la presenza/assenza o il numero di contatti di ciascuna specie.

Quale attività preventiva saranno individuate aree interne al SIC nelle quali prevedere il monitoraggio delle praterie xeriche, avendo di cura di distribuire i siti di campionamento in modo da cogliere l'intera gamma di differenti caratteristiche stazionali. Tali siti saranno inoltre individuati considerando un gradiente progressivo di vicinanza con l'opera, così che sia eventualmente possibile correlare la prossimità di alcune aree di indagine con le attività di realizzazione della linea ferroviaria, in relazione ai risultati ottenuti.

All'interno delle praterie xeriche riferibili all'habitat sopra riportato si prevede l'esecuzione di transetti lineari della lunghezza di 25 m con rilievo/caduta ogni 50 cm; tali transetti saranno preliminarmente da individuare e delimitare tramite picchetti di legno o di metallo (opportunamente resi visibili con colorazioni evidenti), in modo tale da consentire la precisa ripetibilità del metodo in tutti gli anni del monitoraggio (AO, CO, PO). La loro localizzazione sarà registrata mediante strumentazione GPS e riportata in cartografia dedicata.

In aree di prateria xerica preventivamente individuate per la singolare presenza di specie di *Orchidaceae*, saranno disposti dei quadrati permanenti di 1 m di lato, a loro volta suddivisi in quadratini di 25 cm di lato, all'interno dei quali saranno individuati e censiti tutti gli individui di orchidee. Questo metodo consentirà nel tempo di monitorare anche l'espansione o la regressione delle singole specie di interesse conservazionistico, che conferiscono lo status prioritario a tale cenosi, secondo la Direttiva Habitat.



*Figura 17 – Esempio di quadrato di 1 m di lato, con 4 quadrati di 25 cm di lato*

Al fine di verificare l'eventuale interferenza delle attività di cantiere nei confronti dell'habitat "Formazioni erbose secche seminaturali e facies coperte da cespugli su substrato calcareo (*Festuco-Brometalia*) (\*stupenda fioritura di orchidee)", tramite il rilevamento di sintomi di perturbazione a carico della vegetazione, si prevede l'applicazione della tecnica denominata Plant Traits, che prevede lo studio dei caratteri morfologico funzionali delle specie.

Tale tecnica risponde all'esigenza di trovare degli elementi che possano prevedere l'impatto dei cambiamenti a carico degli ecosistemi, legati a modificazioni nell'uso del suolo, nella composizione chimica dell'atmosfera e nel clima (Vitousek *et al.* 1997a) e che, allo stesso tempo, siano facili da misurare, applicabili universalmente e sensibili al cambiamento (Izzi, 2004-2007). Proprio l'utilizzo di plant traits è stato considerato uno dei modi più efficaci per affrontare questa problematica (Smith *et al.* 1997; Díaz & Cabido 1997), anche con riferimento ai cambiamenti biotici causati dalle attività antropiche.

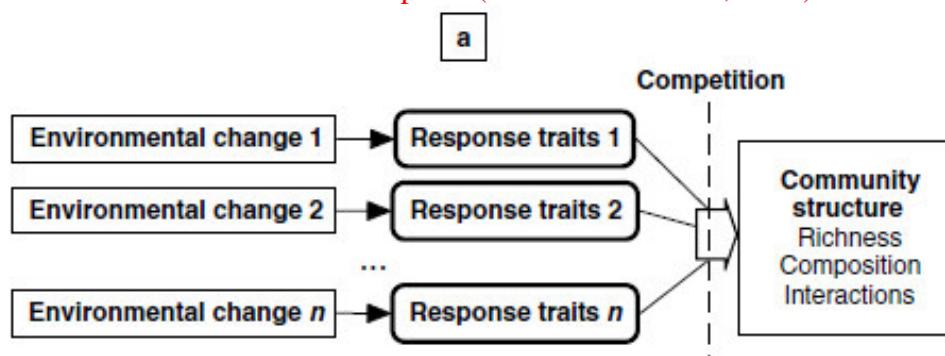
In fase propedeutica al monitoraggio sarà predisposta una scheda di rilevamento ad hoc, nella quale saranno riportate tutte le informazioni utili da registrare nella fase di rilevamento.

Per quanto riguarda il monitoraggio della diversità floristica e funzionale della vegetazione tramite i plant traits, si prevede la realizzazione di minimo 20 plots (quadrato di 1 m di lato), all'interno dei quali saranno svolti, in periodo idoneo (metà-fine maggio) rilievi floristici e fitosociologici, finalizzati ad ottenere elenchi floristici esaustivi circa la composizione dell'habitat 6210 (\*) e gli indici di copertura delle diverse specie. Sulla base quindi degli esiti delle attività sopra descritte, saranno selezionate le specie vegetali più comuni ed abbondanti all'interno di tali fitocenosi, rappresentative delle diverse comunità (nel caso specifico xerobrometi e formazioni a *Stipa* sp., per esempio). Si riporta di seguito un preliminare elenco di specie sulle quali ipotizzare l'attività di monitoraggio dei plant traits, comunque da verificare ed eventualmente implementare sulla base degli esiti dei rilievi di flora e vegetazione previsti: *Stipa* cfr. *pennata*, *Bromus erectus*, *Carex liparocarpos*, *Festuca* sp., *Melica ciliata*, *Sanguisorba minor*, *Stachys recta*, *Helianthemum apenninum*, *Teucrium chamaedrys*, *Chrysopogon gryllus*, *Globularia cordifolia*, *Eryngium campestre*.



All'individuazione delle specie seguirà la selezione dei caratteri (*plant traits*) da considerare per la costruzione della matrice (specie x caratteri). Si prevede la scelta di caratteri facilmente misurabili in campo o in laboratorio, reperibili nelle flore o attraverso l'osservazione in campo e quindi relativamente semplici e veloci da determinare (Hogdson *et al.* 1999; Weiher *et al.* 1999), chiamati in letteratura “*soft traits*”. Questi soft traits sono i surrogati di altri traits, a cui sono correlati, chiamati “*hard traits*”. Si tratta di caratteri che catturano la funzione di interesse (Violle *et al.* 2007) e che, quindi sono di importanza ecologica verificata a larga scala; questi potrebbero essere dei buoni indicatori degli effetti e delle funzioni che si realizzano come risposta delle piante, a scala di ecosistema o bioma, ma non possono essere determinati per un grande numero di specie (Hogdson *et al.* 1999; Weiher *et al.* 1999; Lavorel & Garnier 2002) a causa del grande sforzo e difficoltà di misurazione, nonché del costo economico che questo richiederebbe (Izzi, 2004-2007 - Dottorato di Ricerca in Biologia: Diversità floristica e funzionale della vegetazione dunale costiera dell'Italia Centrale e della Francia sud- Occidentale).

Nella seguente figura viene riportata la correlazione tra cambiamenti ambientali, risposta a livello di plant traits e relativa struttura della comunità, in termini di ricchezza floristica, composizione e interazione con le altre specie (Lavorel *et Garnier*, 2002).



**Figura 18** – Semplificazione della teoria di Keddy (1992) e Woodward & Diament (1991), dove la risposta della struttura della comunità alle condizioni ambientali è il risultato della risposta dei traits delle specie.

Si riportano di seguito i traits scelti per il presente monitoraggio, per i quali si reputa fondamentale una validazione definitiva nella fase di inizio delle attività:

- Ciclo della pianta (secondo Bond & Midgley 2001; McIntyre & Lavorel 2001 fornisce risultati in merito al disturbo)
- Altezza della pianta (cm) (secondo Bond & Midgley 2001; McIntyre & Lavorel 2001 fornisce risultati in merito al disturbo)
- Forma di crescita
- Forma biologica
- Massa fresca (g)
- Lunghezza fogliare (cm)
- Larghezza fogliare (cm)
- Area fogliare (cm<sup>2</sup>)
- Numero di foglie (n)
- Massa secca (g)

I dati raccolti sui caratteri morfologico-funzionali saranno infine organizzati all'interno di matrici e saranno elaborati attraverso tecniche di analisi multivariata.

In considerazione del carattere scientifico di questa metodologia, di cui non vi sono esperienze con finalità specifiche di controllo di impatto sulla vegetazione da parte di lavorazioni di cantiere, la sua applicazione e finalità in ambito di PMA sarà prevalentemente di esperienza e di ricerca applicata, non associando quindi soglie di intervento e azioni conseguenti al variare degli indicatori che la caratterizzano quanto, piuttosto, una più ampia ricerca di correlazione delle cause.

Si riportano qui di seguito solo alcuni dei riferimenti reperibili in letteratura, da consultare nella fase antecedente alle campagne di monitoraggio AO, con la finalità di affinare ulteriormente il protocollo di monitoraggio.

- Lavorel S. e Garnier E., 2002. Predicting changes in community composition and ecosystem functioning from plant traits: revisiting the Holy Grail. *Functional Ecology*, 16: 545-556.
- Shipley B., Vile D., Garnier E., 2006. From Plant Traits to Plant Communities: A Statistical Mechanistic Approach to Biodiversity. *Science*, volume 314.
- Teughels H., Ni Js I., Vanh Ecke P., Impens I, 2005. Competition in a global change environment: the importance of different plant traits for competitive success. *Journal of Biogeography* 22, 297-305.
- Garnier et al., 2006. Assessing the Effects of Land-use Change on Plant Traits, Communities and Ecosystem Functioning in Grasslands: A Standardized Methodology and Lessons from an Application to 11 European Sites. *Annals of Botany* 1–19.

#### ***12.3.8 Monitoraggio relativo agli interventi di miglioramento ambientale previsti all'interno dell'Agriparco***

Al fine di verificare l'efficacia degli interventi di mitigazione previsti lungo la sponda sinistra della Dora Riparia, all'interno dell'Agriparco, si prevede un monitoraggio a partire dal secondo anno di CO, considerando che questi interventi verranno realizzati già in fase di AO.

Nelle aree dominate dai robinieti si prevederanno interventi mirati a determinare la progressiva regressione della robinia a favore di altre latifoglie autoctone, tipiche del contesto in questione. Saranno quindi da prevedere monitoraggi a cadenza triennale per tutta la fase di CO e per l'anno di PO, da proseguire ancora per due anni in fase di PO; la finalità sarà di monitorare l'evoluzione dei robinieti in relazione agli interventi effettuati, eventualmente da ripianificare, nel caso in cui l'obiettivo perseguito non dovesse raggiungersi nelle modalità e nei tempi previsti. Discorso analogo per la gestione prevista all'interno delle aree a prato-pascolo.

#### **12.4Punti di monitoraggio**

Le metodologie di monitoraggio sopra esposte verranno applicate all'interno degli ambiti operativi, con particolare riferimento alle aree di cantiere, e nelle aree sulle quali si reputa necessario, anche in relazione alle prescrizioni del Cipe. In quest'ultimo caso è stato predisposto un monitoraggio ad hoc finalizzato a rilevare eventuali variazioni a carico principalmente di habitat di interesse conservazionistico presenti all'interno del SIC "Oasi xerotermitiche della Val di Susa-Orrido di Chianocco". Alcuni punti di monitoraggio relativi a questa componente sono stati altresì previsti all'interno del SIC "Boscaglie di Tasso di Giaglione", prossimo all'imbocco di Clarea e caratterizzato da un'elevata valenza naturalistica.

A seconda delle tipologie di monitoraggio eseguito, verranno preventivamente individuate aree di saggio o transetti. Le aree di saggio ed i transetti dovranno essere distanti dal cantiere

tra i 20 e i 100 m al massimo. All'interno dei diversi ambiti operativi è stato individuato un unico codice per individuare diverse tipologie di rilievo (VEG-XXX-00) floristico, vegetazionale e fitopatologico, dettagliate nella **Tabella 71**. Per i rilievi di dettaglio sarà necessario individuare a priori la localizzazione più congrua per le finalità del monitoraggio.

in ciascuna tratta considerata, i rilievi floristici, vegetazionali e fitopatologici, oltre a rilievi specifici sulle infestanti, saranno eseguiti nelle formazioni forestali (individuazione di apposite aree di saggio e/o transetti ). Le analisi sulla componente agricola saranno effettuate separatamente, all'interno di appezzamenti ad uso agricolo o pastorale, previa individuazione delle aree di rilievo, mentre quelle sui nuovi impianti si localizzeranno in prossimità delle opere a verde progettate.

Piano di monitoraggio ambientale

Ambiti operativi	Codice punto di monitoraggio	Flora	Vegetazione	Fitopatie forestali	Selvicoltura
1 - Imbocco est TdB	VEG-SUS-01	x	x	x	-
2 - Rilevato ferroviario					
3 - Stazione internazionale	VEG-SUS-02	x	x	-	-
4 - Rilevato ferroviario					
5 - Ponte sulla Dora (Susa)	-	-	-	-	-
6 - Area tecnica di Susa	VEG-SUS-03	x	x	x	-
7 - Tunnel di Interconnessione	VEG-SUS-04	-	x	x	-
8 - Imbocco est Tunnel di Interconnessione	VEG-SUS-05	x	x	x	-
9 - Ponti Dora est e Dora ovest (Bussoleno)	VEG-SUS-06	x	x	x	-
10 - Rilevato ferroviario	VEG-BUS-01	x	x	-	-
11 - Parco ferroviario	VEG-BUS-02	x	x	-	-
12 – Caprie	VEG-CAP-01	x	x	x	-
13 - Torrazza Piemonte	VEG-TOR-01 <sup>4</sup>	x	x	-	-
14 - Imbocco Clarea	VEG-GIA-01	x	x	x	-
15 - Imbocco Maddalena	VEG-CHM-01	x	x	x	-
SIC IT1110027 Boscaglie di Tasso di Giaglione (Val Clarea)	VEG-GIA-02	-	x	x	-
SIC IT1110030 Oasi xerothermiche della Val di Susa	VEG-MOM-01	x <sup>5</sup>	x <sup>4</sup>	x	-
SIC IT1110030 Oasi xerothermiche della Val di Susa	VEG-BUS-03	-	-	x <sup>6</sup>	-
Agriparco	VEG-SUS-07 <sup>7</sup>	x	x	-	x

**Tabella 71** – Ambiti operativi oggetto di monitoraggio e relative codifiche (Flora, Vegetazione e Fitopatie forestali)

<sup>4</sup> Si evidenzia la necessità di monitorare, per quanto riguarda gli aspetti floristico-vegetazionali, l'area umida localizzata nella porzione settentrionale del sito di deposito di Torrazza Piemonte, descritta nel tomo 1 dello Studio di Impatto Ambientale.

<sup>5</sup> Si prevede lo svolgimento di rilievi fitopastorali, plant traits, quadrati per il conteggio del numero delle specie di Orchidaceae presenti.

<sup>6</sup> Si prevede il monitoraggio fitosanitario su *Juniperus oxycedrus* lungo il sentiero dei ginepri (Bussoleno).

<sup>7</sup> E' stato inserito il punto VEG-SUS-07 riguardante il monitoraggio dell'efficacia degli interventi selvicolturali e della gestione dei prato-pascoli previsti all'interno dell'Agriparco, a partire dalla fase di AO.

Piano di monitoraggio ambientale

Ambito operativo	Codice punto di Monitoraggio dell'Agricoltura
1 - Imbocco est Tunnel di Base	AGR-SUS-01
6 - Area Tecnica di Susa	AGR-SUS-02
7 - Tunnel d'Interconnessione	AGR-SUS-03
12 – Caprie	AGR-CHI-01
13 - Torrazza Piemonte	AGR-TOR-01
14 - Imbocco di Clarea	AGR-GIA-01
15 - Imbocco di Maddalena	AGR-CHM-01

**Tabella 72** – Ambiti operativi oggetto di monitoraggio e relative codifiche per l'Agricoltura

Ambito operativo/Area	Codice punto di Monitoraggio dei Nuovi impianti
1- Imbocco est Tunnel di Base	VEI-SUS-01
2 - Rilevato ferroviario	VEI-SUS-02
3 - Stazione internazionale	
5 - Ponte sulla Dora (Susa)	VEI-SUS-03
6 - Area Tecnica di Susa	VEI-SUS-04, VEI-SUS-06
8 - Imbocco est Tunnel d'Interconnessione	VEI-SUS-05
12 - Caprie	VEI-CAP-01
13 – Torrazza	VEI-TOR-01
14 - Imbocco di Clarea	VEI-GIA-01
15 - Imbocco di Maddalena	VEI-CHM-01

**Tabella 73** – Ambiti operativi e relative codifiche per quanto riguarda i nuovi impianti

Codice sorgente da censimento idrogeologico	Codice punto di monitoraggio ambienti sorgentizi	Località	SIC di appartenenza
AST_224	VES-MOM-01	Castagneretto	IT1110030 – Oasi xerothermiche della Val di Susa
AST_477	VES-MOM-02	C.se Giraut (Seghino superiore)	IT1110030 – Oasi xerothermiche della Val di Susa
AST_032	VES-MOM-03	C. Truccetti	IT1110030 – Oasi xerothermiche della Val di Susa
AST_029	VES-MOM-04	Cugno	IT1110039 - Rocciamelone
AST_026	VES-MOM-05	Cugno Maria superiore	IT1110039 - Rocciamelone
1*	VES-MOM-06	Pietrastretta	IT1110030 – Oasi xerothermiche della Val di Susa
2*	VES-MOM-07	Falconere	IT1110030 – Oasi xerothermiche della Val di Susa
3*	VES-MOM-08	Marzano-Falconere	IT1110030 – Oasi xerothermiche della Val di Susa
4*	VES-MOM-09	Marzano	IT1110030 – Oasi xerothermiche della Val di Susa
5*	VES-MOM-10	Sopra S. Giuseppe (Caselle)	IT1110030 – Oasi xerothermiche della Val di Susa
–	VES-MOM-11	Vicino gran cumba lungo rio Giandula	IT1110030 – Oasi xerothermiche della Val di Susa
–	VES-MOM-12	Sotto Bianco (gran cumba)	IT1110030 – Oasi xerothermiche della Val di Susa
–	VES-MOM-13	Nicoletto Braida	IT1110030 – Oasi xerothermiche della Val di Susa

*Tabella 74 – Assegnazione codici ai punti di monitoraggio “ambienti sorgentizi”; \*: presenza dell’habitat di interesse prioritario 7220 “Sorgenti pietrificanti con formazione di travertino (Cratoneurion)”*

### 12.5 Tempistiche di monitoraggio e reportistica

Il monitoraggio della componente in oggetto verrà realizzato in fase di AO, CO e PO, salvo le precisazioni sotto riportate. L’esecuzione del monitoraggio in AO risulta indispensabile al fine di caratterizzare lo stato attuale delle componenti, per poter valutare, nelle successive fasi (CO e PO), eventuali modificazioni. Per quanto riguarda la flora, la vegetazione, le fitopatie forestali e l’agricoltura sarà previsto un monitoraggio annuale per l’AO, uno per il PO ed uno per ciascun anno di CO, con due campagne di monitoraggio annuali, da effettuare nel mese di giugno e nel mese di settembre. Il monitoraggio dei nuovi impianti avrà inizio dalla messa a dimora delle piante ed avrà la durata di tre anni (tre stagioni vegetative), a partire dalla fase di PO. Sarà prevista una campagna all’anno. Per le opere a verde previste all’interno dell’Agriparco (Ambito operativo 6), a sud dell’Area Tecnica di Susa, che saranno anticipate

già in fase di CO, il monitoraggio sarà da prevedersi a partire dal primo anno di CO successivo all'impianto, per un totale di tre anni.

L'aggiornamento della carta degli habitat secondo la classificazione Corine Biotopes sarà realizzata nel settimo anno del CO e nell'anno di PO.

Relativamente al SIC Oasi xerothermiche della Val di Susa, il monitoraggio degli ambienti sorgentizi (fitopatologico e fitosociologico) sarà da prevedersi dall'anno di AO, per tutto il CO, fino al PO, con due campagne di monitoraggio annuali. Per quanto riguarda le praterie xeriche, i rilievi fitopastorali, i quadrati permanenti per il conteggio delle *Orchidaceae* e il monitoraggio fitopatologico saranno da prevedersi a cadenza annuale, per tutti gli anni di AO, CO e PO. Fondamentale sarà svolgere i rilievi nella stagione vegetativa idonea, indicativamente nel mese di maggio, per quanto riguarda gli aspetti floristico-vegetazionali. Per quanto riguarda la tecnica dei plant traits, si prevederà una prima sessione nel corso dell'AO, con almeno due/tre ripetizioni nelle fasi di CO e PO.

Nell'area dell'Agriparco localizzata in destra idrografica saranno previste due campagne di monitoraggio, rispettivamente in CO e nell'anno di PO.

Per quanto concerne la reportistica prodotta, si prevede di produrre:

- un report a seguito di ogni campagna d'indagine realizzata, nel quale siano elencate sinteticamente le attività svolte, i risultati e le eventuali azioni da intraprendere;
- una relazione complessiva, al termine di ogni anno d'indagine, prelativa a tutti i monitoraggi previsti.

COMPONENTE	AO			CO (PER CIASCUN ANNO)			PO		
	campagne di monitoraggio	report sintetici	relazioni annuali	campagne di monitoraggio	report sintetici	relazioni annuali	campagne di monitoraggio	report sintetici	relazioni annuali
Flora	2	2	1	2	2	1	2	2	1
Vegetazione	2	2	1	2	2	1	2	2	1
Fitopatie forestali	2	2	1	2	2	1	2	2	1
Agricoltura	2	2	1	2	2	1	2	2	1
Ambienti sorgentizi	2	2	1	2	2	1	2	2	1
Nuovi impianti	0	0	0	1	1	1	1	1	1
Aggiornamento cartografia degli habitat	0	0	0	1*	1	1	1	1	1
Praterie xeriche (rilievi fitopastorali, quadrati permanenti, fitopatologie)	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Praterie xeriche (plant traits)	1	1	1	2*	1	1	1	1	1
Agriparco				1*	1	1	1	1	1

*Tabella 75 – Numero di campagne di monitoraggio ed elaborati prodotti per ciascuna componente; \*: da svolgersi una sola volta nel corso del CO*

Piano di monitoraggio ambientale

	A PARTIRE DALLA MESSA A DIMORA PER 3 ANNI CONSECUTIVI		
COMPONENTE	campagne di monitoraggio	report sintetici	relazione annuale
<b>nuovi impianti</b>	1	1	1

*Tabella 76 – Numero di campagne di monitoraggio ed elaborati prodotti per la componente Nuovi impianti*



## 13. Fauna acquatica e terrestre ed ecosistemi

### 13.1 Premessa ed obiettivi

Il piano di monitoraggio si propone come strumento di conoscenza degli ecosistemi e delle comunità faunistiche ad essi correlati, che saranno interessate dalla costruzione della nuova linea ferroviaria Torino Lione; si prefigge di essere strumento operativo di supporto in termini di prevenzione delle cause di degrado di tali comunità nel rispetto delle vigenti disposizioni normative comunitarie, nazionali e regionali.

Le attività relative hanno una funzione di prevenzione, nelle aree in cui lo stato attuale delle comunità animali ha caratteristiche di elevata qualità: in questi casi il controllo è un'esigenza che deve essere valutata con estrema attenzione in sede di programmazione delle attività di monitoraggio.

Prevenire l'insorgere di situazioni critiche, garantire il controllo delle aree in cui le presenze faunistiche sono di estremo valore ecologico e mantenere i livelli di diversità delle stesse nel tempo, potrà consentire di evitare che si consolidino situazioni di degrado irreversibili.

Il monitoraggio fornisce infine l'opportunità di verificare l'efficacia di specifici interventi di mitigazione, sia in termini di variazione dello stato dell'ambiente, sia di risposta delle comunità esposte.

Queste conoscenze consentono di migliorare gli interventi già realizzati, di ottimizzare i futuri interventi di pianificazione del risanamento ambientale, evitando danneggiamenti gravi e consentendo di attivare politiche ed interventi di prevenzione.

Il controllo di dettaglio della componente faunistica nelle aree di maggior valenza e di importanza faunistica interessate dalla nuova linea ferroviaria Torino Lione e dai cantieri, si è configurato quindi come strumento di conoscenza dello stato attuale della comunità, finalizzato alla verifica degli attuali livelli di diversità e di abbondanza specifica, rispetto agli obblighi di tutela e salvaguardia faunistica ambientale previsti dalle normative vigenti ed al controllo delle situazioni di degrado.

Il piano di monitoraggio nel seguito dettagliato contiene sia le informazioni di carattere generale, normativo e metodologico, riferibili alle problematiche di tutela della fauna nell'ambito delle opere di progetto, sia l'esplicitazione delle scelte fatte in merito al dimensionamento del sistema.

Il dimensionamento del sistema di monitoraggio, i criteri con cui si è pervenuti in questa fase di attività e la scelta dei punti di monitoraggio sono esplicitati nel corpo della relazione, con riferimento a:

- caratterizzazione generale della vocazione e delle potenzialità faunistiche dell'area interessata dalle opere di progetto;
- identificazione delle attività di monitoraggio;
- criteri di selezione dei punti di monitoraggio per mezzo dei quali seguire l'evoluzione temporale degli indicatori faunistici prescelti;
- architettura del sistema di monitoraggio: associazione delle metodiche di misura al sistema di punti di monitoraggio e cadenza temporale delle acquisizioni;
- definizione delle modalità di trattamento e restituzione dei dati rilevati.

L'articolazione logica che ha guidato la progettazione del monitoraggio è riassumibile nei punti seguenti:

- costruzione di un quadro generale delle presenze faunistiche rilevate nell'area interessata dalle opere di progetto;
- approfondimento delle conoscenze delle aree campione in fase di AO;
- valutazione dell'evoluzione delle comunità faunistiche nelle fasi di CO;
- verifica del recupero del livello di qualità delle comunità faunistiche dopo il termine dei lavori in fase di PO.

La scelta di eseguire le indagini di monitoraggio in aree campione di particolare valenza ecologica e/o rilevanza ambientale in funzione dei lavori previsti nelle sue prossimità, è legata alla necessità di disporre di dati sulle popolazioni animali, quantitativi e/o semi-quantitativi, che consentano di valutare il trend evolutivo delle specie indicatrici, che potranno dare la misura del grado di modificazione e degli impatti (positivi e/o negativi) indotti dalla realizzazione e successiva messa in esercizio delle opere di progetto.

Siccome la realizzazione di grandi opere infrastrutturali può provocare, in fase di cantiere, impatti sulla componente biotica, in seguito al verificarsi di fenomeni di bioaccumulo di metalli pesanti in diverse specie a vari livelli delle catene trofiche, si è reso necessario impostare, oltre al vero e proprio monitoraggio faunistico (sopraccitato e meglio descritto nel seguito) un monitoraggio ecosistemico, mirato al controllo di tale possibile problematica ambientale. Nel dettaglio, gli impatti sono riconducibili principalmente alle seguenti tipologie:

- emissione di inquinanti da traffico da parte dei mezzi d'opera;
- scarico di acque reflue di lavorazione, di acque meteoriche, di acque di drenaggio e deflusso delle acque piovane provenienti dalle aree di cantierizzazione o sversamenti accidentali di sostanze inquinanti lungo le aree interessate dalle attività di costruzione o nei corpi idrici limitrofi.

In Tabella 77 sono indicate, per le principali azioni di progetto, le potenziali interferenze sulla fauna in fase di cantiere e, in linea generale, le azioni di controllo degli impatti.

AZIONI DI PROGETTO	POTENZIALI IMPATTI DERIVATI	MITIGAZIONI E CONTROLLI
Preparazione dell'area di cantiere	Pesante modifica dello stato dei luoghi con una importante modificazione del quadro delle presenze faunistiche sito-specifiche, anche per l'eliminazione totale della vegetazione e l'installazione di recinzioni di cantiere; l'intensità dell'impatto che ne deriva è tanto maggiore, quanto maggiore è il grado di diversità faunistica dell'area di intervento	Ripristino delle aree interferite in fase di cantiere mediante realizzazione di inerbimenti e messa a dimora di specie arbustive ed arboree
Demolizione	Eliminazione dei manufatti presenti nell'area di cantiere quali edifici, opere stradali, idrauliche, elettriche, ecc. Tra i principali impatti il rumore, le polveri e la sottrazione di piccoli habitat adatti alle specie più antropofile, quali per esempio i Chiroterteri	Utilizzo di buone pratiche per la riduzione del rumore e l'abbattimento delle polveri in sede. Installazione di appositi interstizi per la Chiroterrofauna sulle pile dei ponti
Scavi in roccia	Rimozione di materiale roccioso che	Utilizzo di microcariche, malte espansive e

Piano di monitoraggio ambientale

<b>AZIONI PROGETTO</b>	<b>DI</b>	<b>POTENZIALI IMPATTI DERIVATI</b>	<b>MITIGAZIONI E CONTROLLI</b>
		genera rumore, vibrazioni e polveri	piani di tiro specifici per lo scavo con esplosivo, che permettono di ridurre l'emissione di rumore e vibrazioni;  utilizzo di schermi di protezione nella zona dell'imbocco per ridurre rumore ed emissione di polveri
Getti in calcestruzzo		Alterazione dell'ecosistema fluviale per la realizzazione di sistemazioni spondali in massi cementati (attraversamento della Dora nella piana di Susa)	Creazione di area umida in collegamento con la Dora Riparia, in sinistra idrografica, idonea a creare ambienti per la fauna ittica
Trasporti		Impatti sonori, deposizioni di polveri e inquinamento atmosferico	-
Abbancamento smarino		Occupazione fisica di porzioni di ambiente naturale o seminaturale (solo per il sito di Torrazza Piemonte) che vengono in questo modo temporaneamente perse	Ripristino finale del sito con impronta naturalistica, mediante realizzazione di inerbimenti e messa dimora di specie vegetali arbustive ed arboree
Armamento linea		Impatti sonori e deposizioni di polveri	Utilizzo di buone pratiche per la riduzione del rumore e l'abbattimento delle polveri in sede
Funzionamento impianti di cantiere		Impatti sonori, deposizioni di polveri e inquinamento atmosferico	Installazione di schermature e adozione di accorgimenti per contenere le emissioni verso l'esterno

Tabella 77 - Sintesi delle azioni di progetto, potenziali impatti e mitigazioni/controlli in fase di cantiere

In Tabella 77 sono indicate, per le principali azioni di progetto, le potenziali interferenze sulla fauna in fase di esercizio e, in linea generale, le azioni di controllo degli impatti.

<b>AZIONI PROGETTO</b>	<b>DI</b>	<b>POTENZIALI IMPATTI DERIVATI</b>	<b>MITIGAZIONI E CONTROLLI</b>
Traffico ferroviario		Passaggio sulla linea di treni internazionali con differenti caratteristiche di lunghezza e velocità, con conseguenti impatti sulla fauna per la pressione sonora, le vibrazioni e per la possibilità di collisione diretta	Installazione di recinzioni lungo tutta la linea  Applicazione di sagome di uccelli sugli elementi trasparenti delle barriere acustiche
Traffico veicolare		Incremento del traffico di mezzi veicolari in relazione all'utilizzo della linea da parte degli utenti e del gestore della linea	Adozione di misure di mitigazione volte a ridurre l'incidentalità con la fauna selvatica quali catadiottri per fauna e segnaletica stradale verticale, in risposta alla Richiesta di Approfondimento n. 58 dell'Allegato I alla lettera prot. n.CTVA-2014-0812 del 06/03/2014
Alimentazione linea		Impatti per collisione e, marginalmente, per elettrocuzione, principalmente a carico degli Uccelli; il rischio di impatto risulta connesso ai soli cavi di distribuzione elettrica lungo la linea, presenti nelle tratte di linea all'aperto	

<b>AZIONI PROGETTO</b>	<b>DI</b>	<b>POTENZIALI IMPATTI DERIVATI</b>	<b>MITIGAZIONI E CONTROLLI</b>
Illuminazione linea		Generazione di inquinamento luminoso con impatti principalmente a carico di Uccelli e Chiroteri	Impiego di punti luce con lampade al sodio ad alta pressione, con limitata emissione di UV, schermate affinché il fascio di luce sia orientato verso il basso
Ventilazione delle gallerie		Generazione di impatti sulla fauna soprattutto per la pressione sonora generata dagli impianti	Utilizzo di silenziatori
Gestione delle venute d'acqua		Generazione di possibili impatti sulla fauna acquatica, in funzione delle modifiche della qualità fisica e chimica delle acque dei recettori	Adozione di opportuni sistemi di raffreddamento e trattamento delle acque prima dell'eventuale scarico in corpo idrico superficiale
Manutenzione della linea		Attività svolte mediante convogli speciali, generano impatti sulla fauna per la pressione sonora, le vibrazioni e per la possibilità di collisione diretta	-

*Tabella 78 – Sintesi delle azioni di progetto, potenziali impatti e mitigazioni/controlli in fase di esercizio*

## 13.2 Quadro normativo

In questo paragrafo vengono richiamati i principali elementi normativi di interesse per le aree protette faunistico-ambientale.

La principale normativa nazionale e comunitaria in vigore che regola la gestione degli habitat di particolare interesse, la flora e la fauna ad essi legati, si articola come segue.

### 13.2.1 Direttive Comunitarie

- Direttiva n. 2009/147/CEE del Parlamento Europeo e del Consiglio del 30 novembre 2009, concernente la conservazione degli uccelli selvatici;
- Direttiva n. 92/43/CEE del Consiglio del 21 maggio 1992, relativa alla conservazione degli habitat naturali e seminaturali, nonché della flora e della fauna selvatiche;
- Direttiva n. 97/62/CE del Consiglio del 27 ottobre 1997, recante adeguamento al progresso tecnico e scientifico della direttiva n. 92/43/CEE relativa alla conservazione degli habitat naturali e seminaturali e della flora e della fauna selvatiche;

### 13.2.2 Legislazione Nazionale

- Regio Decreto 25 luglio 1904, n 523 “Regolamento per la pesca lacuale e fluviale” che contiene importanti disposizioni applicative generali in termini di tutela del patrimonio ittico; in parte superato dalla legislazione regionale ma tutt’ora valido e vigente;
- Regio Decreto 8 ottobre 1931, n 160 “Approvazione del T.U. delle leggi sulla pesca” che contiene le disposizioni generali in materia di pesca e tutela della fauna ittica; in parte superato dalla legislazione regionale ma tutt’ora valido e vigente;
- 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 11 Febbraio 1992, n. 157 “Norme per la protezione della fauna selvatica e per il prelievo venatorio” che stabilisce il quadro di riferimento generale di gestione e tutela del patrimonio faunistico e dei prelievi consentiti;

- Decreto del Presidente della Repubblica 8 settembre 1997, n. 357, recante il regolamento di attuazione della sopracitata direttiva n. 92/43/CEE.

### 13.2.3 Legislazione regionale

Il panorama legislativo principale in materia aree protette e tutela della fauna ittica della Regione Piemonte comprende seguenti leggi:

- Legge 22 marzo 1990, n. 12 "Nuove norme in materia di aree protette (Parchi naturali, Riserve naturali, Aree attrezzate, Zone di pre-parco, Zone di salvaguardia)" (Bollettino Ufficiale della Regione Piemonte 4/04/1990 n. 14);
- Legge 29 aprile 1991, n. 19 "Modificazioni alla L.R. 22 marzo 1990, n. 12 in materia di aree protette" (Bollettino Ufficiale della Regione Piemonte, 8/05/1991 n. 19);
- Legge 21 luglio 1992, n. 36 "Adeguamento delle norme regionali in materia di aree protette alla legge 8 giugno 1990, n. 142 ed alla legge 6 dicembre 1991, n. 394" (Bollettino Ufficiale della Regione Piemonte 29/07/1992 n. 31);
- Legge 23 giugno 1993, n. 31 "Modificazione alla legge regionale 21 luglio 1992, n. 36 "Adeguamento delle norme regionali in materia di aree protette alla legge 8 giugno 1990, n. 142 e alla legge 6 dicembre 1991, n. 394 (Bollettino Ufficiale della Regione Piemonte) 30/06/1993 n. 26);
- Legge 21 giugno 1994, n. 20 "Modifica agli articoli 9 e 11 della L.R. 22 marzo 1990, n. 12 e successive modifiche ed integrazioni in materia di aree protette" (Bollettino Ufficiale della Regione Piemonte, 29/06/1994 n. 26);
- Legge 3 aprile 1995, n. 47 "Norme per la tutela dei biotopi" (Bollettino Ufficiale della Regione Piemonte, 12/04/1995 n. 15);
- Legge Regionale 18.02.1981, n. 7. "Norme la tutela e per l'incremento del patrimonio ittico e per l'esercizio della pesca nelle acque della Regione Piemonte" che contiene le disposizioni normative che perseguono la tutela, la conservazione e l'incremento della fauna ittica naturale.

### 13.3 Metodiche di monitoraggio ed analisi

Le classi faunistiche (parametri indicatori) oggetto di indagine nell'ambito del presente piano di monitoraggio faunistico in fase di AO , CO e PO sono quelle appartenenti ai Vertebrati ovvero:

- Pesci;
- Anfibi;
- Rettili;
- Uccelli;
- Mammiferi.

Per tutte le componenti, le fasi di AO e PO sono considerate pari ad un anno.

Per quanto concerne il monitoraggio ecosistemico mirato a verificare l'instaurarsi di fenomeni di bioaccumulo di metalli pesanti in diverse specie a vari livelli delle catene trofiche, si prevede l'esecuzione di due differenti tipologie di attività:

- Biomonitoraggio mediante l'utilizzo della specie erbacea *Taraxacum officinale*;
- Biomonitoraggio mediante l'utilizzo di briofite acquatiche (tecnica dei *moss-bags*).

Anche per questa tipologia d'indagine le fasi di AO e PO sono considerate pari ad un anno.

### **13.3.1 Pesci**

I Pesci costituiscono una delle componenti di particolare importanza del monitoraggio faunistico per i motivi legati alla loro intrinseca vulnerabilità, legata al rigido confinamento fisico del loro habitat elettivo.

Il protocollo di intervento di questa attività è riassumibile in 3 azioni:

- localizzazione dei siti di campionamento;
- monitoraggio quantitativo delle popolazioni ittiche nei siti individuati per i campionamenti;
- monitoraggio semiquantitativo delle popolazioni nei siti individuati per i campionamenti.

#### **13.3.1.1 Localizzazione dei siti di campionamento**

Sulla base dei dati conoscitivi raccolti in ambito SIA, i corpi idrici sensibili individuati per il monitoraggio nelle fasi di AO, CO e PO saranno i seguenti :

- Torrente Clarea (punti FAI-GIA-01 e FAI-GIA-02);
- Fiume Dora Riparia a Susa e Bussoleno (punti FAI-SUS-01, FAI-SUS-02, FAI-BUS-01, FAI-BUS-02).

**Si prevede in particolare l'esecuzione del monitoraggio in due punti di campionamento per ogni corpo idrico, a monte ed a valle dei tratti interferiti dai lavori.**

Per la localizzazione dei punti di campionamento si rimanda all'allegata cartografia di progetto (doc. PD2\_C3C\_TS3\_2061: Album - ubicazione dei punti di monitoraggio Ante operam; PD2\_C3C\_TS3\_2062: Album - ubicazione dei punti di monitoraggio Corso d'opera; PD2\_C3C\_TS3\_2063: Album - ubicazione dei punti di monitoraggio Post operam).

Si segnala che l'indicazione dei punti di monitoraggio in cartografia è indicativa, in quanto si rendono necessari ulteriori sopralluoghi per identificare le aree maggiormente idonee per lo svolgimento delle attività previste.

#### **13.3.1.2 Tecniche di monitoraggio**

Le indagini ittiche saranno esclusivamente di tipo conservativo e verranno eseguite mediante censimento diretto operato con elettrostorditore (electrofishing).

Unitamente al censimento diretto con elettrostorditore, sarà eseguita un'accurata descrizione dei parametri ambientali della stazione indagata. Tra essi verranno annotati (elenco descrittivo, ma non esaustivo):

- lunghezza della stazione;
- perimetro bagnato massimo;
- perimetro bagnato minimo;
- perimetro bagnato medio;
- area della stazione;
- area campionata;
- profondità massima della stazione;
- profondità massima area campionata;
- roccia in alveo;
- grandi massi in alveo;

- ghiaia con massi in alveo;
- ghiaia grossolana in alveo;
- ghiaia fine in alveo;
- sabbia in alveo;
- argilla/limo in alveo;
- morfologia dell'alveo.

### **Campionamento ittico semi-quantitativo**

Questo tipo di indagine verrà eseguito negli ambiti dove non sia effettuabile costantemente un guado completo, in condizione di sicurezza, della sezione di indagine; è questo il caso quindi della Dora Riparia.

I prelievi saranno effettuati mediante utilizzo dello storditore elettrico sia di tipo a corrente continua pulsata (150-600 V, 0.3-6 A, 500-3500 W; 50 kW) che ad impulsi.

L'indagine consentirà la definizione dell'elenco delle specie presenti con l'espressione comunque dei risultati in termini di indice di abbondanza (I.A.), al fine di consentire comunque anche una stima relativa delle abbondanze specifiche.

Per l'attribuzione dell'indice di abbondanza specifica si utilizzerà l'indice di abbondanza semiquantitativo ( $I_m$ ) secondo Moyle (Moyle e Nichols 1973) definito come segue:

- 1 - scarso (1 - 3 individui in 50 m lineari);
- 2 - presente (4 - 10 individui in 50 m lineari);
- 3 - frequente (11 - 20 individui in 50 m lineari);
- 4 - abbondante (21-50 individui in 50 m lineari);
- 5 - dominante (>50 individui in 50 m lineari).

Si provvederà inoltre ad attribuire un indice relativo alla struttura delle popolazioni di ogni singola specie campionata, per caratterizzare la struttura di popolazione secondo lo schema seguente:

- 1 = popolazione strutturata;
- 2 = popolazione non strutturata: assenza di adulti;
- 3 = popolazione non strutturata: assenza di giovani.

### **Campionamento quantitativo**

I campionamenti ittici mediante il metodo quantitativo saranno effettuati in quegli ambiti dove è effettuabile un guado completo, in sicurezza, della sezione di indagine (T. Clarea).

I prelievi saranno effettuati mediante utilizzo dello storditore elettrico sia di tipo a corrente continua pulsata (150-600 V, 0.3-6 A, 500-3.500 W; 50kW) sia ad impulsi.

L'indagine prevederà la definizione, oltre che dei dati relativi all'indice di abbondanza e struttura per specie, come descritto nel paragrafo precedente, anche dei risultati in termini di densità e biomassa delle specie campionate.

Si opererà in genere mediante passaggi ripetuti con lo storditore a corrente continua pulsata in settori preventivamente delimitati.

Il settore di indagine sarà di lunghezza minima pari a circa 10 volte la larghezza del corso d'acqua, in accordo con le indicazioni A.I.I.A.D. (Associazione Italiana Ittiologi Acqua Dolce).

A conclusione del campionamento gli esemplari catturati saranno narcotizzati e quindi per ogni individuo si effettuerà la determinazione della lunghezza (approssimazione  $\pm 1$  mm) e del peso (approssimazione  $\pm 1$  g). Al termine delle operazioni di misura tutti i pesci catturati saranno da reimmettere vivi, nel medesimo punto di prelievo.

I dati raccolti in questo modo consentiranno di determinare, per ognuna delle specie ittiche di interesse alienico, i seguenti parametri:

- densità totale di popolazione;
- biomassa totale per specie.

La stima della densità di popolazione, si otterrà tramite il metodo Moran & Zippin, dal quale si stima N, numero totale degli individui presenti nel tratto campionato di area nota, come:

$$N = \frac{C}{(1 - z^n)}$$

dove

$$Z = 1 - p;$$

e dove

$$C = \sum_{i=1}^n C_i$$

La stima della biomassa ittica B, espressa in  $g/m^2$ , per ciascuna specie rinvenuta è calcolata come

$$B = (N * W_{medio}) / S$$

dove  $W_{medio}$  è il peso medio individuale dei pesci di ciascuna popolazione campionata ed dove S è l'area (in  $m^2$ ) della sezione fluviale campionata ed N il numero di pesci stimati.

### Calcolo dell'Indice Ittico

Tutti i risultati delle indagini ittiche sopracitate, siano esse di tipo quantitativo o semiquantitativo, verranno inoltre utilizzati per il calcolo dell'Indice Ittico (I.I.), che esprime un valore assoluto di qualità ittica del tratto di corso d'acqua monitorato. Il valore dell'I.I. viene interpretato sulla base di quello atteso rispetto alle comunità di riferimento per il tratto in esame, arrivando ad esprimere un classe di qualità (CQ) del tratto indagato in funzione dello stato di conservazione/alterazione della comunità ittica in esame.

L'indagine consentirà la definizione dell'elenco delle specie presenti con l'espressione dei risultati in termini di indice di Moyle (Im), indice di abbondanza (Ia) e Indice di rappresentatività (Ir), al fine di consentire anche una stima relativa delle abbondanze specifiche.

Per le modalità di attribuzione dell'indice di abbondanza specifica (Im) di Moyle si rimanda al paragrafo relativo al campionamento semi-quantitativo, mentre per l'indice di rappresentatività, si specifica di seguito la modalità di calcolo.

L'indice di abbondanza (Ia) viene invece codificato come segue per le abbondanze:

- 0 = Assente. Qualora, durante un campionamento, risultassero assenti individui di una determinata specie. Quando invece le condizioni ambientali presupporrebbero diversamente, occorre effettuare verifiche a monte ed a valle, controllare la letteratura (se esistente) e procedere ad interviste presso i pescatori locali;



- 1 = Specie sporadica. Cattura di pochissimi individui, anche di un solo esemplare, tanto da risultare poco significativa ai fini delle valutazioni sulle caratteristiche della comunità ittica e di quelle ambientali; sotto il profilo puramente numerico si evidenziano rischi circa la capacità di automantenimento della specie;
- 2 = Specie presente. Pochi individui, ma in numero probabilmente sufficiente per l'automantenimento;
- 3 = Specie abbondante. Molti individui, senza risultare dominante;
- 4 = Specie molto abbondante. Cattura di molti individui, spesso dominante.

L'indice di abbondanza associa alla quantità di individui anche un suo indice di struttura della popolazione ittica che viene riassunto nell'elenco seguente:

- A = Popolazione strutturata. Individui di diverse classi di età; presenti sia i giovani, sia individui in età riproduttiva.
- B = Popolazione non strutturata. Assenza, o quasi, di adulti; prevalenti o esclusivi individui giovani.
- C = Popolazione non strutturata. Assenza, o quasi, di giovani; prevalenti o esclusivi individui adulti.

L'indice di rappresentatività ( $I_r$ ) è utile ai fini dell'applicazione di metodi per la valutazione dello stato delle comunità ittiche. In particolare si propone il seguente schema:

- $I_r = 1,0$  per  $I_a = 1$  (indipendentemente dalla struttura di popolazione);
- $I_r = 1,5$  per  $I_a = 2/3$  (con struttura di popolazione "b" o "c");
- $I_r = 2,0$  per  $I_a = 2/3$  (con struttura di popolazione "a");
- $I_r = 2,0$  per  $I_a = 4$  (indipendentemente dalla struttura di popolazione).

Nella scheda di campionamento, oltre agli indici di abbondanza ( $I_m$ ,  $I_a$ ) e di rappresentatività ( $I_r$ ), saranno indicati alcuni parametri sintetici riguardanti lo stato della comunità ittica:

- $A_{Ut}$  - numero totale delle specie autoctone (AU) rinvenute con il campionamento;
- $A_{Ur}$  - numero totale delle specie autoctone (sottoinsieme delle AU) utili per la determinazione delle comunità di riferimento rinvenute con il campionamento;
- $A_{0t}$  - numero totale delle specie incerte (A0) rinvenute con il campionamento;
- $A_{Lt}$  - numero totale delle specie alloctone (AL) rinvenute con il campionamento;
- $A_T$  - numero totale delle specie ( $A_{Ut} + A_{Lt} + A_{0t}$ ) rinvenute con il campionamento;
- I.I. - Indice Ittico (Forneris et al., 2007).

Dalla somma dei punteggi ottenuti ( $P = V \cdot I_r$ ) per ogni specie si ricava l'I.I. (Forneris et al., 2007).

In alcune situazioni potrà risultare una predominanza delle specie alloctone, con conseguente forte decremento del valore dell'I.I., fino anche ad assumere valori negativi.

Il valore intrinseco "V", assegnato per ogni specie da Forneris et al. (2007), non tiene conto di criteri economici o di utilità di tipo antropico ed è espresso in funzione del grado di conservazione della popolazione secondo i seguenti criteri:

- relazione con gli altri elementi ambientali;
- consistenza numerica degli individui costituenti il gruppo;
- autoctonia/status endemico (valore storico-culturale);
- distribuzione geografica.

Verrà poi anche calcolato, tramite tabella a doppia entrata, il punteggio ISECI (Zerunian, 2007), sulla base del quale si ottiene il giudizio di stato CL(ISECI).

### 13.3.1.3 Periodi e cadenze di indagine

La fauna ittica sarà censita in fase di AO, CO e PO con 4 campagne di monitoraggio all'anno (stagionalmente) nelle sei stazioni individuate (**Tabella 79**).

### 13.3.1.4 Restituzione dei dati

Al termine dei rilievi di campo i dati verranno analizzati in modo critico in relazione alle tipologie ambientali rilevate, al fine di ottenere una quantificazione e localizzazione del numero di specie di pesci presenti nei siti d'indagine.

I dati restituiti saranno presentati nella seguente forma:

- carta di localizzazione dei punti di rilevamento;
- carta di distribuzione di ogni singola specie ittica;
- relazione di sintesi con cadenza annuale in ciascuna fase di AO, CO e PO.

LOCALITÀ	Codice punto di Monitoraggio
Torrente Clarea – Staz. di monte	FAI-GIA-02
Torrente Clarea – Staz. di valle	FAI-GIA-01
Fiume Dora Riparia – Staz. di monte	FAI-SUS-01
Fiume Dora Riparia – Staz. di valle	FAI-SUS-02
Fiume Dora Riparia – Staz. di monte	FAI-BUS-01
Fiume Dora Riparia – Staz. di valle	FAI-BUS-02

**Tabella 79** – Codifica dei punti di rilevamento dell'ittiofauna

### 13.3.2 Anfibi

Per quanto riguarda gli Anfibi, le indagini si baseranno su un protocollo di intervento riassumibile in 4 azioni.

- Indagine preliminare volta alla ricerca, mappatura e descrizione di tutte le zone umide naturali, seminaturali ed anche artificiali, sia a carattere temporaneo che permanente, di tipo sia lotico sia lentic, potenzialmente utilizzabili dagli Anfibi come siti riproduttivi, con riferimento alle specie potenzialmente presenti nell'area di indagine evidenziate sullo Studio di Impatto Ambientale del Progetto preliminare. È importante considerare anche ambienti artificiali o disturbati, in quanto le specie meno esigenti possono adattarsi anche a questo tipo di contesti, specialmente in assenza di buone alternative in termini ecosistemici. Inoltre le aree di cantiere possono determinare la formazione di

pozze temporanee quali risultano generalmente dai movimenti terra, cumuli di materiali, ecc., che possono essere sfruttate da specie pioniere come il Rospo smeraldino (*Bufo viridis*) legate ad ambienti instabili anche disturbati.

Tale indagine, di tipo propedeutico rispetto alle azioni seguenti, sarà da svolgersi prima dell'inizio dei censimenti del primo anno di monitoraggio. In seguito l'inventario delle zone umide dovrà essere aggiornato (e il numero di stazioni di campionamento conseguentemente incrementato) in base al possibile aumento della disponibilità di questo tipo di habitat in conseguenza alla realizzazione di eventuali opere di mitigazione (nuovi stagni, fossi, ecc.); ogni zona umida / corpo d'acqua che manifesti idoneità per la batracofauna corrisponderà ad una precisa stazione di campionamento, da monitorare come descritto nel seguito;

- Individuazione di percorsi campione per il censimento di adulti in fase terrestre per le aree/ambiti carenti in zone umide ma che siano ritenuti suscettibili di presenze estemporanee (esemplari in dispersione, rapide colonizzazioni legate ad ambienti fortemente instabili e mutevoli di anno in anno come le aree di cantiere, vie preferenziali di migrazione, strade su cui sia possibile rinvenire resti di animali investiti da autoveicoli, ecc.). Il monitoraggio lungo transetti così determinato andrà ad integrare quello condotto presso i siti di riproduzione, di cui al punto precedente;
- censimenti in periodo riproduttivo per determinare le presenze di esemplari adulti e l'avvenuta riproduzione;
- censimenti in periodo post riproduttivo per verificare l'avanzamento dello sviluppo larvale fino al raggiungimento della metamorfosi e documentare l'effettivo successo riproduttivo.

#### ***13.3.2.1 Localizzazione dei siti di campionamento***

Sulla base dei dati conoscitivi e tenuto conto dell'impostazione del SIA, le aree individuate per il monitoraggio nelle fasi di AO, CO e PO corrispondono agli Ambiti Operativi o a loro accorpamenti, in ciascuno dei quali sarà previsto un determinato numero di stazioni di campionamento come descritto nella tabella seguente.

Ambito operativo	N. Stazioni di campionamento
1 - Imbocco est TdB	Vedi nota 1 e nota 2.
Accorpamento ambiti 2; 3; 4, 5	Vedi nota 1 e nota 2.
6 - Area tecnica di Susa	Vedi nota 1, nota 2 e nota 3.
Accorpamento ambiti 7 e 8	Vedi nota 1 e nota 2.
Accorpamento ambiti 9, 10 e 11	Vedi nota 1 e nota 2.
12 - Caprie	Vedi nota 1 e nota 2.
13 - Torrazza	Un paio di stazioni di cui una corrispondente all'area destinata al deposito dello smarino (tipologia come in nota 2) e l'altra nel settore nord della cava dove sono presenti estesi acquitrini in via di spontanea naturalizzazione (tipologia come in nota 1).
14 - Imbocco di Clarea	Vedi nota 1 e nota 2.
15 - Imbocco Maddalena	Vedi nota 1 e nota 2.
SIC IT1110027 Boscaglie di Tasso di Giaglione (Val Clarea)	Vedi nota 1 e nota 2.
SIC IT 1110030 Oasi xerothermiche della Val di Susa - Orrido di Chianocco	Vedi nota 1 e nota 2.

**Tabella 80** – Sintesi punti di monitoraggio Anfibi

**Nota 1.** Numero di stazioni (zone umide) variabile in funzione dell'esito dell'indagine propedeutica: ogni zona umida individuata come potenziale sito di riproduzione corrisponderà ad una specifica stazione di campionamento, senza vincolo di numero all'interno di ciascun ambito (anche considerata la scarsità di ambienti denotanti tali caratteristiche).

**Nota 2.** In alternativa almeno un transetto di lunghezza non inferiore ad 1 km per ogni ambito; almeno due nell'ambito 6, di cui uno nell'area interclusa fra la Dora e l'autostrada e l'altro nell'area Traduerivi parallela alla ferrovia. **La lunghezza complessiva potrà essere raggiunta anche frazionando i transetti in un numero maggiore di sub-unità in modo da meglio consentire la dislocazione degli stessi in corrispondenza degli habitat più favorevoli.**

**Nota 3.** Monitoraggio con fototrappole da installarsi all'interno dell'ecodotto per valutare il livello di utilizzazione come passaggio faunistico anche nei confronti degli Anfibi.

È possibile l'accorpamento di due o più ambiti consecutivi in un'unica sub-area di campionamento all'interno della quale svolgere uno o più transetti (anche a scavalco degli ambiti operativi) nel rispetto dei minimi di percorrenza prestabiliti. Lo stesso principio vale nei confronti delle zone umide che potrebbero trovarsi a scavalco (es. lunghi fossi) fra ambiti consecutivi.

Per una sommaria localizzazione dei punti di campionamento si rimanda all'allegata cartografia di progetto (PD2\_C3C\_TS3\_2061: Album - ubicazione dei punti di monitoraggio Ante operam; PD2\_C3C\_TS3\_2062: Album - ubicazione dei punti di monitoraggio Corso d'opera; PD2\_C3C\_TS3\_2063: Album - ubicazione dei punti di monitoraggio Post operam). Si fa presente che l'indicazione dei punti di monitoraggio in cartografia è solo indicativa, in

quanto si rendono necessari specifici sopralluoghi per identificare le aree maggiormente idonee per lo svolgimento delle attività previste come precedentemente descritto.

La disposizione definitiva dei transetti e delle stazioni di campionamento, oltre a rispondere a criteri di idoneità ambientale per le specie oggetto del censimento, dovrà essere sufficientemente omogenea rispetto alla superficie degli ambiti o sub-ambiti di campionamento, in modo tale da consentire per ognuno di questi, di ottenere una stima della densità relativa delle diverse specie ricavabile mediante applicazione di indici di incontro. Sarà altresì necessario poter monitorare l'esplicitarsi delle trasformazioni indotte dall'opera o dalla realizzazione di mitigazioni e compensazioni, pertanto tali transetti e stazioni di campionamento, dovranno almeno in parte occupare contesti ambientali (habitat naturali o seminaturali) direttamente influenzati dalle opere o in stretto contatto con essi.

### **13.3.2.2 Tecniche di monitoraggio**

Nelle aree di **rilievo presso le zone umide** si svolgeranno campionamenti riguardanti prevalentemente gli stadi acquatici applicando tutte le metodiche atte al censimento delle specie di Anuri e Urodeli presenti, procedendo all'assegnazione, per ogni stadio di sviluppo (adulti, giovani, uova/ovature, larve/girini, esemplari in metamorfosi, neometamorfosati) di una classe di abbondanza (1, alcuni, molti) ottenuta dalla standardizzazione dei conteggi (esempio: conteggio esaustivo o su aree campione del numero di uova/ovature; conteggio del numero medio di girini/larve catturati per ogni passaggio con retino, che avrà dimensioni e maglia predefinite mantenute invariate nel corso del periodo di monitoraggio; conteggio di adulti contattati lungo le sponde o catturati in acqua con retini, secondo quanto già indicato per le larve, o individuati mediante rilevamento acustico delle vocalizzazioni, ecc.). Il sesso degli adulti sarà determinato in tutti i casi possibili. Di tutte le tipologie di zone umide dovrà essere inoltre misurato il livello idrometrico con periodicità minima equivalente a quella dei campionamenti (eventualmente installando una rudimentale asta idrometrica nel punto più profondo).

In carenza di siti di riproduzione potranno essere svolte ricerche di esemplari adulti o giovani in fase terrestre secondo il **metodo dei transetti** descritto per i Rettili o impiegato anche per altri gruppi tassonomici, che consente il calcolo di indici di incontro. Tale metodo, meno adatto del precedente in quanto gli Anfibi sono difficilmente contattabili durante la fase terrestre, potrà essere ottimizzato con sessioni di campionamento svolte rigorosamente in condizioni meteo-climatiche favorevoli (giornate fresche e piovose tipicamente primaverili o autunnali, preferibilmente in ore serali e notturne). Gli itinerari campione individuati saranno percorsi a piedi a velocità molto bassa, sostando e divagando frequentemente dal percorso, con l'ausilio di torce per quanto riguarda le sessioni notturne, esplorando gli ambienti più idonei per gli Anfibi. Anche per quanto concerne il censimento lungo i transetti, per ogni contatto saranno rilevati la specie, il numero di individui in seguito uniformato secondo classi di abbondanza (1, alcuni, molti), lo stadio di sviluppo (uovo, larva, neometamorfosato, giovane, adulto di sesso maschile o femminile, ecc.), il tipo di ambiente.

Le metodiche complessivamente utilizzate sono quelle della ricerca di adulti in fase acquatica in attività riproduttiva mediante punti di ascolto ed intercettazione delle vocalizzazioni, sia ad orecchio nudo che eventualmente con l'ausilio di un idrofono, la ricerca visiva di adulti e giovani (*Visual census*), il conteggio e la ricerca delle ovature e la ricerca di larve e adulti utilizzando un guadino a maglie fini (*Dip-netting*).

Nell'ambito 6 è inoltre previsto il **monitoraggio con fototrappole** da installarsi all'interno dell'ecodotto per valutare il livello di utilizzazione come passaggio nei confronti della piccola fauna terragnola. A tale scopo sarà necessario installare barriere di modesta altezza fuori terra

(circa 30/40 cm), tipo quelle impiegate per il monitoraggio degli Anfibi o di protezione lungo le strade, con falda interrata. Lo scopo delle barriere è quello di convogliare la piccola fauna verso un'unica apertura centrale in modo da restringere il passaggio dai 10 metri della sezione interna dell'ecodotto ad un'ampiezza compatibile con l'angolo di campo della fototrappola e col raggio d'azione del sensore a raggi infrarossi (PIR). Sarà necessaria una doppia barriera ad invito (passaggio bidirezionale così schematizzato:  $|\gt \downarrow \lt|$ ) per ogni fototrappola. Si consiglia l'installazione di 3 fototrappole: due in corrispondenza degli ingressi a circa 10 metri verso l'interno, e una a metà dell'ecodotto per distinguere semplici tentativi di utilizzazione, o l'utilizzazione come rifugio sotterraneo, dalla funzionalità vera e propria come passaggio faunistico. I dati raccolti potranno consentire di calcolare indici di frequentazione (n. di contatti per specie / notti trappola). Le barriere previste non ostacoleranno il passaggio di altra fauna di medie o grandi dimensioni che potrà passare al centro, in corrispondenza della stessa apertura, come anche saltare direttamente la barriera. Tale sistema di monitoraggio ha inoltre la duplice attitudine di rilevare dati di frequentazione sia nei confronti degli Anfibi sia dei micromammiferi, per i quali non si dispone di alcun tipo di conoscenza al riguardo. Questa metodica è da considerarsi integrativa rispetto al diverso impiego di fototrappole per il monitoraggio della teriofauna ancorché installate nei pressi o all'imbocco dell'ecodotto.

Per il monitoraggio relativo alla **mortalità stradale e ferroviaria** inerente questo gruppo, si rimanda al § 13.3.12.

L'identificazione specifica degli animali contattati sarà effettuata sulla base di caratteristiche morfologiche osservabili anche a distanza o durante una temporanea cattura e manipolazione, o ancora sulla base delle caratteristiche acustiche delle vocalizzazioni (Anuri). Per le caratteristiche diagnostiche delle specie, si potrà fare riferimento alle principali guide disponibili per la fauna italiana ed europea (Lanza, 1983; Arnold & Burton, 1978; Andreone e Sindaco, 1999; Lanza *et al.*, 2007). Per le Rane verdi sarà ritenuta sufficiente la determinazione a livello di complesso ibridogenetico *Rana synkl.esculenta* secondo la prassi in uso negli studi e monitoraggi faunistici di questo tipo. La tassonomia e la nomenclatura delle specie seguiranno la classificazione inserita sul database "Amphibian Species of the World" dell'American Museum of Natural History, accessibile online e costantemente aggiornata (Frost, 2011); i nomi italiani seguiranno Razzetti *et al.*, (2006).

La localizzazione dei punti di contatto e dei siti riproduttivi reali o potenziali sarà effettuata con l'ausilio di un GPS. I contatti di cui non è possibile ottenere un'identificazione certa non saranno considerati, tranne che nel caso delle fototrappole, per cui la frequentazione dei passaggi faunistici riveste un particolare interesse anche se da parte di esemplari indeterminati.

### **13.3.2.3 Restituzione dei dati raccolti**

Al termine dei rilievi di campo i dati verranno analizzati in modo critico in relazione alle tipologie ambientali rilevate e alle metodiche di indagine seguite, al fine di ottenere una quantificazione e localizzazione del numero di specie di Anfibi presenti nel territorio d'indagine, valutare la sussistenza di popolazioni riproduttive vitali, individuare eventuali criticità al fine di suggerire utili interventi di conservazione, valutare gli effetti delle attività di cantiere e delle opere compiute nella successiva fase di esercizio.

I dati saranno restituiti nella seguente forma:

- carta di localizzazione dei punti di rilevamento delle specie di Anfibi;
- localizzazione e descrizione dei siti riproduttivi certi e potenziali degli Anfibi, evidenziando criticità e aspetti di conservazione puntuali;

- carta di distribuzione con quantificazione del numero di specie di Anfibi presenti per ciascuna delle sub-unità di rilievo;
- perimetrazione su base cartografica delle aree di maggior valenza naturalistica per gli Anfibi;
- calcolo di indici di abbondanza per le diverse specie e per i diversi ambiti/ sub-unità di campionamento/transetti/zone umide, eccetera;
- rappresentazioni grafiche e sinottiche dei risultati;
- relazione di sintesi con cadenza annuale in ciascuna fase di AO, CO e PO.

#### ***13.3.2.4 Periodi e cadenze di indagine***

Le indagini sulla presenza di Anfibi nell'area di studio verranno eseguite nella finestra temporale compresa fra marzo e luglio dello stesso anno, in modo da coprire il periodo di maggiore attività in relazione al ciclo climatico stagionale e ai cicli biologici propri delle diverse specie, con la previsione di un numero minimo di ripetizioni pari a 4 per ogni stazione di campionamento individuata, per ogni anno di monitoraggio.

Le indagini saranno effettuate nelle condizioni di orario e meteorologiche più opportune rispetto alle diverse fasi del ciclo biologico delle diverse specie, compresi gli orari serali o notturni e le condizioni di tempo piovoso. I rilievi saranno eseguiti in fase AO, di CO e di PO.

#### ***13.3.3 Rettili***

Per quanto riguarda i Rettili le indagini saranno basate su un protocollo di intervento riassumibile in 2 azioni.

- Fase di esplorazione territoriale preliminare propedeutica alla collocazione dei transetti nelle misura e nel numero minimo prestabilito al paragrafo successivo; detti transetti dovranno essere ripetuti nel corso delle stagioni di indagine e degli anni di monitoraggio senza essere modificati, al fine di garantire una maggiore confrontabilità dei risultati; eventuali modifiche di lunghezza o di percorso saranno tuttavia possibili al fine di migliorare l'efficacia del campionamento o qualora cause esterne invalidassero la possibilità di raggiungere gli obiettivi prefissati.
- Esecuzione di rilievi di campagna per la determinazione delle presenza delle diverse specie mediante censimento a vista lungo transetti e raccolta/osservazione di esemplari.

#### ***13.3.3.1 Localizzazione dei siti di campionamento***

Sulla base dei dati conoscitivi e tenuto conto dell'impostazione del SIA, le aree individuate per il monitoraggio nelle fasi di AO, CO e PO corrispondono agli Ambiti Operativi o a loro accorpamenti, in ciascuno dei quali sarà previsto un determinato numero di stazioni di campionamento come descritto nella tabella seguente.

Ambito operativo	N. Stazioni di campionamento
1 - Imbocco est TdB	1
Accorpamento ambiti 2; 3; 4, 5	3
6 - Area tecnica di Susa	2
Accorpamento ambiti 7 e 8	4
Accorpamento ambiti 9, 10 e 11	4
12 - Caprie	2
13 - Torrazza	2
14 - Imbocco di Clarea	1
15 - Imbocco Maddalena	1
SIC IT1110027 Boscaglie di Tasso di Giaglione (Val Clarea)	2
SIC IT 1110030 Oasi xerothermiche della Val di Susa - Orrido di Chianocco	2

**Tabella 81** – Sintesi punti di monitoraggio rettili

I transetti avranno lunghezza minima di 1 km. È possibile l'accorpamento di due o più ambiti consecutivi in un'unica sub-unità di campionamento all'interno della quale svolgere uno o più transetti (anche a scavalco degli ambiti operativi) nel rispetto dei minimi di percorrenza prestabiliti. Nelle aree caratterizzate da un contesto agricolo e urbano a minore complessità ambientale i rilievi potranno essere limitati ad alcuni brevi tratti più idonei alla presenza di Rettili (il transetto in tal senso potrebbe essere spezzato in più segmenti collocati nelle aree più rappresentative **al fine di raggiungere comunque la lunghezza minima prestabilita**).

Per una sommaria localizzazione dei punti di campionamento si rimanda all'allegata cartografia di progetto (doc. PD2\_C3C\_TS3\_2061: Album - ubicazione dei punti di monitoraggio Ante operam; PD2\_C3C\_TS3\_2062: Album - ubicazione dei punti di monitoraggio Corso d'opera; PD2\_C3C\_TS3\_2063: Album - ubicazione dei punti di monitoraggio Post operam). Si fa presente che l'indicazione dei punti di monitoraggio in cartografia è solo indicativa, in quanto si rendono necessari specifici sopralluoghi per identificare le aree maggiormente idonee per lo svolgimento delle attività previste come precedentemente descritto.

**La disposizione definitiva dei transetti, oltre a rispondere a criteri di idoneità ambientale per le specie oggetto del censimento, dovrà essere sufficientemente omogenea rispetto alla superficie degli ambiti o sub-ambiti di campionamento, in modo tale da consentire per ognuno di questi, di ottenere una stima della densità relativa delle diverse specie ricavabile mediante applicazione di indici di incontro. Sarà altresì necessario poter monitorare l'esplicarsi delle trasformazioni indotte dall'opera o dalla realizzazione di mitigazioni e compensazioni, pertanto tali transetti dovranno almeno in parte occupare contesti ambientali (habitat naturali o seminaturali) direttamente influenzati dalle opere o in stretto contatto con essi.**

### **13.3.3.2 Tecniche di monitoraggio**

Il campionamento dei Rettili sarà svolto secondo un approccio metodologico fondamentale di *visual census*, comunemente utilizzato per indagini sull'erpetofauna. Nella fattispecie verranno eseguiti più transetti di lunghezza variabile non inferiore al km, dislocati nelle



diverse aree di interesse, attraversando tutti gli ambienti potenzialmente idonei, quali soprattutto i margini ecotonali (zone di transizione quali margini prato-bosco, perimetro zone umide, ecc., dov'è possibile incontrare le specie legate sia agli uni sia agli altri ambienti), le aree di termoregolazione, i cespuglieti, le zone rocciose, eccetera, con l'obiettivo di massimizzare l'eterogeneità ambientale dei percorsi e la probabilità di incontro rispetto a tutte le specie potenzialmente presenti. Gli itinerari-campione saranno percorsi a piedi prediligendo gli orari e le condizioni meteorologiche più favorevoli, tenuto conto anche della stagione, procedendo con passo lento, stando e divagando frequentemente per massimizzare le occasioni di incontro. Durante i campionamenti saranno inoltre smossi i materiali che possono fungere da nascondiglio, quali pietre, accumuli di legno ecc., con lo scopo di verificare l'eventuale presenza di animali rifugiati.

Per ogni contatto sarà determinata la specie di appartenenza, il numero di individui (in seguito riferito a 3 classi di abbondanza: 1, alcuni, molti), lo stadio di sviluppo (uovo, giovane, adulto), il sesso (limitatamente al caso di cattura di alcuni esemplari), il tipo di ambiente.

L'identificazione specifica verrà effettuata sulla base di caratteristiche morfologiche esterne osservabili anche a distanza o durante una temporanea cattura e manipolazione.

Per le caratteristiche diagnostiche delle specie, si farà riferimento alle principali guide disponibili per la fauna italiana ed europea (Lanza, 1983; Arnold & Burton, 1978; Andreone e Sindaco, 1999; Corti *et al.*, 2011). Tutte le specie presenti nell'area potranno essere identificate con ragionevole margine di certezza secondo questi metodi. I contatti di cui non sarà possibile ottenere un'identificazione certa non saranno considerati.

Fra i materiali e gli strumenti necessari si citano strumenti di cattura (bastone erpetologico, canna con laccio) o dispositivi ottici (binocolo) per l'osservazione a distanza. Come base cartografica di riferimento potranno essere utilizzate la Carta Tecnica Regionale (CTR 1:10.000) o preferibilmente la Carta Tecnica Provinciale (CTP 1:5.000). La localizzazione dei punti di contatto sarà in ogni caso eseguita con l'ausilio di un GPS.

La tassonomia e la nomenclatura delle specie seguiranno la check-list e distribuzione della Fauna d'Italia (Ruffo e Stoch, eds., 2005) mentre i nomi italiani seguiranno Razzetti *et al.* (2006).

La tecnica di campionamento lungo transetti consente di calcolare agevolmente indici di incontro come l'Indice Chilometrico di Abbondanza (IKA), che valuta il numero di osservazioni dirette e/o indirette di una specie lungo un percorso prestabilito e consente pertanto di determinare un valore di densità (relativa) attraverso un'unità di misura lineare. Per il calcolo dell'indice di abbondanza si utilizza la seguente formula:

$$IKA = n^{\circ} \text{ contatti/Km}$$

**Tale indice di abbondanza è correlato alla densità dei popolamenti (Boitani e Fuller, 2000) e consente di valutare le variazioni dei popolamenti a seguito delle trasformazioni generate dall'opera.**

### **13.3.3.3 Restituzione dei dati raccolti**

Al termine dei rilievi di campo i dati verranno analizzati in modo critico in relazione alle tipologie ambientali rilevate e alle metodiche di indagine seguite, al fine di ottenere una quantificazione e localizzazione del numero di specie di Rettili presenti nel territorio d'indagine, valutare la consistenza delle popolazioni seppure in modo relativo ed indicativo (indici di abbondanza), individuare eventuali criticità al fine di suggerire utili interventi di

conservazione, valutare gli effetti delle attività di cantiere e delle opere compiute nella successiva fase di esercizio.

I dati saranno restituiti nella seguente forma:

- carta di localizzazione dei punti di rilevamento delle specie di Rettili;
- carta di distribuzione con quantificazione del numero di specie di Rettili presenti per ciascuna delle sub-unità di rilievo;
- perimetrazione su base cartografica delle aree di maggior valenza naturalistica per i Rettili;
- calcolo di indici di abbondanza per le diverse specie e per i diversi ambiti/sub-unità di campionamento/transetti eccetera;
- rappresentazioni grafiche e sinottiche dei risultati;
- relazione di sintesi con cadenza annuale in ciascuna fase di AO, CO e PO.

#### ***13.3.3.4 Periodi e cadenze di indagine***

Le indagini sulla presenza di Rettili nell'area di studio verranno eseguite nella finestra temporale compresa fra aprile e settembre dello stesso anno, in modo da coprire il periodo di maggiore attività dell'erpeto fauna, in relazione all'andamento climatico stagionale e ai cicli biologici propri delle diverse specie, con la previsione di un numero minimo di ripetizioni pari a 4 per ogni transetto, in ogni anno di monitoraggio.

Le indagini saranno effettuate indicativamente dalle h 8.00 alle h 18.00, a seconda delle condizioni stagionali, evitando le ore centrali della giornata nei mesi più caldi e viceversa nei mesi più freddi, osservando una certa diversificazione delle condizioni meteorologiche evitando i momenti meno adatti (piogge intense e/o costanti) favorendo le giornate con una certa variabilità meteorologica. I rilievi saranno eseguiti in fase AO, di CO e di PO.

#### ***13.3.4 Uccelli***

Per quanto riguarda questa categoria sistematica, il PMA prevede un protocollo di intervento riassumibile in 2 azioni:

- monitoraggio delle specie nidificanti, con definizione della check list di riferimento e delle abbondanze relative;
- monitoraggio delle specie svernanti, con definizione della check list di riferimento e delle abbondanze relative.

##### ***13.3.4.1 Localizzazione dei siti di campionamento***

Sulla base dei dati conoscitivi raccolti nell'ambito delle indagini svolte in fase di progettazione definitiva e dei successivi approfondimenti, gli ambiti individuati per il monitoraggio nelle fasi di AO, CO e PO sono quelli riportati in **Tabella 82**.

Per la localizzazione delle aree di campionamento si rimanda all'allegata cartografia di progetto (doc. PD2\_C3C\_TS3\_2061: Album - ubicazione dei punti di monitoraggio Ante operam; PD2\_C3C\_TS3\_2062: Album - ubicazione dei punti di monitoraggio corso d'opera; PD2\_C3C\_TS3\_2063: Album - ubicazione dei punti di monitoraggio post operam).

**Per questo gruppo faunistico lo schema di monitoraggio e la localizzazione delle stazioni di rilievo, così come individuato in cartografia allegata, ricalcano quanto realizzato in fase di progettazione definitiva e nei successivi approfondimenti. Tale distribuzione dei punti di campionamento risulta omogenea, interessa le due unità di paesaggio presenti e gli ambiti operativi individuati in fase di PD2, oltre a permettere di calcolare adeguati indici di**

abbondanza che possono essere stratificati per habitat, consentendo di seguire le trasformazioni ambientali generate dall'opera, partendo dai dati raccolti nelle fasi di approfondimento del progetto definitivo e da quelli del monitoraggio AO.

#### 13.3.4.2 Tecniche di monitoraggio

La metodologia prevista è quella dei rilevamenti quantitativi mediante il metodo dei rilievi puntiformi o stazioni di ascolto (point counts), con raggio definito di 50 metri, della durata di 10 minuti, proposto da Hutto *et al.* (1986), a sua volta derivato da Blondel *et al.* (1971). Tale metodologia risulta ampiamente affidabile per la valutazione quantitativa dei popolamenti ornitici sia nidificanti sia svernanti (Fornasari *et al.*, 2002; Calvini e Toffoli, 2005).

Ogni stazione puntiforme sarà indagata in periodo invernale e riproduttivo entro le prime 5 ore dopo l'alba, allo scopo di limitare la riduzione della contattabilità delle diverse specie a seguito dell'aumento della temperatura giornaliera. Tale accorgimento, tuttavia, va adottato in periodo riproduttivo, mentre può essere trascurato nei mesi invernali quando le basse temperature determinano un effetto contrario. Per ogni punto, nei 10 minuti di rilevamento, dovranno essere annotati:

- numero di individui appartenenti a ciascuna specie osservata o udita entro un raggio stimato di 50 metri dall'osservatore ed entro l'habitat di interesse;
- numero di individui di ciascuna specie osservati o uditi entro l'habitat di interesse senza limite di distanza.

Le stazioni puntiformi di rilevamento (georiferite con GPS) saranno distribuite negli ambiti individuati per il monitoraggio dell'avifauna in numero proporzionale alla superficie e come indicato nella tabella successiva. La localizzazione dei punti nell'area della piana di Susa-Bussoleno, deposito di Caprie e deposito di Torrazza sarà quella dei rilievi effettuati durante i monitoraggi di approfondimento, prevedendo una possibile ricollocazione in caso d'impossibilità d'accesso a seguito dell'apertura dei cantieri e della nuova viabilità.

Per i SIC "Oasi xerothermiche della Val di Susa - Orrido di Chianocco e Foresto", "Boscaglie di Tasso di Giaglione" e per gli ambiti operativi 14 e 15, le stazioni puntiformi d'ascolto dovranno essere localizzate a seguito di specifici sopralluoghi prima dello svolgimento delle attività previste, in numero pari a quanto indicato in tabella, distanziate tra loro di almeno 200 metri.

Siti di monitoraggio	Numero di punti d'ascolto
Ambito operativo 1: Imbocco Tunnel di Base	3
Ambito operativo 2: rilevato ferroviario	3
Ambito operativo 3: Stazione Internazionale	4
Ambito operativo 6: area tecnica Susa	10
Ambito operativo 8: Imbocco Est del Tunnel di Interconnessione	3
Ambito operativo 10: rilevato ferroviario	2
Ambito operativo 11: parco ferroviario	2
Ambito operativo 12: deposito di Caprie	13
Ambito operativo 13: deposito di Torrazza	14
Ambito operativo 14: imbocco di Clarea	4

Ambito operativo 15: imbocco di Maddalena	4
SIC IT 1110027 Boscaglie di Tasso di Giaglione (Val Clarea)	9
SIC IT 1110030 Oasi xerothermiche della Val di Susa - Orrido di Chianocco	15

*Tabella 82 – Numero di punti d'ascolto per ogni ambito di monitoraggio previsto*

## **Uccelli Nidificanti**

Per quanto riguarda il popolamento nidificante i punti d'ascolto, distribuiti nei diversi ambiti monitorati, dovranno essere realizzati nel periodo compreso tra la metà di aprile e la fine di giugno, prevedendo due ripetizioni, la prima tra metà aprile e metà maggio e la seconda tra la metà di maggio e la fine di giugno. Come indicato in precedenza i rilevamenti dovranno essere realizzati entro le 5 ore successive all'alba, per evitare il calo di attività conseguente all'aumento della temperatura. Per ogni stazione puntiforme dovranno essere raccolti i dati descritti precedentemente (13.3.4.2) e, inoltre, dovranno essere annotate tutte le specie osservate fuori dai punti durante gli spostamenti, alla scopo di ottenere una check-list completa delle specie presenti. Nella raccolta dei dati tra un punto e l'altro e entro i punti d'ascolto si dovranno annotare, inoltre, i criteri standard di riproduzione stabiliti dal Comitato Europeo per gli Atlanti Ornitologici (EOAC - EBCC). In base a queste norme, tutte le informazioni raccolte su ogni specie sono classificate al fine di accertare, pur con diversi gradi di sicurezza, l'evento riproduttivo.

Sono di conseguenza definite le seguenti tre categorie:

- nidificazione possibile: specie osservata durante la stagione riproduttiva in ambiente adatto e al di fuori dei periodi migratori / maschio in canto, o altri richiami riproduttivi uditi, in periodo riproduttivo;
- nidificazione probabile: coppia osservata in ambiente e periodo riproduttivo favorevoli / territorio permanente, presunto dal rilevamento di comportamento territoriale ripetuto più volte nella stessa stagione / corteggiamento, parata, esibizione / visita a un possibile sito di nidificazione / comportamento irrequieto o richiami di allarme da parte di adulti / adulti con placca incubatrice / costruzione del nido o scavo di cavità;
- nidificazione certa: parata di distrazione o simulazione di ferita / nido usato o gusci d'uovo vuoti depositi durante il periodo dell'inchiesta / giovani non volanti o involati recentemente (nidicoli) o pulli con piumino (nidifughi) I attività degli adulti ad un nido inaccessibile o non esaminato o adulti visti in incubazione / adulti con imbeccata o sacco fecale / nido con uova / nido con giovani visti o sentiti.

## **Uccelli Svernanti**

Analogamente agli uccelli nidificanti, per gli svernanti la metodologia prevista è quella dei punti d'ascolto che possono essere utilizzati indifferentemente rispetto ai transetti (Calvini e Toffoli, 2005). I rilevamenti saranno effettuati con una sola ripetizione dei punti, nel periodo compreso tra il 15 dicembre e il 15 febbraio. Le osservazioni dovranno essere realizzate nell'arco della giornata (possibilmente al mattino), trascurando l'effetto relativo al calo di attività nelle ore centrali a causa delle basse temperature invernali. Per ogni punto saranno conteggiati tutti gli individui osservati e uditi, come indicato in precedenza, e dovranno essere annotate tutte le specie osservate tra un punto e l'altro, per una maggiore accuratezza della check-list.

## Analisi dei dati

Per ogni ambito di monitoraggio sarà descritto il popolamento ornitico rilevato nel suo complesso e dovranno essere calcolati i seguenti indici di diversità:

- Numero complessivo di specie rilevate;
- Numero medio di specie per rilievo;
- Numero di specie costanti (presenti in più del 50% dei rilievi puntiformi);
- Numero di specie dominanti (la cui abbondanza supera il 5% dell'abbondanza totale);
- Indice di Shannon ( $H'$ ): indice utilizzato per descrivere la “diversità” di una comunità ornitica. Il valore dell'indice è 0 per un popolamento composto da una sola specie e aumenta quanto più la comunità ha una composizione diversa. Serve per confrontare una o più comunità ornitiche evidenziando il loro livello di diversità.

$$H' = - \sum P_i \log P_i$$

Dove  $P_i$  è la frequenza della  $i$ -esima specie;

- equiripartizione ( $J'$ ): questo parametro misura di quanto ci si allontana da una ripartizione uguale e serve, in aggiunta alla ricchezza poiché a parità di numero di specie, un ambiente in cui tutte le specie hanno abbondanza simile è più diversificato di uno in cui vi sono poche specie dominanti quantitativamente e molte specie presenti in modo esiguo.

$$J' = H' / H \max$$

Dove  $H'$  è il valore dell'indice di Shannon e  $H \max$  è il log del numero totale di specie;

- Indice di Ferry (specie presenti in un solo rilievo);
- Rapporto non-Passeriformi/Passeriformi.

Per le singole specie dovranno essere calcolati i seguenti indici di abbondanza, separando tra specie osservate entro i 50 m e quello senza limiti di distanza:

- $n[u]$  = numero medio di individui di ogni specie contati per punto;

$f[u]$  = frequenza delle varie specie nei rilievi, cioè il numero dei rilievi in cui la specie è stata contattata diviso il numero totale dei rilievi.

$d[u]$  = densità (solo per le specie rilevate entro il raggio di 50 metri), intesa come numero d'individui per specie/unità di superficie ( $A = \pi r^2$ ).

La sequenza temporale AO, CO e PO dei dati raccolti, sia per il popolamento nidificante, sia per quello svernante, permetterà di calcolare degli indicatori finalizzati a valutare l'andamento delle popolazioni a seguito della realizzazione dell'opera e degli impatti della stessa sui popolamenti ornitici.

A questo proposito saranno calcolati due indici aggregati relativi alle specie comuni e alle specie rare.

Il primo consiste in un indice aggregato dei trend di popolazione relativo alle specie comuni, quelle presenti in più del 50% dei rilievi puntiformi, mentre il secondo è relativo alle specie rare segnalate in maniera regolare, ma non in più di 2 rilievi puntiformi per sessione.

La valutazione degli andamenti delle singole specie specie sarà realizzata utilizzando il software TRIM (TRends & Indices for Monitoring Data), liberamente utilizzabile e scaricabile dal sito [www.ebcc.info](http://www.ebcc.info). L'indice aggregato relativo alle specie comuni e alle specie rare sarà rappresentato dalla media geometrica del valore annuale dell'indice per singole specie indicatrici individuate.

#### **13.3.4.3 Restituzione dei dati raccolti**

I dati restituiti sono presentati nelle forme seguenti:

- carta di localizzazione dei punti di rilevamento delle specie di uccelli nidificanti e svernanti;
- carta di distribuzione con quantificazione del numero di specie di uccelli nidificanti e svernanti presenti per ciascuna delle sottounità di rilievo;
- valutazione degli indici di diversità, equiripartizione, ricchezza e abbondanza per ciascun sito monitorato e per ogni specie rilevata;
- relazione di sintesi con cadenza annuale in ciascuna fase di AO, CO e PO.

#### **13.3.4.4 Periodi e cadenze di indagine**

Per l'avifauna nidificante saranno effettuati 2 cicli di uscite nel periodo di tempo compreso fra la seconda metà di aprile e fine di giugno.

Per l'avifauna svernante si prevede un solo ciclo di uscite di campagna nei mesi invernali, nel periodo indicativamente compreso tra il 15 dicembre ed il 15 febbraio.

I rilievi saranno eseguiti con 2 ripetizioni per 1 anno di AO, 2 ripetizioni per 3 anni di CO e 2 ripetizioni per 2 anni di PO.

#### **13.3.5 Mammiferi**

Per quanto riguarda questa categoria sistematica le indagini si basano su un protocollo di intervento riassumibile in 4 azioni:

- esecuzione di rilievo per la determinazione della presenza di mesoteriofauna su transetti, tramite metodo naturalistico, mediante individuazione di tracce e segni di attività trofica;
- integrazione dei dati in punti sensibili mediante il fototrappolaggio;
- esecuzione di rilievi per specie target di micromammiferi arboricoli ad elevata sensibilità ambientale tramite hair tubes;
- esecuzione del monitoraggio della chiroterofauna.

##### **13.3.5.1 Localizzazione dei siti di campionamento**

Sulla base dei dati conoscitivi raccolti nell'ambito della redazione dello Studio di Impatto Ambientale, i siti individuati per il monitoraggio nelle fasi di AO, CO e PO della micro e mesoteriofauna sono i seguenti:

- Ambito operativo 1: Imbocco Est Tunnel di base
- Ambito operativo 2 : Rilevato ferroviario
- Ambito operativo 6: Area Tecnica Susa
- Ambito operativo 8: Imbocco Est Tunnel di Interconnessione
- Ambito operativo 10: Rilevato ferroviario
- Ambito operativo 11: Parco ferroviario
- Ambito operativo 12: Deposito di Caprie
- Ambito operativo 13: Deposito di Torrazza
- Ambito operativo 14: Imbocco di Clarea
- Ambito operativo 15: Imbocco di Maddalena
- SIC IT1110027Boscaglie di Tasso di Giaglione (Val Clarea)

- SIC IT 1110030 Oasi xerothermiche della Val di Susa - Orrido di Chianocco.

Sulla base dei dati conoscitivi raccolti in ambito degli approfondimenti nella fase di progettazione definitiva i siti individuati per il monitoraggio nelle fasi di AO, CO e PO della chiroterofauna sono i seguenti:

- Ambito operativo 1: Imbocco Est del Tunnel di Base;
- Ambito operativo 3: stazione internazionale;
- Ambito operativo 6: area tecnica di Susa;
- Ambito operativo 8: Imbocco Est del Tunnel di Interconnessione;
- Ambito operativo 9: ponti Dora Est e Dora Ovest (Bussoleno);
- Ambito operativo 10: rilevato ferroviario
- SIC IT 1110030 Oasi xerothermiche della Val di Susa - Orrido di Chianocco.

Per la localizzazione dei punti di campionamento si rimanda all'allegata cartografia di progetto (doc. PD2\_C3C\_TS3\_2061: Album - ubicazione dei punti di monitoraggio Ante operam; PD2\_C3C\_TS3\_2062: Album -ubicazione dei punti di monitoraggio Corso d'opera; PD2\_C3C\_TS3\_2063: Album -ubicazione dei punti di monitoraggio Post operam).

Si fa presente che l'indicazione dei punti di monitoraggio in cartografia per quanto riguarda i transetti relativi alla mesoteriofauna è solo indicativa e non deve essere intesa in modo vincolante o stabilito a priori in quanto si rendono necessari specifici sopralluoghi e valutazioni preliminari per identificare le aree maggiormente idonee per lo svolgimento delle attività previste, tenendo conto che per ottenere una stima della densità relativa delle diverse specie (ricavabile mediante applicazione di indici di incontro) la distribuzione dei transetti dovrà essere sufficientemente omogenea rispetto alla superficie degli ambiti o sub-ambiti di campionamento. Tali transetti dovranno almeno in parte occupare contesti ambientali (habitat naturali o seminaturali) direttamente influenzati dalle opere o in stretto contatto con essi al fine di mettere in evidenza le trasformazioni indotte dall'opera o dalla realizzazione di mitigazioni e compensazioni.

Per quanto riguarda invece la disposizione dei transetti con hair tubes e la disposizione delle fototrappole, si rimanda ad una specifica fase propedeutica che dovrà precedere il monitoraggio durante la quale si terrà conto dell'obiettivo di ottenere anche stime di densità e la possibilità di valutare gli effetti delle trasformazioni indotte dalle opere in progetto.

Per quanto riguarda la chiroterofauna lo schema di monitoraggio adottato e la localizzazione delle stazioni di rilievo, così come individuato in cartografia allegata, ricalcano quanto effettuato in fase di progettazione definitiva e nei successivi approfondimenti. Tale distribuzione dei punti di campionamento è omogenea, interessa le due unità di paesaggio presenti nell'area, gli ambiti operativi sensibili e consente di calcolare adeguati indici di frequentazione permettendo di seguire le trasformazioni ambientali generate dall'opera, partendo dai dati raccolti nelle fasi di approfondimento del progetto definitivo e da quelli del monitoraggio AO.

#### **13.3.5.2 Tecniche di monitoraggio**

##### **Transetti Mesoteriofauna**

I rilievi condotti sul transetto sono molteplici, in funzione della determinazione delle presenze delle varie specie target.

### a) Raccolta indici di presenza

Tra i metodi utilizzati per ricavare stime di abbondanza di mesoteriofauna, quello più semplice, affidabile e che permette la comparazione della densità tra aree diverse e in anni diversi, si basa sul conteggio e raccolta delle fatte lungo percorsi fissi (conteggio delle fatte) (Cavallini, 1993).

Il metodo del conteggio delle fatte, tuttavia, è più efficace per il monitoraggio di quei carnivori che usano le feci come marcature territoriali odorose e pertanto vengono lasciate in posizioni rilevate molto evidenti, dalle quali l'odore può facilmente spandersi, come su un ceppo d'albero, una pietra, un ciuffo d'erba o su strade e sentieri usati dagli animali (Bang, 1993).

Poiché l'indice calcolato esclusivamente sulle fatte risulta fortemente sbilanciato in favore dei carnivori, o comunque di tutte quelle specie per le quali gli escrementi costituiscono uno dei segni di presenza più frequenti ed evidenti, si propone di includere nel rilevamento tutti i tipi di osservazione, ciascuno considerato di valore unitario indipendentemente dal numero di esemplari eventualmente conteggiati nel singolo punto di contatto.

All'interno dei siti di campionamento identificati saranno localizzati ed individuati dei transetti di studio, a seguito di specifici sopralluoghi e prima dello svolgimento delle attività previste. I transetti dovranno avere una lunghezza minima di 1 km, tuttavia, vista l'apertura dei cantieri e di nuova viabilità, si reputa opportuno valutare di volta in volta nella definizione dei percorsi la possibilità di spezzarli in più tranches, entro comunque l'ambito di monitoraggio e pari ad una sommatoria delle lunghezze non inferiore a 1 km. Il loro numero previsto è definito nella tabella successiva. Si consiglia, nel limite del possibile, di evitare la localizzazione di transetti lungo viabilità eccessivamente frequentata da automezzi, onde evitare la cancellazione delle tracce a seguito del passaggio di autoveicoli (Cavallini, 1994).

Ambito operativo	N. Stazioni di campionamento
1 - Imbocco est TdB	1
Accorpamento ambiti 2; 3; 4, 5	1
6 - Area tecnica di Susa	3
Accorpamento ambiti 7 e 8	4
Accorpamento ambiti 9, 10 e 11	3
12 - Caprie	3
13 - Torrazza	3
14 - Imbocco di Clarea	1
15 - Imbocco Maddalena	1
SIC IT1110027 Boscaglie di Tasso di Giaglione (Val Clarea)	1
SIC IT 1110030 Oasi xerothermiche della Val di Susa - Orrido di Chianocco	2

**Tabella 83** – Numero di transetti per ogni ambito di monitoraggio previsto



I transetti dovranno essere percorsi a piedi e dovranno essere annotati tutti i contatti (fatte, impronte, tracce, resti di pasto, osservazioni) che saranno georeferiti con GPS. Tutte le tracce saranno fotografate e identificate in situ utilizzando apposite chiavi di determinazione (es. Marchesi et al., 2008).

Ogni percorso sarà ripetuto 4 volte nel periodo compreso tra maggio e ottobre; saranno da effettuarsi 4 ripetizioni per ciascun anno di AO, CO e PO.

Ad integrazione dei dati raccolti mediante i transetti, dovranno essere annotate tutte le informazioni oggettive relative alla presenza di mammiferi nelle diverse aree di studio (anche all'esterno dei diversi ambiti), secondo il classico metodo naturalistico (Locatelli et al., 1995), allo scopo d'integrare le informazioni ed ottenere delle check-list il più esaustive possibile.

### **Analisi dei dati**

Per il calcolo dell'indice di abbondanza (relativamente ai dati raccolti sui transetti) si utilizzerà la seguente formula:

$$IKA = n^{\circ} \text{ contatti/Km}$$

Tale indice di abbondanza è correlato alla densità dei popolamenti (Boitani e Fuller, 2000) e consente di valutare le variazioni dei popolamenti a seguito delle trasformazioni generate dall'opera.

Al fine della comparazione tra i diversi siti di indagine e tra i risultati delle diverse fasi di monitoraggio (AO, CO, PO), si prevede l'utilizzo dell'indice di Sørensen (Sørensen, 1948), un indice di somiglianza che si basa su dati di presenza/assenza e la cui formula è la seguente:

$$I_s = (2c/a+b)$$

Dove

- a = numero di specie presenti nel sito A
- b = numero di specie presenti nel sito B
- c = numero di specie in comune ai diversi siti

I valori dell'indice di Sørensen sono compresi tra 0 (nessuna specie in comune) e 1 (somiglianza completa).

### **b) Fototrappolaggio**

Ad integrazione dei dati raccolti mediante la tecnica dei transetti, dovranno essere utilizzate metodologie di monitoraggio dei mammiferi tramite fototrappole ad infrarossi (Forconi *et al.*, 2009), posizionate in corrispondenza delle piste regolarmente frequentate dalla fauna, allo scopo di meglio definire il popolamento teriologico in alcune aree maggiormente significative rispetto all'opera in progetto.

Tale sistema di monitoraggio, inoltre, ha lo scopo di valutare l'utilizzo da parte di mammiferi del sottopasso progettato a scopi faunistici presso l'area di sicurezza e manutenzione di Susa (ambito operativo 6), come da prescrizione del CIPE. Con questa metodologia potranno essere monitorati i passaggi all'interno del sottopasso faunistico, in particolare per quanto riguarda i mesomammiferi. Tuttavia, l'apposizione di apposite guide previste per il monitoraggio degli Anfibi, mediante stessa metodologia (cfr monitoraggio degli anfibi al §13.3.2), consentirà di ottenere informazioni anche sui micro mammiferi, la cui presenza risulta sottostimata con le altre metodologie di monitoraggio previste per i mammiferi nel presente PMA.

La metodologia prevede la collocazione di apposite fototrappole ad infrarossi posizionate lungo passaggi della fauna preventivamente individuati mediante specifici sopralluoghi nelle aree di particolare interesse faunistico presso gli imbocchi delle gallerie (Tunnel di base e Tunnel d'Interconnessione) e lungo il fiume, in prossimità dei ponti Dora est e Dora ovest. In queste aree dovranno essere collocate in **almeno due** trappole fotografiche, per sito.

Per il monitoraggio dei passaggi all'interno del sottopasso faunistico dovranno essere collocate due fototrappole, una per ingresso, ad altezza adeguata per il monitoraggio dei meso mammiferi. A queste si aggiungeranno quelle previste e descritte nel paragrafo relativo al monitoraggio degli Anfibi, (collocate a pochi centimetri dal suolo), per il monitoraggio dei micromammiferi.

Ogni fototrappola sarà attivata in sessioni settimanali per un totale di 4 ripetizioni nel periodo compreso tra maggio e ottobre durante la fasi AO, CO e PO.

In base alle prescrizioni del CIPE il monitoraggio con fototrappole nel sottopasso dovrà avere una durata di tre anni nella fase di PO.

Per ogni foto valida sarà identificata la specie, indicando data e ora, comportamento dell'animale (transito o alimentazione) e, qualora possibile, attribuito sesso ed età (per classi).

### **Analisi dei dati**

I dati raccolti (intesi come singola immagine idonea all'identificazione) saranno utilizzati per calcolare degli indici di frequentazione per ogni singola specie, intesi come numero **di contatti**/numero di notti trappola per ogni area campionata.

**Tale indice di frequentazione può essere correlato alla densità dei popolamenti, come tutti gli altri indici di abbondanza (Boitani e Fuller, 2000), e consente di valutare eventuali variazioni nei popolamenti a seguito delle trasformazioni generate dall'opera.**

### **c) Monitoraggio dei micromammiferi arboricoli (*Muscardinus avellanarius*) mediante tecnica degli *Hair tubes***

La scelta di individuare il moscardino (*Muscardinus avellanarius* L.) come specie target nasce dal fatto che è considerata specie vulnerabile nella categoria IUCN (Amori *et al.*, 1999) ed inserita nell'allegato IV della Direttiva 92/43/CEE; inoltre, tra i micromammiferi individuati all'interno delle aree di studio, questo gliride risulta sicuramente il più minacciato ed il più sensibile alle variazioni ambientali, dal momento che difficilmente riesce ad adattarsi e a colonizzare nuovi ambienti.

Ha scarse capacità di dispersione, tanto che se una popolazione si estingue localmente, è assai raro che la zona possa essere ricolonizzata spontaneamente (Bright & Morris, 1989); questi stessi autori sottolineano il fatto che, anche negli ambienti più favorevoli, le densità rilevate risultano piuttosto basse (6-10 esemplari per ettaro).

Il Moscardino è un animale che nella ricerca del cibo non si allontana mai troppo dal nido, frequentando una piccola area di 60-100 m di diametro intorno ad esso; la dispersione si ha solo da parte dei giovani che si spostano per cercare nuovi territori, e questi spostamenti avvengono solitamente attraverso le siepi che rappresentano dei corridoi naturali di collegamento tra zone boschive.

La frammentazione dell'habitat è tra le cause principali della rarefazione di questa specie; è pertanto essenziale mantenere dei corridoi ecologici per non portare all'isolamento le varie popolazioni di questo piccolo roditore (Bright, 1996; Bright & MacPherson, 2002). Infine si deve tenere conto del fatto che questa specie, proprio per le sue esigenze ecologiche, può

essere considerata come indicatrice della qualità e della biodiversità ambientale (Bright & MacPherson, 2002).

Per il censimento dei micromammiferi arboricoli, in relazione alle loro caratteristiche ecologiche, si utilizzano campionatori tipo “*hair-tubes*”, che permettono la raccolta di alcuni peli senza arrecare alcun disturbo agli animali (Suckling, 1978; Bright & Morris, 1989; Capizzi *et al.*, 2002). Gli *hair-tubes* hanno dimensioni tali da permettere il monitoraggio principalmente della specie target (Bright & Morris, 1989); quelli per moscardino sono tubi in PVC della lunghezza di 18 cm e del diametro di 3,5 cm aperti alle due estremità e aventi superiormente due finestre larghe 20 mm e profonde 10 mm che vengono chiuse con nastro adesivo. L'utilizzo di *hair-tubes* di dimensioni maggiori, della lunghezza di 20 cm e diametro 6 cm consente di monitorare anche altre specie di gliridi presenti in zona.

I tubi saranno sistemati sui rami di alberi e cespugli ad un'altezza di 1-2 m da terra. Come attrattivo al centro del tubo si porrà della crema di nocciole; entrando nel tubo, attratto dall'esca, l'animale struscerà la pelliccia del dorso contro la superficie adesiva del nastro, che trattiene alcuni peli.

Siti di monitoraggio	Numero di transetti
Ambito operativo 1 : Imbocco Est Tunnel di Base e rilevato ferroviario	1
Ambito operativo 7: Tunnel di Interconnessione	2
Ambito operativo 8: Imbocco Est del Tunnel di Interconnessione	1
Ambito operativo 14: Imbocco di Clarea	1
Ambito operativo 15: Imbocco di Maddalena	1
SIC IT1110027 Boscaglie di Tasso di Giaglione (Val Clarea)	2
SIC IT 1110030 Oasi xerothermiche della Val di Susa - Orrido di Chianocco	2

**Tabella 84** – Numero di transetti con *hair tubes* per ogni ambito di monitoraggio previsti

Per ogni ambito di monitoraggio individuato ed indicato nella tabella precedente saranno individuati alcuni transetti, a seguito di apposite uscite prima dell'inizio dell'attività di monitoraggio, della lunghezza di 100 metri, lungo i quali verranno collocati gli *hair-tubes* ad una distanza compresa tra 5 e 10 metri l'uno dall'altro per un totale di 10-20 *hair-tubes* per transetto, avendo l'accortezza di utilizzare almeno 2-4 *hair-tubes* di dimensioni maggiori per la raccolta di dati su altri gliridi. Il numero di transetti per ogni ambito di monitoraggio è indicato nella tabella precedente.

Gli *hair-tubes* saranno controllati mensilmente da maggio a ottobre, e ad ogni controllo il nastro adesivo sarà sostituito.

Nel caso di ritrovamento di campioni di pelo, il nastro adesivo verrà applicato su fogli di acetato. I campioni di pelo raccolti saranno poi oggetto di analisi tricológica mediante microscopio ottico per la corretta determinazione tassonomica delle varie specie. I campioni raccolti con *hair tubes* come quelli rilevati dall'analisi delle fatte dei carnivori saranno studiati in laboratorio, al fine di giungere alla corretta determinazione della specie.

Per una corretta determinazione dei materiali raccolti è importante in primo luogo distinguere i peli di giarra (*guard hairs*) più lunghi, resistenti e spesso fortemente pigmentati, dai peli di borra (*fine hairs*) più corti e in genere meno pigmentati. In entrambi i casi il pelo è costituito

da una cuticola squamosa più esterna, da una corteccia intermedia di spessore variabile e da una medulla interna con cellule, che possono essere variamente disposte. I peli di borra risultano essere poco utili per il riconoscimento delle diverse specie (Teerink, 1991), contrariamente ai *guard hairs* nei quali la parte distale, chiamata *shield* e usata per separare le categorie tassonomiche, è molto più pronunciata (De Marinis & Agnelli, 1993). La determinazione specifica si basa sulla disposizione delle squame della cuticola, sulle caratteristiche della medulla e, in certi casi, sulla forma della sezione trasversale.

Per lo studio della cuticola il procedimento prevederà la pulizia del pelo in acetone, in acetato di etile o in etere etilico per alcuni minuti, al fine di rimuovere gli olii, i grassi naturali e i residui di sporcizia; in seguito si stenderà il pelo su un sottile strato di smalto sintetico trasparente steso su un vetrino portaoggetti da microscopia; dopo alcuni minuti, quando lo smalto si sarà solidificato si solleverà e si staccherà delicatamente il pelo con una sottile pinzetta, osservando il calco ottenuto al microscopio ottico a 100 e 400 ingrandimenti. I disegni della cuticola si presentano spesso complessi e a volte difficilmente distinguibili gli uni dagli altri al punto che secondo alcuni autori (Teerink, 1991; De Marinis & Agnelli, 1993) questo metodo ha valore diagnostico solo a livello di genere.

Per lo studio della medulla, assai più importante per una corretta determinazione specifica, il pelo verrà pulito e montato su vetrino microscopico utilizzando come mezzo d'inclusione il liquido di Faure o Balsamo del Canada; anche in questo caso l'osservazione andrà fatta con microscopio ottico a 100-400 ingrandimenti.

Le sezioni saranno effettuate con microtomo, previa inclusione del campione tricológico in acetato e paraffina, montate su vetrino microscopico e osservate al microscopio ottico.

La metodologia adottata consentirà di monitorare moscardino e altri roditori arboricoli presenti nelle aree indagate.

### **Analisi dei dati**

Per ciascuna delle aree monitorate sarà calcolato un indice di abbondanza, che consentirà un confronto tra le diverse zone campione. Tale indice di abbondanza verrà calcolato secondo la seguente formula:

$$\text{Indice di abbondanza} = (\text{Sp} \times 100) / \text{StCt}$$

Dove:

Sp è il numero delle stazioni positive

StCt è un indice dello sforzo di campionamento

St è il numero delle stazioni totali

Ct è il numero dei controlli

**Tale indice di abbondanza è correlato alla densità dei popolamenti (Boitani e Fuller, 2000) e consente di valutare le variazioni dei popolamenti a seguito delle trasformazioni generate dall'opera.**

### **d) Chiroterteri**

Per quanto riguarda la chiroterrofauna, le prescrizioni del CIPE prevedono la predisposizione di un piano di monitoraggio con la finalità di valutare gli effetti della luminosità e del rumore sulle popolazioni presenti nell'area di cantiere e più in generale nel SIC adiacente all'Imbocco est del Tunnel di base (IT1110030 Oasi xerotermitiche della Val di Susa - Orrido di Chianocco e Foresto) nonché il SIC IT1110027 Boscaglie di Tasso di Giaglione (Val Clarea).

Un monitoraggio esaustivo dei Chiroterri prevede l'utilizzo di molteplici metodologie quali catture con mist net, ricerca rifugi e indagini bioacustiche mediante batdetector (Agnelli *et al.*, 2004). L'utilizzo di rilevatori d'ultrasuoni è una metodologia di ricerca che presenta un buon rapporto costi/benefici in termini di dati raccolti e possibilità di analisi. Il loro utilizzo consente, infatti, di realizzare inventari, definire le aree di caccia, gli ambienti frequentati e valutare nel tempo le variazioni di utilizzo degli habitat anche in funzione della presenza di pressioni antropiche quali inquinamento acustico, luminoso, sottrazione di habitat (Barataud, 2012). Il limite dell'utilizzo del batdetector risiede nella difficoltà d'identificazione acustica di alcune specie, che si limita al genere a gruppi. Tuttavia, l'utilizzo di strumentazione adeguata in modalità *time expansion*, abbinata in alcuni casi con l'eterodino, e metodiche quali-quantitative di analisi bioacustiche consente di identificare a livello di specie circa l'80% delle sequenze, ottenendo così una mole considerevole d'informazioni.

Il PMA nell'ambito di quest'opera prevede la realizzazione di punti d'ascolto della Chiroterrofauna, attivi e passivi mediante l'utilizzo di batdetector in *time expansion* ed eterodino e **strumentazione automatica** in *real time*.

La scelta di adottare due approcci di monitoraggio analoghi basati su rilevamenti bioacustici ma con strumentazione differente è generata dal fatto di ottenere precise informazioni sulla frequentazione delle differenti specie di Chiroterri presenti nell'area interessata dal progetto, sia su area più vasta, sia all'interno dei singoli ambiti operativi maggiormente sensibili per questo gruppo.

I punti d'ascolto con batdetector passivo hanno lo scopo di valutare il popolamento di Chiroterri e i loro indici di frequentazione in maniera complessiva e in entrambe le unità di paesaggio presenti, considerata l'ampia mobilità di questo gruppo di mammiferi, oltre a verificare le eventuali variazioni in termini di ricchezza specifica e indici di frequentazione a seguito delle trasformazioni generate dall'opera.

Il monitoraggio con sistemi automatici è limitato a due aree particolarmente sensibili in termini di trasformazioni ambientali, nelle quali si è riscontrata una chiroterrofauna diversificata durante le indagini di approfondimento nella fase di progettazione definitiva. In queste due aree si rende necessaria una precisa valutazione degli indici di frequentazione delle diverse specie, per verificare le possibili variazioni generate dalle trasformazioni ambientali e l'efficacia delle misure mitigative. In questo caso la scelta dei sistemi automatici si rileva la migliore metodologia in termini di qualità e quantità di dati raccolti ed economicità. In particolare l'utilizzo di punti fissi con sistemi di rilevazione bioacustica automatica consente di valutare in maniera più appropriata la fenologia notturna delle diverse specie, rilevare specie poco contattabili d'interesse conservazionistico con attività notturna prolungata (generi *Barbastella*, *Myotis*, *Rhinolophus*), valutare in modo più preciso le tendenze di popolazione, in particolare in aree di limitata superficie.

Tale metodologia, tuttavia, non può essere utilizzata in aree più estese dove appare più indicato l'utilizzo di punti d'ascolto omogeneamente distribuiti, realizzati da un operatore con sistemi passivi.

### **Punti d'ascolto con batdetector passivo**

Per ogni ambito operativo individuato soggetto a monitoraggio della chiroterrofauna saranno realizzati dei punti d'ascolto con batdetector passivo in modalità *time expansion* e eterodino (es. modelli Pettersson D1000, Pettersson D240x, Song Meter EM3) della durata di 30 minuti da realizzarsi da mezzo'ora dopo il tramonto alle ore 1:00 circa (periodo di massima attività

trofica dei Chiroterri). I punti saranno effettuati con una cadenza mensile nel periodo compreso tra aprile e ottobre, per un totale di 7 ripetizioni annue.

Durante ogni punto d'ascolto saranno annotati tutti i contatti acustici rilevati, intendendo come contatto una sequenza distinta di segnali di ecolocalizzazione della durata massima di 3 secondi. Per sequenze continue e contigue nel tempo (es. uno o più chiroterri in attività continua nel punto) sarà conteggiato un contatto ogni 5 secondi. I contatti rilevati dovranno essere raggruppati in intervalli di un minuto lungo la durata del punto d'ascolto, che sarà preventivamente suddivisa in 30 tranches.

Le stazioni di rilevamento (georeferite mediante strumentazione GPS) saranno distribuite negli ambiti individuati per il monitoraggio della chiroterrofauna in numero proporzionale alla superficie, come indicato nella tabella successiva. La localizzazione dei punti nell'area della piana di Susa-Bussoleno sarà quella dei rilievi effettuati durante i rilievi svolti in fase di progettazione definitiva, prevedendo una possibile ricollocazione in caso d'impossibilità d'accesso a seguito dell'apertura dei cantieri e della nuova viabilità.

Per i SIC Oasi xerothermiche della Val di Susa - Orrido di Chianocco e Foresto, Boscaglie di Tasso di Giaglione e per gli ambiti operativi 14 e 15 le stazioni puntiformi d'ascolto dovranno essere individuate a seguito di specifici sopralluoghi prima dello svolgimento delle attività previste, in numero pari a quanto indicato in tabella.

Siti di monitoraggio	Numero stazioni di rilevamento
Ambito operativo 1: imbocco est del tunnel di base	1
Ambito operativo 3: stazione internazionale	2
Ambito operativo 6: area tecnica di Susa	3
Ambito operativo 8: imbocco est del tunnel d'interconnessione	2
Ambito operativo 9: ponti Dora est e Dora ovest (Bussoleno)	1
Ambito operativo 10: rilevato ferroviario	2
Ambito operativo 14: imbocco di Clarea	2
Ambito operativo 15: imbocco di Maddalena	3
SIC Boscaglie di Tasso di Giaglione	2
SIC Oasi xerothermiche della Val di Susa - Orrido di Chianocco e Foresto.	5

*Tabella 85 – Localizzazione dei punti di monitoraggio delle Chiroterrofauna e numero di stazioni di rilevamento della durata di 30 minuti*

### **Punti d'ascolto con batdetector automatico**

Al fine di rispondere in maniera esaustiva sugli effetti dell'inquinamento luminoso e acustico generato dalle opere di cantiere, sono previsti i monitoraggi della chiroterrofauna mediante la predisposizione di sistemi di registrazione automatica dei segnali di ecolocalizzazione. Le aree da indagare con tali sistemi di monitoraggio, scelte sulla base della localizzazione delle opere di cantiere e della ricchezza di specie e degli indici di frequentazione rilevati durante gli approfondimenti della fase di progettazione definitiva sono:

- Ambito operativo 1: Imbocco est del Tunnel di base;
- Ambito operativo 8: Imbocco est del tunnel d'interconnessione.

In questi due punti di monitoraggio dovranno essere installate due stazioni fisse di monitoraggio posizionando due strumenti di rilevamento automatico dei segnali di ecolocalizzazione (es. modelli ELEKONBatlogger, Song Meter SM2BAT+, ECOOBS Bartcorder, Pettersson D500), uno per sito. La localizzazione del microfono dovrà avvenire su un palo dell'altezza compresa tra 2 e 5 metri localizzato in prossimità dell'area di cantiere avendo cura di evitare zone eccessivamente soggette ad interferenze acustiche generato dalle lavorazioni onde evitare il rapido riempirsi delle memorie di stoccaggio degli strumenti. I due strumenti dovranno possedere sistema di alimentazione proprio (es. pannello solare, batteria di lunga durata) e i dati (sequenze acustiche) dovranno essere recuperati a seguito di periodici controlli, da programarsi in funzione della capacità di memoria degli strumenti. Il sistema di registrazione dovrà essere attivo per tre notti consecutive ogni 15 giorni per tutta la durata del monitoraggio AO, CO e PO nel periodo compreso tra marzo e novembre.

Le sequenze acustiche registrate saranno contabilizzate considerando un contatto una sequenza distinta di segnalazioni di eco localizzazione della durata non superiore a 3 secondi. Per le sequenze più lunghe relative ad individui in attività continue sarà conteggiata una sequenza ogni 5 secondi. Le sequenze così conteggiate saranno a loro volta raggruppate in intervalli di 1 minuto.

### **Identificazione acustica**

L'identificazione acustica dei segnali di ecolocalizzazione registrati in time expansion o real time dagli strumenti utilizzati, dovrà essere realizzata secondo le indicazioni fornite da Barataud (2012), integrato con Skiba (2003), Pfalzer e Kusch (2003) e Russ (2012), per quanto riguarda le grida sociali. L'identificazione dovrà essere realizzata in base alle caratteristiche qualitative e quantitative dei segnali. I parametri quantitativi dovranno essere misurati con appositi software di analisi bioacustica, attenendosi alle indicazioni fornite dalla bibliografia utilizzata per l'identificazione, onde evitare errori derivanti da misurazioni inadeguate, tali da comportare una riduzione della probabilità d'identificazione specifica.

### **Monitoraggio delle opere di mitigazioni per Chiroterri**

La progettazione definitiva prevede l'adozione di interventi di mitigazioni per la chiroterrofauna finalizzati a creare potenziali siti di rifugio. Gli interventi previsti riguardano le spalle dei ponti sulla Dora, a Susa e Bussoleno, e il sottopasso faunistico, dove sarà prevista la realizzazione di intercapedini idonee ad ospitare Chiroterri. Il monitoraggio di tali interventi è quindi necessario allo scopo di valutare la frequentazione delle chiroterrofauna di queste strutture artificiali e verificarne così l'efficacia, come strumenti di conservazione dei Chiroterri.

Le operazioni di monitoraggio saranno effettuate in fase di PO, per tre anni consecutivi, mediante controllo diretto dei potenziali siti di rifugio predisposti all'interno del sottopasso faunistico e sulle due spalle dei ponti sulla Dora. Ogni singola intercapedine sarà ispezionata con l'ausilio di una torcia elettrica o di un apposito visore a fibre ottiche, verificando la presenza di Chiroterri in riposo diurno o di tracce (guano, resti di pasti, ecc.). I controlli dovranno essere effettuati due volte l'anno nei periodi di potenziale massima presenza dei Chiroterri, prevedendo un controllo in maggio-giugno e uno tra la fine di agosto e settembre.

### **Analisi dei dati**

Per ogni ambito indagato dovrà essere realizzata una chek-list delle specie rilevate e dovranno essere calcolati i seguenti indici di frequentazione, complessivi e per specie, allo scopo di valutare l'interesse di ogni area da parte dei Chiroterri e verificare variazioni nel tempo:

- **indice orario di frequentazione** = numero di contatti/ora (per specie o gruppo di specie e complessivo, tutte le specie assieme);
- **frequenza percentuale dell'attività oraria** = numero di minuti in cui è stata contattata la iesima specie/numero di minuti d'ascolto effettuati\*100 (per specie o gruppo di specie e complessivo, tutte le specie assieme).

Questi due indici di frequentazione possono essere correlati alla densità dei popolamenti, come tutti gli altri indici di abbondanza (Boitani e Fuller, 2000), e consentono di valutare eventuali variazioni nei popolamenti a seguito delle trasformazioni generate dall'opera.

Gli indici dovranno essere espressi in termini bruti e corretti in funzione del loro coefficiente di contattabilità (Barataud, 2012).

Per quanto riguarda il monitoraggio sull'efficacia delle opere di mitigazione, i dati saranno restituiti indicando il numero di intercapedini frequentate dai chiroteri e il loro tipo di utilizzo, specificando se sono stati osservati individui o solo tracce di presenza. Per l'identificazione delle diverse specie potrà essere utilizzato, oltre alla normale bibliografia, lo specifico documento per l'identificazione dei chiroteri in riposo edito a Natagora (Belgio) e scaricabile gratuitamente dal sito: <http://www.natagora.be/plecotus/index.php?id=712>.

#### **13.3.5.3 Restituzione dei dati raccolti**

Al termine dei rilievi di campo i dati saranno analizzati in modo critico, in relazione alle tipologie ambientali rilevate, al fine di ottenere una quantificazione e localizzazione del numero, dell'abbondanza relativa di specie di mesomammiferi e indici di frequentazione dei Chiroteri presenti nel territorio d'indagine.

I dati saranno restituiti nella forma seguente:

- carta di distribuzione delle specie nei diversi siti di monitoraggio;
- valutazione degli indici di presenza o frequentazione per ciascun sito monitorato;
- relazione di sintesi con cadenza annuale in ciascuna fase di AO, CO e PO.

#### **13.3.5.4 Periodi e cadenze di indagine**

Per il monitoraggio dei mesomammiferi si prevede l'esecuzione di 4 cicli di uscite per ciascun anno e per ciascun sito di monitoraggio, distribuite nel periodo compreso fra maggio ed ottobre.

Per i Chiroteri sono previste 6 ripetizioni all'anno per 1 anno di AO, 4 anni di CO e 2 anni di PO per ogni ambito operativo indagato, nel periodo compreso tra aprile e ottobre, per quanto riguarda le stazioni d'ascolto della durata di 30 minuti. **La cadenza delle indagini nelle fasi AO e CO sarà uniformata con l'articolazione temporale del monitoraggio delle due unità di paesaggio presenti nell'area d'interesse, come indicato nel paragrafo 13.5, allo scopo di rendere omogenei i due rilevamenti e ottenere una più precisa correlazione tra le trasformazioni ambientali e le possibili variazioni dei popolamenti di Chiroteri. In fase di CO si prevede un anno di monitoraggio in fase di pre esercizio (come per le unità di paesaggio) e un anno aggiuntivo in fase di esercizio allo scopo di valutare in maniera più appropriata l'efficacia per la chiroterofauna delle misure di mitigazione adottate.**

Le stazioni automatiche saranno attive 3 giorni consecutivi ogni 15 giorni nel periodo compreso tra marzo e ottobre.

I rilievi saranno eseguiti in fase AO, CO e di PO, **come da dettaglio indicato precedentemente.**



Per la sola fase di fototrappolaggio nel sottopasso faunistico, la durata del monitoraggio dovrà prolungarsi per 2 anni successivi al primo anno di monitoraggio PO, per un totale di 3 anni di rilevamento PO.

### ***13.3.6 Lepidotteri diurni***

Studi recenti riconoscono la presenza e la distribuzione delle farfalle come eccellenti indicatori dello stato di conservazione degli habitat, grazie alla stretta dipendenza che essi mostrano nei confronti della flora, della vegetazione e del tipo d'uso del suolo (“Halting the loss of biodiversity by 2010: proposal for a first set of indicators to monitor progress in Europe”, EEA, Copenhagen, 2007) (Progetto RI.CO.PR.I., 2012)

### ***13.3.7 Localizzazione dei siti di campionamento***

Per quanto riguarda la localizzazione dei 9 punti di monitoraggio previsti, si rimanda alla fase di progettazione esecutiva, previo sopralluogo al fine di individuare gli habitat più idonei (praterie calcaree xeriche, prati stabili da sfalcio, ambienti ecotonali, aree soggette a ripristino a verde, ecc.).

### ***13.3.8 Tecniche di monitoraggio***

Si prevede l'esecuzione a piedi di transetti lineari fissi prestabiliti della lunghezza di circa 300 m (considerata una fascia di larghezza di 3 m lungo il percorso prestabilito), da definirsi ad hoc, da percorrere a velocità costante nelle ore centrali della giornata (tra le 11 e le 15 solari), momento in cui si registra la massima attività di questo gruppo. Saranno registrate su apposite schede le condizioni meteorologiche, la percentuale delle fioriture presenti e tutti gli esemplari osservati e direttamente catturati durante l'esecuzione del transetto.

#### ***13.3.8.1 Restituzione dei dati raccolti***

Al termine dei rilievi di campo i dati verranno analizzati in modo critico in relazione alle tipologie ambientali indagate, al fine di ottenere una quantificazione e localizzazione del numero di specie di Lepidotteri presenti nel territorio d'indagine, valutare la consistenza delle popolazioni, individuare eventuali criticità, al fine di suggerire utili interventi di conservazione, valutare gli effetti delle attività di cantiere e delle opere di ripristino previste per la fase di esercizio.

I dati saranno restituiti nella seguente forma:

- carta di localizzazione dei punti di rilevamento (transetti);
- caratterizzazione delle popolazioni di Lepidotteri presenti all'interno dei siti indagati.
- relazione di sintesi con cadenza annuale in ciascuna fase di AO, CO e PO.

#### ***13.3.8.2 Periodi e cadenze di indagine***

Le indagini sui Lepidotteri saranno svolte a partire dal mese di maggio fino a settembre, con 4 ripetizioni per ogni transetto, in ogni anno di monitoraggio in fase di AO, CO e PO; le indagini saranno da svolgersi nelle ore centrali della giornata (tra le 11 e le 15 solari).

### ***13.3.9 Odonati***

Le comunità di libellule sono in genere ottimi indicatori biologici di qualità ambientale, esigendo, per la fase larvale, di buona qualità delle acque, di presenza di vegetazione e macrobenthos ben strutturato e, in fase adulta, di un corredo vegetazionale strutturato e diversificato per portare a termine le rimanenti fasi del ciclo vitale. Esistono specie molto adattabili e specie estremamente esigenti, sensibili alla qualità delle acque (Bulankova, 1997) e alla struttura della vegetazione (Buckwald, 1992). In molte aree però gli Odonati sono in

continua regressione a causa di numerose modificazioni ambientali provocate dall'uomo quali contaminazione idrica e bonifiche (Van Tol & Verdonk, 1988), alterazione degli immediati dintorni dei corpi idrici e perdita di vegetazione acquatica, emergente e riparia, costante diminuzione di fasce boscate e di zone di ecotono, utilizzate come zone di maturazione e di caccia (Corbet, 1999).

### **13.3.10 Localizzazione dei siti di campionamento**

Per quanto riguarda la localizzazione dei 6 punti di monitoraggio previsti, si rimanda alla fase di progettazione esecutiva, previo sopralluogo al fine di individuare gli habitat più idonei; ad ottenere risultati esaustivi ed utili a successive valutazioni. Per quanto riguarda gli Odonati, al fine anche di valutare l'efficacia delle misure di mitigazione proposte dal progetto definitivo, sarà opportuno individuare punti di monitoraggio in prossimità delle aree umide previste presso il sottopasso faunistico e presso l'area umida, in collegamento con la Dora Riparia, prevista immediatamente a valle del ponte sulla Dora a Susa. Sarà altresì utile monitorare l'area umida rinaturalizzata presso il sito di deposito di Torrazza Piemonte. Il gruppo degli Odonati si presta infatti come indicatore per la valutazione della qualità ambientale dei corpi idrici naturali e seminaturali, appartenenti a diverse tipologie (stagni, acquitrini, greti, lanche, reticolo minore, ecc.).

### **13.3.11 Tecniche di monitoraggio**

Si prevede il censimento esaustivo delle specie presenti presso le zone umide individuate come stazione di campionamento, mediante riconoscimento (tramite eventuale cattura e rilascio) degli stadi adulti e ricerca e cattura mediante retino delle larve. Sarà prevista la standardizzazione del campionamento larvale per la raccolta di dati semiquantitativi, oltre all'esecuzione di transetti perimetrali intorno alle aree umide di adeguata lunghezza, lungo il quale raccogliere dati quantitativi per quanto riguarda gli adulti.

#### **13.3.11.1 Restituzione dei dati raccolti**

Al termine dei rilievi di campo i dati verranno analizzati in modo critico in relazione alle tipologie ambientali indagate, al fine di ottenere una quantificazione e localizzazione del numero di specie di Odonati presenti nel territorio d'indagine, valutare la consistenza delle popolazioni, individuare eventuali criticità, al fine di suggerire utili interventi di conservazione, valutare gli effetti delle attività di cantiere e delle opere di ripristino previste per la fase di esercizio.

I dati saranno restituiti nella seguente forma:

- carta di localizzazione dei punti di rilevamento;
- caratterizzazione delle popolazioni di Odonati presenti all'interno dei siti indagati.
- relazione di sintesi con cadenza annuale in ciascuna fase di AO, CO e PO.

#### **13.3.11.2 Periodi e cadenze di indagine**

Le indagini sugli Odonati saranno svolte a partire dal mese di maggio fino a settembre, con 4 ripetizioni per ogni transetto, in ogni anno di monitoraggio in fase di AO, CO e PO.

### **13.3.12 Monitoraggio collisioni e attraversamenti**

Le prescrizioni del CIPE prevedono il monitoraggio dei punti critici sulla rete stradale e ferrovia in cui si suppone vi siano attraversamenti da parte di animali selvatici e un censimento delle collisioni, in particolare nei mesi primaverili ed autunnali.

A tale scopo viene previsto un piano di monitoraggio in fase di CO (in risposta alla Richiesta di Approfondimento n. 97 della Regione Piemonte) e PO finalizzato a rispondere alle due richieste e riassumibile nelle seguenti due attività:

- fototrappolaggio nei punti di passaggio;
- monitoraggio della mortalità.

#### **13.3.12.1 Localizzazione dei siti di campionamento**

Considerato che le richieste del CIPE sono relative alla fase di PO e che la realizzazione dell'opera potrà in qualche modo modificare il comportamento di attraversamento delle reti viarie da parte della fauna attualmente presente, la localizzazione dei siti di campionamento sarà individuata a seguito di apposite uscite prima dell'inizio del monitoraggio, propedeutiche ad individuare potenziali luoghi di attraversamento o tratti soggetti a mortalità.

Analogamente, per quanto riguarda il monitoraggio nella fase di CO, la localizzazione dei siti di campionamento sarà individuata a seguito di apposite uscite prima dell'inizio del monitoraggio specifico.

#### **13.3.12.2 Tecniche di monitoraggio**

Le tecniche di monitoraggio previste sono il fototrappolaggio e i transetti stradali a piedi per la ricerca di individui morti.

Il fototrappolaggio è previsto per i potenziali attraversamenti della fauna che saranno individuati a seguito di apposite ispezioni in prossimità dell'asse stradale della SS24 del Monginevro e in prossimità della linea ferroviaria in progetto. Nei punti individuati (non meno di tre, il cui numero e localizzazione andranno definiti nel dettaglio prima dell'inizio del monitoraggio) dovranno essere posizionate due fototrappole ad infrarosso presso l'infrastruttura (una per lato) e attivate per sessioni di 10 giorni consecutivi in quattro periodi nel corso dell'anno, suddivisi in primavera, estate, autunno e inverno.

I transetti stradali per la ricerca delle eventuali carcasse di animali morti, appositamente individuati prima dell'avvio dei lavori, avranno lunghezza di 1 km lungo la SS24 del Monginevro. Dovranno essere individuati almeno 4 transetti lungo il tratto stradale tra Susa e il bivio per Bussoleno.

La localizzazione dei punti sopra riportati (doc. PD2\_C3C\_TS3\_2063: Album - ubicazione dei punti di monitoraggio Post operam) è puramente indicativa e necessita, come già anticipato, di opportuni sopralluoghi propedeutici finalizzati alla loro corretta individuazione.

I transetti saranno percorsi da un operatore su entrambi i lati, possibilmente entro le due ore successive all'alba. Ogni individuo rinvenuto morto (anfibia, rettile, uccello e mammifero) sarà fotografato, georeferito e identificato in situ. I transetti saranno percorsi giornalmente durante due sessioni di 10 giorni consecutivi, di cui una primaverile tra marzo e maggio e una autunnale, tra settembre e novembre.

Per quanto riguarda la tratta ferroviaria, a causa dell'inaccessibilità e per motivi di sicurezza, questa non sarà monitorata, ma dovrà essere previsto il recupero di tutte le carcasse di animali morti ritrovati durante le periodiche ispezioni da parte del personale addetto alla manutenzione.

#### **13.3.12.3 Restituzione dei dati raccolti**

I dati raccolti saranno restituiti nella forma seguente:

- carta di distribuzione degli attraversamenti individuati e della distribuzione delle collisioni nei diversi siti di monitoraggio;
- valutazione degli indici di presenza o frequentazione per ciascun sito monitorato;
- relazione di sintesi con cadenza annuale **per le fasi di CO e di PO.**

#### **13.3.12.4 Periodi e cadenze di indagine**

In base alle prescrizioni del CIPE questo monitoraggio dovrà avere cadenza annuale nella fase di PO, per la durata di 3 anni consecutivi; **per la fase di CO si prevede una cadenza biennale.**

#### **13.3.13 Biomonitoraggio con il *Taraxacum officinale***

L'analisi del contenuto di metalli accumulati all'interno dei tessuti vegetali rappresenta un buon indicatore del quantitativo di metalli pesanti presenti nel suolo e la sua differenza nel tempo, rispetto alle condizioni AO, possono rappresentare l'evolversi dei fenomeni di ricaduta al suolo di elementi di origine antropica, oltre che di assorbimento a livello fogliare di sostanze presenti in atmosfera.

La finalità del metodo descritto qui di seguito prevede la determinazione delle sostanze inquinanti accumulate nei tessuti di individui di *Taraxacum officinale* (tarassaco), esposti in ambienti antropizzati. Grazie alle sue capacità di bioaccumulo, dovute alle caratteristiche fisiologiche, il tarassaco è tra le piante erbacee che più sono in grado di accumulare rapidamente, all'interno dei propri tessuti, metalli presenti nel suolo (in particolare nello strato superficiale di quest'ultimo) e (in minor misura) nell'atmosfera. L'analisi dell'apparato fogliare permette quindi la valutazione dei metalli pesanti, che vengono resi disponibili per l'alimentazione umana ed animale.

##### **13.3.13.1 Localizzazione dei siti di campionamento**

Le centraline di biomonitoraggio saranno posizionate nei pressi di alcune aree scelte per il monitoraggio della qualità dell'aria in AO, in CO ed in PO, in aree idonee ad accogliere la struttura.

Viene riportato qui di seguito l'elenco dei punti di biomonitoraggio con *Taraxacum officinale*, la cui posizione indicativa è consultabile nell'allegata cartografia di progetto (PD2\_C3C\_TS3\_2061: Album - ubicazione dei punti di monitoraggio Ante operam; PD2\_C3C\_TS3\_2062: Album - ubicazione dei punti di monitoraggio Corso d'opera; PD2\_C3C\_TS3\_2063: Album - ubicazione dei punti di monitoraggio Post operam), in ottemperanza alla prescrizione n.23 del Ministero dell'Ambiente, Commissione VIA.

Per il posizionamento di dettaglio dei punti si rimanda alla fase di progettazione esecutiva.

- Susa – Borgata Braide – codifica punto BAT-SUS-01 (sito nei pressi del punto **ATR-PO-SUS-01**);
- Chiomonte – regione Seigneur – codifica punto BAT-CHM-01 (sito nei pressi del punto **ATR-PO-CHM-01**);
- Susa – Coldimosso - codifica punto BAT-SUS-02 (sito nei pressi del punto **ATR-PO-SUS-04**);
- Bussoleno – Santa Petronilla - codifica punto BAT-BUS-01 (sito nei pressi del punto **ATR-PO-BUS-01**);
- Caprie - codifica punto BAT-CAP-01 (sito nei pressi del punto **ATR-PO-CAP-01**);
- Torrazza - codifica punto BAT-TOR-01 (sito nei pressi del punto **ATR-ATM-TOR-01**).

### 13.3.13.2 *Tecniche di monitoraggio*

L'attività di monitoraggio viene eseguita tramite la realizzazione di centraline di biomonitoraggio, che riproducono e mantengono le caratteristiche idonee per un corretto sviluppo della specie vegetale impiegata. Nel dettaglio, l'esposizione del tarassaco avviene in vasche di polietilene su un substrato costituito da terriccio disponibile commercialmente a pH neutro, posto su un fondo di sabbia silicea; le vasche sono posizionate a circa 100 cm dal suolo nella centralina espositiva. La semina del tarassaco avviene direttamente in sito. Le vasche di semina sono periodicamente annaffiate con acqua minerale naturale a composizione nota. Non sono previsti trattamenti di concimazione e trattamenti con sostanze atte all'allontanamento dei parassiti. Il periodo di esposizione è di 60 giorni ( $\pm 2$  giorni) ogni semestre, seguendo il programma di esposizione annuale (periodo primaverile-autunnale). Al termine del periodo di esposizione si procede al prelievo del solo apparato fogliare, provvedendo in un secondo tempo all'eliminazione dal substrato di coltura degli apparati radicali, al fine di evitare contaminazione terrigena del campione. Il materiale viene trasportato dal sito di esposizione al direttamente al laboratorio in contenitori di plastica; l'avvio della preparazione del campione avviene entro 48 ore dal campionamento, nel mentre i campioni sono conservati in frigorifero. In laboratorio, il campione, costituito dalle sole foglie, è lavato con acqua distillata al fine di non avviare all'analisi cationi provenienti dal terreno di coltivazione, in quanto è finalità dell'indagine verificare il quantitativo di materiale effettivamente bioaccumulato e non quello depositato sulle foglie. Dopo aver proceduto all'essiccazione del materiale in stufa ventilata a 40°C fino a peso costante, si procede all'analisi del campione in laboratorio. Il campione viene sottoposto ad un attacco a caldo con HNO<sub>3</sub> concentrato sottoponendolo ad un ciclo termico in forno a microonde. Al termine delle mineralizzazioni, le soluzioni limpide sono analizzate attraverso ICP-AES, per contenuto di alluminio, e mediante ICP-MS, per la concentrazioni di arsenico, cadmio, cromo, manganese, nichel, piombo, rame e zinco. I dati provenienti dall'analisi sono ricevuti su referto analitico, a firma del responsabile del laboratorio chimico accreditato dal SINAL, riportante per ciascun metallo indagato il valore di concentrazione espresso in mg/Kg. I limiti di rilevabilità analitica strumentale, espressi in mg/Kg, per i metalli indagati su matrice vegetale sono riportati nella seguente tabella:

Al	As	Cd	Cr	Mn	Ni	Pb	Cu	Zn
< 5	< 0,1	< 0,3	< 1	< 5	< 1	< 5	< 1	< 1

*Tabella 86 – Limiti di rilevabilità strumentale*

Il dato di bioaccumulo viene opportunamente trattato facendo ricorso al concetto di “valore di fondo o background” che consente, attraverso la comparazione dei dati di bioaccumulo, di stabilire una scala del grado di inquinamento relativo utilizzando come dato di riferimento il valore di fondo.

La determinazione del valore di fondo o background per ciascun analita avviene mediante una procedura, atta a filtrare i valori più elevati assumendo che la distribuzione dei dati esaminati sia normale.

Il calcolo del valore medio di background viene ridefinito al termine di ciascuna campagna di esposizione e calcolato sull'intero set di dati raccolto dall'inizio dell'attività di

biomonitoraggio, inclusi i dati derivanti dall'ultima campagna di esposizione oggetto della valutazione. Sono esclusi dall'elaborazione i dati relativi al “bianco di esposizione”.

Sono calcolati i parametri descrittivi quali numero di osservazioni ( $n$ ), media ( $\bar{x}$ ) e deviazione standard ( $s$ ); i valori misurati superiori alla media più 1,96 volte la deviazione standard ( $\bar{x}+1,96s$ ) sono esclusi, in quanto si discostano troppo dalla media (osservazioni anomale). Saranno calcolati i nuovi valori di media e deviazione standard utilizzando solo i dati compresi nell'intervallo considerato, impiegando quindi un numero di osservazioni più ristretto. Tale procedura sarà ripetuta fin quando non vi saranno più valori superiori al limite dell'intervallo considerato ( $\bar{x}+1,96s$ ). La media del set di dati ridotto rappresenterà il valore medio di background ( $bv$ ) rappresentante il valore di fondo di inquinamento dell'area di studio considerata, relativo alla serie espositiva utilizzata.

Il contenuto bioaccumulato di metalli e di IPA in ciascun sito di esposizione viene quindi valutato in base al valore medio di background ( $bv$ ) e classificato come segue:

- se il contenuto di analita risulta essere inferiore al valore medio di background ( $bv$ ) sarà considerato “molto basso” e attribuito alla classe 1;
- se il contenuto di analita risulta essere compreso tra il valore medio di background ( $bv$ ) e il valore medio di background più tre volte la deviazione standard ( $bv+3s$ ) sarà considerato “basso” e attribuito alla classe 2;
- se il contenuto di analita risulta essere compreso tra il valore medio di background più tre volte la deviazione standard ( $bv+3s$ ) e il valore medio di background più sei volte la deviazione standard ( $bv+6s$ ) sarà considerato “elevato” e attribuito alla classe 3;
- se il contenuto di analita risulta essere superiore al valore medio di background più sei volte la deviazione standard ( $bv+6s$ ) sarà considerato “molto elevato” e attribuito alla classe 4.

Le concentrazioni di metalli ricadenti nella terza e quarta classe vengono interpretati sulla base dei seguenti parametri:

- attività di cantiere in corso durante l'esposizione;
- concentrazioni misurate negli organismi esposti;
- concentrazione nel bianco di esposizione;
- stagione di esposizione;
- dati meteorologici.

#### **13.3.13.3 Restituzione dei dati raccolti**

Per quanto concerne la reportistica prodotta, si prevede di produrre:

- un report a seguito di ogni campagna d'indagine realizzata, nel quale siano elencate sinteticamente i risultati dell'attività svolta e le eventuali azioni da intraprendere;
- una relazione complessiva, al termine di ogni anno d'indagine, che riporti il commento approfondito e contestualizzato dei dati raccolti e dei risultati ottenuti tramite lo svolgimento dell'attività.

#### **13.3.13.4 Periodi e cadenze di indagine**

Il periodo di esposizione è di 60 giorni ( $\pm 2$  giorni) ogni semestre. Il primo periodo corrisponde indicativamente ai mesi di maggio e giugno, mentre il secondo corrisponde indicativamente ai mesi di settembre ed ottobre.

L'attività viene eseguita in fase AO (1 anno), di CO (6 anni) e di PO (1 anno).

### **13.3.14 Biomonitoraggio mediante l'utilizzo di briofite acquatiche**

Il monitoraggio degli elementi in traccia nelle acque è stato sino ad oggi effettuato innanzitutto con metodi non biologici, che possiedono un'efficacia limitata. La concentrazione totale di un elemento nella matrice non è difatti molto predittiva dell'effetto su un organismo, in quanto è solo la frazione assimilabile quella coinvolta nei processi biologici. Per tale motivo si rende necessario utilizzare, nel monitoraggio, organismi indicatori o più frequentemente accumulatori. Questi, a differenza della matrice (acqua, sedimento o altro), forniscono un'informazione integrata nel tempo della quantità inquinanti in traccia scambiati con i sistemi biologici. Tra tutti gli organismi fino ad oggi testati per il monitoraggio del bioaccumulo di inquinanti a livello biotico, le briofite rappresentano gli organismi migliori, in quanto mostrano molti vantaggi in termini di semplicità di identificazione, abbondanza ed ubiquarietà anche in ambienti degradati, resistenza agli agenti tossici, stanzialità, risposta d'accumulo e correlazione con le concentrazioni in acqua (*progetti Vicenza Moss Bags 2005-2007 e 2009-2011*). Inoltre, le metodologie analitiche convenzionali presentano notevoli limiti quando le concentrazioni degli inquinanti sono prossime alle soglie di rilevabilità delle tecniche correnti; l'utilizzo di bioaccumulatori offre il vantaggio di lavorare su concentrazioni molto maggiori e permette quindi di meglio evidenziare le micro contaminazioni.

Si precisa tuttavia che il monitoraggio biologico mirato alla verifica e quantificazione di fenomeni di bioaccumulo di inquinanti in individui acquatici rappresenta una disciplina di studio/ricerca relativamente recente in Italia e, pertanto, i metodi ad oggi sperimentati risultano ancora in fase di affinamento e validazione. La metodica di monitoraggio, che in questa sede viene proposta (sviluppata, utilizzata e testata, in anni recenti, dal dipartimento di Biologia dell'Università degli Studi di Trieste) risulta essere una delle più adottate a livello europeo.

Il monitoraggio, la cui metodica di svolgimento viene dettagliata nel seguito, si prefigge di quantificare e valutare il grado di alterazione ambientale dei corpi idrici potenzialmente interferiti dalle attività di cantiere connessi alla NLTL, tramite la determinazione delle sostanze inquinanti accumulate nei tessuti di individui di briofite acquatiche esposte in situ mediante *moss-bags*.

### **13.3.15 Localizzazione dei siti di campionamento**

I punti di biomonitoraggio vengono collocati sui corpi idrici posti nelle vicinanze delle aree di cantiere, che:

- sono destinati ad accogliere gli scarichi delle acque reflue di lavorazione, delle acque meteoriche, delle acque di drenaggio e deflusso delle acque piovane provenienti dai piazzali di lavoro;
- possono essere interessati da sversamenti accidentali di sostanze inquinanti, causa di alterazioni di tipo chimico-fisico e batteriologico.

I corpi idrici monitorati risultano essere i seguenti:

- Torrente Clarea;
- Fiume Dora Riparia.

Si prevede il posizionamento di più punti di monitoraggio, a monte ed a valle delle aree di cantiere, al fine di valutare l'eventuale presenza di criticità in seguito alle attività di lavoro connesse alla realizzazione della NLTL. In linea di massima i punti biomonitoraggio sono staticollocati in corrispondenza dei punti di monitoraggio (analisi ecotossicologiche) scelti per la componente Ambiente Idrico Superficiale.

La tabella che segue riporta l'elenco dei punti di biomonitoraggio previsti; essa contiene inoltre l'indicazione dell'eventuale coincidenza con i punti di monitoraggio della componente Ambiente Idrico Superficiale.

Si specifica che la localizzazione esatta dei punti di biomonitoraggio (doc. PD2\_C3C\_TS3\_2061: Album - ubicazione dei punti di monitoraggio Ante operam; PD2\_C3C\_TS3\_2062: Album - ubicazione dei punti di monitoraggio Corso d'opera; PD2\_C3C\_TS3\_2063: Album - ubicazione dei punti di monitoraggio Post operam) dovrà avvenire a seguito di sopralluoghi di dettaglio, volti a confermare l'idoneità tecnico-logistica delle sezioni dei corpi idrici.

Per quanto riguarda le aree di cantiere, a seguito della definizione della precisa posizione dello scarico delle acque civili e/o industriali nei rispettivi corpi idrici ricettori, le stazioni indicate in cartografia andranno necessariamente verificate non appena saranno definiti i punti precisi di scarico.

Codice punto	Nome	Interferenza	Eventuale corrispondenza con punti di monitoraggio dell'Ambiente Idrico Superficiale
BAQ-CL-01	Torrente Clarea – stazione di monte	Imbocco di Clarea	FIM-CL-01
BAQ-CL-02	Torrente Clarea – stazione di valle		FIC-CL-01
BAQ-CL-03	Torrente Clarea – stazione di monte	Imbocco della Maddalena	-
BAQ-CL-04	Torrente Clarea – stazione di valle		FIV-CL-01
BAQ-DR-01	Dora Riparia – stazione di monte	Imbocco Est Tunnel di base	FIM-DR-02
BAQ-DR-02	Dora Riparia – stazione di valle	Area di lavoro di Susa Area industriale di Susa Autoporto Imbocco ovest Tunnel d'Interconnessione Attraversamento della Dora	FIV-DR-02
BAQ-DR-03	Dora Riparia – stazione di monte	Ponti Dora est e Dora ovest	FIM-DR-03
BAQ-DR-04	Dora Riparia – stazione di valle		FIV-DR-03
BAQ-DR-05	Dora Riparia – stazione di monte	Deposito di Caprie	FIM-DR-04
BAQ-DR-06	Dora Riparia – stazione di valle		FIV-DR-04

Tabella 87 – Punti di monitoraggio

### 13.3.16 Tecniche di monitoraggio

La tecnica dei *moss bags* consiste nel posizionare muschi trapiantati da un corso d'acqua non contaminato all'area d'indagine oggetto dell'attività di monitoraggio tramite appositi sacchetti (*moss bags* appunto).



Primo step dell'attività di monitoraggio è legata alla scelta della specie di muschio da utilizzare: i muschi acquatici maggiormente studiati ed impiegati come bioaccumulatori di elementi in traccia sono *Rhynchostegium riparioides* e *Fontinalis antipyretica*. Nel presente lavoro, la scelta di una o dell'altra specie sarà dettata dalla disponibilità in natura; prima dell'inizio dell'attività è difatti necessario effettuare una ricerca di un sito di approvvigionamento del materiale vegetale. Tale sito (detto "sorgente"), ubicato a distanza da fonti di inquinamento antropico, dovrà essere caratterizzato da cospicui popolamenti di muschio e non dovrà essere soggetto a siccità o stagnazione delle acque. Da questo sito verranno prelevati i talli interi, che saranno utilizzati per il monitoraggio tramite *moss-bags* nei punti di monitoraggio sopraccitati. Dopo aver lavato il materiale vegetale prelevato dal sito "sorgente", esso viene trasportato presso i punti di monitoraggio, dove viene inserito all'interno del *moss bag*. Una volta pronto, il *moss-bag* viene immerso in acqua per l'intera durata del periodo di esposizione previsto (6 settimane). Al termine dell'esposizione, il muschio viene estratto dal *moss bag*, strizzato e risciacquato nell'acqua per una preliminare rimozione del particolato e della fauna, quindi messo in un sacchetto di nylon pulito e trasportato in giornata alla sede di preparazione. In laboratorio il muschio viene lavato accuratamente con acqua bidistillata e vengono prelevati gli apici vegetativi più ricchi di foglioline, che costituiscono per convenzione il materiale utile all'analisi: si tratta della parte più giovane della pianta, le cui concentrazioni sono maggiormente riferibili al periodo d'esposizione. Gli apici così selezionati vengono asciugati e, successivamente, mineralizzati mediante digestione acida o basica. La soluzione ottenuta tramite mineralizzazione viene analizzata mediante ICP-MS (inductively coupled plasma mass spectrometry) o ICP-OES (inductively coupled plasma optical emission spectrometry), per determinarne il contenuto in metalli. I metalli determinati sono Cd, Cr, Cu, Hg, Ni, Zn, Co e Pb.

I dati provenienti dall'analisi sono ricevuti su referto analitico, a firma del responsabile del laboratorio chimico accreditato dal SINAL.

#### **13.3.16.1 Restituzione dei dati raccolti**

Per quanto concerne la reportistica prodotta, si prevede di produrre:

- un report a seguito di ogni campagna d'indagine realizzata, nel quale siano elencate sinteticamente i risultati dell'attività svolta e le eventuali azioni da intraprendere;
- una relazione complessiva, al termine di ogni anno d'indagine, che riporti il commento approfondito e contestualizzato dei dati raccolti e dei risultati ottenuti tramite lo svolgimento dell'attività.

#### **13.3.16.2 Periodi e cadenze di indagine**

Il periodo di esposizione dei *moss bags* è di 6 settimane, ogni semestre. La distribuzione temporale dei rilievi dovrà essere oggetto di una pianificazione annuale delle attività e di una successiva programmazione periodica di dettaglio in stretta correlazione con i cronogrammi delle lavorazioni.

L'attività viene eseguita in fase AO (1 anno), di CO (6 anni) e di PO (1 anno).

#### **13.3.16.3 Fonti bibliografiche**

- Baudo R., Beltrami M., 2004. Utilizzo di bioindicatori per la valutazione del rischio potenziale dei tributari del Lago Maggiore. In: C.N.R. - I.S.E. Sezione di Idrobiologia ed Ecologia delle Acque Interne - 2004. Ricerche sull'evoluzione del Lago Maggiore. Aspetti limnologici. Programma quinquennale 1998-2002. Campagna 2002. Commissione Internazionale per la protezione delle acque italo-svizzere: 37-68.

- Cenci R.M., 1992. Muschi acquatici quali bioindicatori della contaminazione da elementi in traccia. Tesi di Laurea, Università di Milano.
- Cenci R.M., 1993. Muschi acquatici quali bioindicatori della contaminazione da elementi in tracce. *Cultura e Scuola* 126: 234-266.
- Cenci R.M., Muntau H., 1993. L'utilizzo dei muschi acquatici quali bioindicatori di inquinamento nelle acque da parte di metalli pesanti. *Inquinamento* 1: 42-48.
- Cenci R.M., 2001. The use of aquatic moss (*Fontinalis antipyretica*) as monitor of contamination in standing and running waters: limits and advantages. In: Ravera O. (ed.). *Scientific and legal aspects of biological monitoring in freshwater*. *Journal of Limnology*. 60 (Suppl. 1): 53-61.
- Cenci R.M., 2001. I muschi acquatici utilizzati come indicatori e accumulatori di metalli: limiti e vantaggi. *Bollettino della Società Italiana della Scienza del Suolo* 50 (3): 633-639.
- Cesa M., Bizzotto A., Ferraro C., Fumagalli F., Nimis P.L., 2006. Assessment of intermittent trace element pollution by moss bags. *Environmental Pollution* 144 (3): 886-892.
- Cesa M., 2008. Biomonitoraggio di elementi in traccia nei corsi d'acqua della Provincia di Vicenza tramite "moss bags": aspetti metodologici e applicativi. Tesi di Dottorato in Metodologie di biomonitoraggio dell'alterazione ambientale, Università di Trieste: 198 pp.
- Cesa M., Azzalini G., De Toffol V., Fontanive M., Fumagalli F., Nimis P.L., Riva G., 2009. Moss bags as indicators of trace metal contamination in pre-alpine streams. *Plant Biosystems* 143 (1): 173-180.
- Cesa M., Bizzotto A., Ferraro C., Fumagalli F., Nimis P.L., 2010. PALLADIO, an index of trace element alteration for the River Bacchiglione based on *Rhynchostegium riparioides* moss bags. *Water, Air and Soil Pollution* 208: 59-77.

#### 13.4 Sintesi dei punti e delle tempistiche di monitoraggio

Il monitoraggio della Fauna verrà realizzato in fase di AO, CO e PO. L'esecuzione del monitoraggio in AO risulta indispensabile al fine di caratterizzare lo stato attuale delle componenti, per poter valutare, nelle successive fasi (CO e PO), eventuali modificazioni. È previsto un monitoraggio annuale per l'AO, uno per il PO (ad eccezione del monitoraggio mortalità stradale e attraversamenti faunistici e fototrappolaggio sottopasso faunistico, per i quali è prevista una replica aggiuntiva di due anni successivi al termine del monitoraggio PO) ed uno per ciascun anno di CO. Il numero e la distribuzione delle campagne varia a seconda della componente faunistica considerata.

Sono previste:

- Per la componente Ittiofauna, quattro campagne di monitoraggio annuali, da effettuarsi preferenzialmente in periodi di magra idrologica;
- Per la componente Erpetofauna (Anfibi), quattro campagne di monitoraggio annuali, da effettuarsi in relazione al ciclo climatico stagionale ed ai cicli biologici propri delle diverse specie;
- Per la componente Erpetofauna (Rettili), quattro campagne di monitoraggio annuali, da effettuarsi in relazione al ciclo climatico stagionale ed ai cicli biologici propri delle diverse specie;

- Per la componente Avifauna nidificante, 2 campagne di monitoraggio annuali, concentrate nei mesi primaverili e di inizio estate, nel periodo di tempo indicativamente compreso tra la seconda metà di aprile e la prima metà di luglio;
- Per la componente Avifauna svernante, una campagna di monitoraggio annuale, concentrate nei mesi invernali, nel periodo di tempo indicativamente compreso tra il 15 di dicembre ed il 15 di febbraio;
- Per la componente Mammalofauna, quattro campagne di monitoraggio annuali relativamente ai transetti per la ricerca di indici di presenza, 4 sessioni di fototrappolaggio e un controllo mensile degli hair-tubes, nel periodo compreso tra maggio ed ottobre. Per i Chirotteri è prevista una sessione di monitoraggio mensile per i punti d'ascolto di 30 minuti nel periodo aprile-ottobre e una sessione di 3 notti consecutive di registrazione ogni 15 giorni da marzo a novembre nei due siti di monitoraggio continuo.
- Per la componente attraversamenti faunistici e collisioni sono previste due sessioni di 10 giorni consecutivi per 4 ripetizioni annuali (gennaio-dicembre) per il fototrappolaggio lungo attraversamenti faunistici individuati, e 2 sessioni di 10 giorni consecutivi, delle quali una nel periodo marzo-maggio e l'altra settembre-novembre.
- Per il gruppo dei Lepidotteri diurni e degli Odonati sono previste quattro campagne di monitoraggio annuali;
- Per quanto riguarda la verifica dell'efficacia delle misure di mitigazione (sottopasso faunistico e installazione rifugi per Chirotteri presso ponti), sono previste rispettivamente 4 e 2 sessioni annuali, solo nella fase di PO, ripetute per tre anni.
- Per la componente Ecosistemi – Biomonitoraggio mediante *Taraxacum officinale*, due campagne di monitoraggio annuali corrispondenti indicativamente ai mesi di maggio e giugno e di settembre ed ottobre.
- Per la componente Ecosistemi – Biomonitoraggio mediante briofite acquatiche, due campagne di monitoraggio annuali corrispondenti indicativamente ai mesi di maggio/giugno e di settembre/ottobre.

Per quanto concerne la reportistica prodotta, si prevede di produrre:

- un report sintetico a valle dell'esecuzione, per ogni componente, di almeno due campagne di monitoraggio annuali;
- una relazione complessiva, al termine di ogni anno d'indagine, per il monitoraggio della Fauna.

Piano di monitoraggio ambientale

Ambito operativo	Codice punto di Monitoraggio	Monitoraggio Anfibi, Rettili, Mesoteriofauna (transetti + 2 stazioni di fototrappolaggio)	Monitoraggi o Uccelli (punti di ascolto)	Monitoraggio mammiferi arboricoli tramite tecnica hair tubes (transetti)	Monitoraggio Chiroteri (stazione di rilevamento) Monitoraggio efficacia installazione rifugi artificiali per Chiroteri (ponti)	Monitoraggio sottopasso faunistico mediante fototrappolaggio	Monitoraggio collisioni e attraversamenti tramite transetti e fototrappolaggio
1 - Imbocco est Tunnel di base	FAU-SUS-01 FAA-SUS-01 FAR-SUS-01 FAC-SUS-01	X (Vedere nota 1 e nota 2 paragrafo Anfibi)	x	x	x	-	-
2 -Rilevato ferroviario 3 – Stazione Internazionale 4 – Rilevato ferroviario 5 – Ponte Dora (Susa)	FAU-SUS-02 FAA-SUS-02 FAC-SUS-02	X (Vedere nota 1 e nota 2 paragrafo Anfibi)	x	-	x	-	-
6 – Area Tecnica di Susa	FAU-SUS-03 FAA-SUS-03 FAC-SUS-03 FAS-SUS-01	X (Vedere nota 1 e nota 2 e nota 3 paragrafo Anfibi)	x	-	x	x	-
7 – Tunnel di Interconnessione 8 – Imbocco est Tunnel di Interconnessione	FAU-SUS-04 FAA-BUS-02 FAR-BUS-01 FAC-BUS-02	X (Vedere nota 1 e nota 2 paragrafo Anfibi)	x	x	x	-	-
9 – Ponti Dora est e Dora ovest (Bussoleno) 10 – Rilevato ferroviario 11 – Parco ferroviario	FAU-BUS-01 FAA-BUS-01 FAC-BUS-01	X (Vedere nota 1 e nota 2 paragrafo Anfibi)	x	-	x	-	-
12 - Caprie	FAU-CAP-01 FAA-CON-01	X (Vedere nota 1 e nota 2 paragrafo Anfibi)	x	-	-	-	-
13 - Torrazza	FAU-TOR-01 FAA-TOR-01	Un paio di stazioni di cui una corrispondente all'area destinata al deposito dello smarino (tipologia come in nota 2) e l'altra nel settore nord della cava dove sono presenti estesi acquitrini in via di spontanea naturalizzazione (tipologia come in nota 1).	x	-	-	-	-
14 - Imbocco di Clarea	FAU-GIA-01 FAA-GIA -01 FAR-GIA -01	X (Vedere nota 1 e nota 2 paragrafo Anfibi)	x	x	x	-	-

Piano di monitoraggio ambientale

Ambito operativo	Codice punto di Monitoraggio	Monitoraggio Anfibi, Rettili, Mesoteriofauna (transetti + 2 stazioni di fototrappolaggio)	Monitoraggi o Uccelli (punti di ascolto)	Monitoraggio mammiferi arboricoli tramite tecnica hair tubes (transetti)	Monitoraggio Chiroteri (stazione di rilevamento) Monitoraggio efficacia installazione rifugi artificiali per Chiroteri (ponti)	Monitoraggio sottopasso faunistico mediante fototrappolaggio	Monitoraggio collisioni e attraversamenti tramite transetti e fototrappolaggio
	FAC-GIA -01						
15 - Imbocco di Maddalena	FAU-CHM-01 FAA-CHM -01 FAR-CHM -01 FAC-CHM -01	X (Vedere nota 1 e nota 2 paragrafo Anfibi)	x	x	x	-	-
SIC IT1110027 Boscaglie di Tasso di Giaglione (Val Clarea)	FAU-GIA-02 FAA-GIA-02 FAR-GIA-02 FAC-GIA-02	X	x	x	x	-	-
SIC IT1110030 Oasi xerothermiche della Val di Susa	FAU-MOM-01 FAA-MOM-01 FAC-MOM-01	Vedere nota 1 e nota 2	x	-	x	-	-
Posizionamento indicativo sulla carta	FAT-SUS-01	-	-	-	-	-	x
Posizionamento indicativo sulla carta	FAT-SUS-02	-	-	-	-	-	x
Posizionamento indicativo sulla carta	FAT-SUS-03	-	-	-	-	-	x
Posizionamento indicativo sulla carta	FAT-SUS-04	-	-	-	-	-	x

**Tabella 88** – Codifica dei punti di monitoraggio per la fauna

Piano di monitoraggio ambientale

COMPONENTE	AO			CO (per ciascun anno)			PO		
	campagne di monitoraggio	report sintetici	relazione annuale	campagne di monitoraggio	report sintetici	relazione annuale	campagne di monitoraggio	report sintetici	relazione annuale
Ittiofauna	4	2	1	4	2	1	4	2	1
Erpetofauna (Anfibi)	4	2	1	4	2	1	4	2	1
Erpetofauna (Rettili)	4	2	1	4	2	1	4	2	1
Avifauna (nidificante)	2	2	1	2	2	1	2	2	1
Avifauna (svernante)	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Mammalofauna (teriofauna)	4	2	1	4	2	1	4	2	1
Mammalofauna (chiroterri)	7	3	1	7	3	1	7	3	1
Sottopasso faunistico	0	0	0	0	0	0	4	2	1
Rifugi Chiroterri presso ponti	0	0	0	0	0	0	2	2	1
Fauna (attraversamenti)	0	0	0	0	0	0	4	2	1
Fauna (collisioni)	0	0	0	0	0	0	2	1	1

Piano di monitoraggio ambientale

Ecosistemi (Taraxacum officinale)	2	2	1	2	2	1	2	2	1
Ecosistemi (briofite)	2	2	1	2	2	1	2	2	1

**Tabella 89** – Numero di campagne di monitoraggio ed elaborati prodotti per ciascuna componente

## 14. Paesaggio

Il tema del paesaggio rappresenta una componente ambientale non solo di rilevanza legislativa ma anche, nello specifico della NLTL, oggetto di particolare attenzione da parte della committenza dell'opera e dell'Osservatorio Tecnico. Tale sensibilità è resa evidente in particolare dagli studi architettonici e paesaggistici che hanno anticipato e poi affiancato la progettazione preliminare. In tale contesto, anche il preliminare del monitoraggio ambientale pone in rilievo il tema del controllo dell'evoluzione del paesaggio nel tempo sia in relazione alla verifica di previsione di SIA (qualità dell'inserimento), che per seguire le dinamiche in atto sul territorio che saranno parzialmente condizionate anche dalla fase di costruzione.

Il monitoraggio del paesaggio risulta peraltro uno fra gli ambiti previsti dalle linee guida predisposte dal Ministero dell'Ambiente – Commissione Speciale per la Valutazione di Impatto Ambientale nel 2007 e può anche essere definito come ideale scenario di sintesi per valutazioni basate sul modello pressione-stato-risposte, per quanto di riferimento agli equilibri e alle percezioni del territorio.

### 14.1 Obiettivi del monitoraggio

Ai fini del presente documento, come definito nelle “Linee guida per il progetto di monitoraggio ambientale (PMA)” predisposte dalla Commissione Speciale di VIA del Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio (Rev.2 del 23 Luglio 2007), i settori di indagine eventualmente da integrare rispetto al quadro di riferimento ambientale del SIA, per avere un quadro delle conoscenze adeguato agli obiettivi del PMA, in sintesi, dovranno essere:

- I caratteri e dati ecologico – ambientali e naturalistici del territorio;
- I caratteri e dati visuali – percettivi e delle sensibilità paesaggistiche;
- I caratteri e dati socio-culturali, storico-insediativi e architettonici.

Per quanto di riferimento agli aspetti ecologici, l'approfondito studio delle reti ecologiche e lo specifico monitoraggio delle componenti fauna e vegetazione, permetterà di disporre di importanti informazioni utilizzabili anche per valutazioni di natura paesaggistica. Il monitoraggio del paesaggio viene, in sintesi, previsto mediante:

- delle indagini d'intervisibilità che permettano di verificare l'integrazione dell'opera nel contesto paesaggistico in fase di AO, CO e PO attraverso una serie di rilievi fotografici supportati da valutazioni di confronto fra quanto previsto in sede di Studio di Impatto Ambientale e le effettive trasformazioni avvenute sul territorio;
- una valutazione dell'evoluzione globale dell'uso del suolo e delle unità paesaggio cartografate, svolta mediante l'esame dell'area di studio effettuata a partire da immagini da satellite ad alta risoluzione (n.1 indagine di AO, n.3 ripetizioni per la fase di CO, e n.1 indagine di PO).

**In Tabella 90 sono indicate, per le principali azioni di progetto, le potenziali interferenze sul Paesaggio e, in linea generale, le azioni di controllo degli impatti.**



AZIONI DI PROGETTO	POTENZIALI IMPATTI DERIVATI	MITIGAZIONI E CONTROLLI
<p>Inserimento di nuove opere infrastrutturali e della loro cantierizzazione (presenza/assenza delle nuove opere in progetto)</p>	<p>La valutazione paesaggistica per gli interventi sul territorio, sono legati al rispetto di standard di qualità elaborati sulla base di indicatori. Gli Indicatori d'impatto scelti sono serviti a definire oltre che a misurare gli impatti diretti ed indiretti derivanti dall'attuazione di un intervento su quel determinato territorio. I 3 indicatori sono stati prescelti tra quelli dettati all'interno dei documenti che prendono in considerazione la cosiddetta metodologia LEP (Landscape Evaluation Plan):</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• grado di naturalità/ antropizzazione definisce i significati di naturalità attribuibili ai luoghi, ovvero la percentuale di antropizzazione. Viene definito per assenza di edificazione, infrastrutture, insediamenti, attività agricole/produktive. Le presenze ammesse sono malghe, rifugi e sentieri.</li> <li>• grado d'intrusione visiva definisce l'ingombro fisico di un nuovo intervento e la sua magnitudo vista da un punto di osservazione predeterminato rispetto al contesto in cui l'opera è situata. Dipende dalla distanza dell'oggetto osservato rispetto al soggetto percepente, l'ingombro fisico del nuovo intervento e la frequenza con cui il nuovo oggetto viene osservato;</li> <li>• variazione della qualità paesaggistica definisce le modificazioni del nuovo intervento sul significato e valori del paesaggio individuati nell'unità paesistica senza l'intervento. Dipende dalla perdita dei beni ambientali, della connotazione caratteristica dei luoghi e dall'eventuale peggioramento/miglioramento dell'unità paesistica di riferimento. Dipende, infine, dall'aumento/riduzione del degrado visivo.</li> </ul>	<p><b><u>Mitigazioni</u></b></p> <p>In generale, sono stati utilizzati criteri e strumenti che hanno permesso già in fase di progettazione di pervenire a soluzioni ben integrate con il paesaggio, ovvero dette soluzioni sono state partorite "già mitigate" in alcuni casi come per esempio nella scelta dei materiali.</p> <p>Di seguito, si elencano i principali:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• la definizione di un linguaggio stilistico omogeneo e ben riconoscibile che abbia come matrice fondante il contesto paesaggistico di riferimento e le sue peculiarità naturalistiche e storiche determinate dall'integrazione millenaria fra il lavoro dell'uomo e l'ambiente;</li> <li>• la definizione di materiali, cromie e soluzioni architettoniche basate sulle peculiarità del contesto attraversato, senza operarne una banale imitazione, ma interpretando ed elaborando gli elementi profondi che lo caratterizzano;</li> <li>• l'impiego di materiali e tecnologie volti a garantire la massima sostenibilità ambientale ed eco-compatibilità sotto il profilo del loro ciclo di vita e dell'impatto da approvvigionamenti (ossia preferenza, per quando possibile, di materiali riciclati o riciclabili e di fornitori locali).</li> <li>• l'opportuna definizione di differenti gradi di mascheramento e permeabilità visiva a seconda dei contesti nell'ottica di riconoscere sempre l'infrastruttura perseguendone l'armonizzazione con il paesaggio e garantendo adeguata profondità di visuale e percezione dell'intorno all'utente autostradale;</li> <li>• la necessità di implementare le opportunità di attraversamento lento e consapevole del territorio rafforzando le reti ciclabili esistenti e prevedendo luoghi dedicati all'approfondimento e alla scoperta del contesto attraversato;</li> <li>• l'opportunità di prevedere un piano di comunicazione e segnaletica integrato, che coinvolga anche le nuove tecnologie, al fine di restituire alla nuova infrastruttura la sua naturale funzione di punto di accesso e scoperta preferenziale del contesto territoriale e paesaggistico.</li> </ul> <p>Gli interventi di mitigazione e di inserimento paesaggistico comprendono in particolare:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• "interventi con prevalente funzione naturalistica" (flora e vegetazione, fauna e ecosistemi), ai quali appartengono anche gli</li> </ul>

Piano di monitoraggio ambientale

AZIONI DI PROGETTO	POTENZIALI IMPATTI DERIVATI	MITIGAZIONI E CONTROLLI
		<p>"interventi con prevalente funzione agricola" (sistema agricolo, rurale ed agroalimentare) e gli ulteriori "interventi di mitigazione per la deframmentazione ecologica":</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>○ dune inerbite o con impianti arbustivi (anticipati in fase di cantiere),</li> <li>○ fasce verdi a specie rampicanti, con finalità di mascheramento dei muri;</li> <li>○ coperture verdi sia dei parcheggi che delle pareti dei diversi edifici presenti, con specie rampicanti</li> <li>○ punti luce con lampade al sodio ad alta pressione, con limitata emissione di UV, schermate affinché il fascio di luce sia orientato verso il basso;</li> <li>○ copertura a verde estensivo realizzata con criteri di biodiversità, che favorisca l'insediamento di specie autoctone naturali.</li> <li>○ tetti verdi e verde pensile</li> <li>○ Agriparco della Dora</li> <li>○ messa a dimora di verde mitigativo, ovvero lungo i muri di contenimento della linea sui quali poggeranno, poi, le barriere antirumore;</li> <li>○ mitigazioni che perseguono obiettivi di incremento della biodiversità e miglioramento estetico-paesaggistico, tramite la delimitazione di aree prative con siepi campestri;</li> <li>○ l'alternanza di moduli arboreo-arbustivi, a moduli arbustivi e aree inerbite, così da creare ambienti disomogenei dal punto di vista ecologico e vegetazionale e dunque più coerenti con il contesto paesaggistico;</li> <li>● "interventi mitigativi per il rumore":</li> <li>○ dune di scotico inerbite e che avranno anche una funzione di mitigazione del rumore, saranno previste comunque delle barriere di protezione dello stesso, in legno, alte circa 3,0 m;</li> <li>○ biomuro in gabbioni non allineati che creano superfici di deposito per terra e vegetazione spontanea;</li> <li>○ diverse tipologie di protezione acustica, localizzate sia in base alle diverse esigenze di protezione, sia in base al contesto paesaggistico attraversato: tipologico, sarà, dunque, composto da due elementi distinti ovvero un pannello acustico fonoassorbente posizionato lungo i binari ed una recinzione in doghe di laterizio (cotto sagomato)</li> </ul> <p><b><u>Controlli</u></b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>● indagini d'intervisibilità che permettano di</li> </ul>

AZIONI DI PROGETTO	POTENZIALI IMPATTI DERIVATI	MITIGAZIONI E CONTROLLI
		<p>verificare l'integrazione dell'opera nel contesto paesaggistico in fase di ante, corso e post operam attraverso una serie di rilievi fotografici supportati da valutazioni di confronto fra quanto previsto in sede di Studio di Impatto Ambientale e le effettive trasformazioni avvenute sul territorio;</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• valutazione dell'evoluzione globale dell'uso del suolo e delle unità paesaggio cartografate, svolta mediante l'esame dell'area di studio effettuata a partire da immagini da satellite ad alta risoluzione (n.1 indagine di ante-operam, n.3 ripetizioni per la fase di corso d'opera, e n.1 indagine di post-operam).</li> </ul> <p>L'analisi e la valutazione dello stato e dell'evoluzione del paesaggio saranno effettuate tramite un approccio complementare che affronterà sia la componente ecologica che quella percettiva.</p>

*Tabella 90 – Sintesi delle azioni di progetto, potenziali impatti e mitigazioni/controlli*

#### 14.2 Dati di base

Il piano di monitoraggio per il paesaggio è stato redatto, in questa fase, utilizzando tutti gli studi specialistici elaborati per la NLTL, a partire dal censimento dei dati ambientali ed in particolare:

- carta architettonica e paesaggistica e le diverse linee guida per la progettazione paesaggistica;
- elaborati redatti per lo Studio di Impatto Ambientale;
- perimetro dell'area di studio;
- ortofoto aeree in scala 1:2000 ed 1:5.000 (volo 2011 per il progetto definitivo);
- cartografia Tecnica Regionale in formato vettoriale/raster in scala 1:10.000;
- delimitazione vettoriale georiferita dei confini amministrativi comunali;
- cartografia derivante dal SIA così come aggiornata dagli Studi di settore con particolare riferimento ai temi del monitoraggio del Paesaggio (emergenze ambientali e storico-culturali, intervisibilità, sensibilità paesaggistica);
- cartografia tematica derivante dai sistemi informativi regionali.

#### 14.3 Attività e specifiche preliminari di monitoraggio

I fattori pressione evidenziati nel SIA hanno consentito di chiarire il rapporto fra l'opera e i contesti in cui si inserisce, sia con riferimento ai fattori strutturali del sistema di paesaggio interessato che agli elementi legati alla percezione visiva.

L'analisi e la valutazione dello stato e dell'evoluzione del paesaggio saranno effettuate tramite un approccio complementare che affronterà sia la componente ecologica che quella percettiva. Infatti, il funzionamento del paesaggio e la sua percezione hanno un comune denominatore di carattere ecologico ed storico e culturale.

Tuttavia, per ottenere un'azione di monitoraggio completa ed esaustiva, le due componenti saranno analizzate separatamente, con l'impiego degli strumenti propri delle diverse discipline pertinenti.

Lo studio ecologico è, infatti, improntato ad una visione oggettiva del paesaggio, allo scopo di analizzare gli aspetti strutturali e funzionali del mosaico territoriale e di monitorare eventuali variazioni degli stessi. Si è pensato, dunque, d'impiegare strumenti d'indagine che tengano in considerazione le caratteristiche, la distribuzione spaziale, la funzionalità, le dinamiche e le interrelazioni tra i diversi ecosistemi presenti nell'area d'esame.

Saranno inoltre estrapolati degli indicatori ed utilizzati degli strumenti analitici che consentano di avere una visione sintetica dello stato del paesaggio e di valutarne l'evoluzione nel tempo, con particolare sguardo agli eventi che possono scaturire dalla realizzazione dell'opera.

In relazione a tali fattori di pressione e alle Linee Guida per il Progetto di Monitoraggio Ambientale (Rev.2 del 23 Luglio 2007) si prevedono che nell'ambito del monitoraggio siano opportunamente sviluppate le seguenti attività:

- Verifica delle indagini del SIA;
- Verifica della variazione delle Unità di Paesaggio;
- Riesame e integrazione dell'Analisi e valutazione percettiva;
- Riesame e integrazione dell'Analisi e valutazione storico-insediativa e architettonica.

#### ***14.3.1 Verifica delle indagini del SIA***

Nella fase di monitoraggio AO sarà, inoltre, effettuata una verifica delle indagini effettuate in fase di SIA allo scopo d'individuare le migliori scelte dal punto di vista della compatibilità e dell'inserimento delle opere rispetto al contesto paesaggistico che riguarderà nel dettaglio:

- la costruzione del quadro documentale;
- l'esatta descrizione delle interferenze che l'opera determina nei confronti dei principali elementi strutturanti e caratterizzanti la componente paesaggio;
- l'ottemperanza delle norme vincolistiche e pianificatorie generali e locali ovvero il nulla osta oppure l'autorizzazione in deroga rilasciate dalle rispettive Autorità singolarmente competenti;
- la verifica dei materiali utilizzati per l'esecuzione delle opere e dei lavori di sistemazione e di inserimento paesaggistico e la valutazione delle caratteristiche cromatiche;
- la verifica delle misure atte al massimo contenimento dell'impatto sul paesaggio, ed in particolare sul detrimento della sua qualità percettiva sia di breve che di lungo periodo.

#### ***14.3.2 Verifica della variazione delle Unità di paesaggio.***

L'analisi avrà oggetto le interazioni tra l'opera in progetto e l'evoluzione delle unità di paesaggio nel corso della fase di costruzione e a fine lavori. Le unità di paesaggio a cui si farà riferimento sono quelle definite dalla Regione Piemonte e riprese dalla cartografia tematica allegata alla relazione paesaggistica.

A questo proposito, si farà uso di alcuni indicatori scelti, in grado di esplicitare le informazioni emesse dalle proprietà emergenti del sistema paesaggio al fine di avere indicazioni sintetiche su struttura e funzionalità dell'ecomosaico e sulle loro variazioni. In relazione agli obiettivi del piano di monitoraggio per la componente in oggetto, sono state identificate due categorie principali di indicatori:

(i) indicatori di percezione, in relazione al monitoraggio dell'intervisibilità.

(ii) indicatori di variazioni nell'uso del suolo e nelle unità di paesaggio, in relazione all'analisi di immagini satellitari multispettrali ad alta definizione.

L'attività di monitoraggio si avvarrà di tecnologie innovative di telerilevamento. Al momento attuale si prevede l'impiego di immagini ad alta risoluzione da satellite con risoluzione di 46 centimetri (commercializzate con la risoluzione di 50 cm nel pancromatico e 2 metri nel multispettrale). Comparando le immagini nel tempo, unitamente a ispezioni di tipo visivo, si potranno aggiornare le cartografie del paesaggio evidenziando i benefici delle aree a verde che si verranno a creare e, per contro, tutte le potenziali criticità che dovessero insorgere.

L'attività di monitoraggio verificherà inoltre la corretta esecuzione delle opere di mitigazione e accompagnamento, previste in sede di progettazione preliminare, laddove possibile, consentirà interventi correttivi in CO, in particolare per quanto concerne le opere a verde e le anticipazioni di piantumazione previste.

### ***14.3.3 Analisi e valutazione percettiva***

Come già accennato, dall'opera è attesa una modificazione della percezione visiva delle aree interessate, in taluni casi a fini mitigativi, in altri con obiettivi di sostituzione basati sulle indicazioni fornite dalla carta architettonica e paesaggistica.

La stima della misura dell'alterazione della percezione visiva rileverà quindi l'integrazione dell'opera nel contesto paesaggistico mediante valutazioni esperte e basandosi, a seconda del punto di ripresa, sulla visibilità a diversi piani del campo visivo:

- primo piano (0 – 250/500 m);
- secondo piano o piano intermedio (250/500 – 1.000 m);
- quinta visiva (> 1.000 m).

L'interferenza con la direttrice d'osservazione in primo piano corrisponde ad una percezione ravvicinata o da media distanza, nella quale gli ostacoli risulteranno importanti in quanto muri, rilevati (stradali e ferroviari), barriere antirumore e fabbricati di servizio rappresenteranno barriere visive. Anche la riqualificazione mediante opere a verde che permetterà, in parte in modo anticipato, di poter fruire di nuovi spazi percettivi come nel caso dell'Agriparco della Dora, determinerà un filtro di percezione visiva, in questo caso di prevedibile gradevolezza.

L'interferenza con la direttrice d'osservazione in secondo piano, permetterà una migliore visione di insieme rispetto alla precedente pur senza perdere alcuni dettagli dell'inserimento.

Le interferenze con la direttrice d'osservazione sulla quinta visiva corrispondono infine alla percezione da grande distanza, quella che vede l'infrastruttura attraversare gli elementi di sfondo della visuale.

In fase AO l'indagine sarà finalizzata a documentare lo stato dei luoghi prima dell'inizio dei lavori, aggiornando in sostanza il materiale fotografico prodotto in fase di SIA e nel corso della successiva progettazione definitiva. Facendo riferimento ai punti di indagine individuati al successivo paragrafo 2, l'attività consisterà, essenzialmente:

- nell'effettuazione di una ricognizione fotografica dell'area di intervento dal punto panoramico individuato, avendo cura di rilevare le porzioni di territorio ove è prevedibilmente massima la visibilità dell'infrastruttura in progetto e dei suoi elementi di maggiore impatto percettivo (stazione internazionale di Susa, aree tecniche e di sicurezza, relazioni con le altre infrastrutture ecc.);

- nella redazione di una scheda di classificazione dell'indagine e di uno stralcio planimetrico in scala da 1:2.000 a 1:10.000 (in base al piano del campo visivo) con individuazione dei coni visuali e dei principali elementi del progetto presenti (tracciato in rilevato, trincee, fabbricati ecc);
- nella redazione di una relazione descrittiva che illustri, per ogni ambito di indagine, le caratteristiche prevalenti del paesaggio e della fruizione percettiva, ponendo in evidenza gli elementi caratterizzanti sia il paesaggio agricolo (tessiture agrarie, siepi, filari, nuclei rurali, ecc.) che quello più urbanizzato. Saranno evidenziate in questa sede anche le eventuali variazioni intercorse fra la fase di studio e di progetto definitivo e quanto riscontrato nell'imminenza della fase di costruzione (AO).

La fase PO consisterà nella verifica dei risultati finali del lavoro mediante la ripetizione e confronto dei risultati con le indagini di AO, secondo quanto indicato nei precedenti punti 1-3. Per quanto di riferimento alla relazione descrittiva finale di PO, questa illustrerà, per ogni ambito di indagine, i risultati ottenuti in termini di inserimento paesaggistico-ambientale, cercando di coglier nei punti di forza e di debolezza in relazione alle previsioni e ai contenuti della carta architettonica e paesaggistica.

La fase PO avrà inizio a valle dello smantellamento dei cantieri e in fase di preesercizio-esercizio. L'anticipazione degli impianti a verde, almeno in parte, dovrebbe consentire di disporre, in tale fase, di una situazione già sufficientemente evoluta a livello paesaggistico.

Gli elaborati grafici saranno prodotti con software ArcGIS, coerente con il sistema informativo regionale e con quanto utilizzato in sede di SIA.

Al fine di tener conto dell'effetto della vegetazione esistente e dell'ampio uso di latifoglie autoctone previste nella progettazione, le riprese fotografiche saranno svolte, sia in AO che in CO, in due momenti distinti:

- tardo primaverile-estivo, ossia durante la stagione vegetativa;
- tardo autunnale-invernale, ossia in fase di riposo vegetativo, con assenza di fogliame.

I rilievi fotografici saranno effettuati con obiettivi da 50 o 35 mm ed eventuali integrazioni grandangolari. Le riprese verranno effettuate con fotocamera digitale (risoluzione minima 6 Megapixel) e, di norma, su cavalletto, in bolla, posto ad un'altezza compresa tra 1,60 – 1,70 m. I punti di ripresa fotografica saranno memorizzati mediante GPS (anche integrato alla fotocamera).

#### ***14.3.4 Riesame e integrazione dell'Analisi e valutazione storico-insediativa e architettonica del paesaggio***

Tale analisi mira ad indagare i caratteri storico-culturali dell'area di studio, sempre a partire dal quadro ambientale elaborato in sede SIAe di descrivere le dinamiche territoriali riconoscendone le qualità ambientali, paesaggistiche e storico-culturali. Nella descrizione dei paesaggi bisogna tenere conto dei suoi caratteri identitari e della forza di tali caratteri, ovvero della loro permanenza e leggibilità nel tempo; delle dinamiche in atto e dei rischi di cancellazione.

In questa fase saranno effettuati, un congruo numero di sopralluoghi nell'area di studio, a valle della redazione di uno o più inventari del patrimonio storico-culturale ed infine l'elaborazione di una o più carte del patrimonio storico-culturale dell'area di monitoraggio ad una scala appropriata.

#### 14.4 Puntii di monitoraggio

Le aree per le quali verrà effettuata l'indagine di tipo percettivo riprendono nella sostanza quelle identificate nella studio dell'intervisibilità effettuato in sede SIA. Si tratterà, in ogni caso, principalmente, di aree di alto valore identificativo per la popolazione locale e di zone visibili da percorsi panoramici fruiti anche a livello turistico. All'interno di tali aree sono stati individuati i punti di monitoraggio secondo criteri di validità ed opportunità, al fine di svolgere rilievi e osservazioni su porzioni di paesaggio significative. I punti sono stati individuati secondo le seguenti tipologie:

- nuclei urbani prossimi il tracciato dell'infrastruttura di progetto;
- percorsi con valenza panoramica, con riferimento alla “percezione locale del paesaggio”, e/o con ampie visuali sull'infrastruttura di progetto.

Per essi verrà valutata la modificazione della percezione visiva e la qualità dell'inserimento, effettuando un raffronto tra:

- lo stato AO;
- lo stato PO (confrontando anche le foto simulazioni contenute nello Studio di Impatto Ambientale del progetto definitivo).

Per quanto di riferimento allo studio dell'evoluzione del paesaggio durante la fase di cantiere e a fine lavori, svolte a partire dall'analisi di immagini satellitari, non sono previsti specifici “punti” o “aree”. Il lavoro consisterà infatti nell'aggiornamento della cartografia all'interno della specifica area di studio con approfondimenti nell'intorno delle zone più direttamente interessate dalle aree di lavoro.

Piano di monitoraggio ambientale

N°	Comune (*)	N° viste	Descrizione
<b>PAE-GIA-01</b> <b>PAE-GIA-02</b>	Giaglione	2	Area di Clarea – pozzo di ventilazione e sistemazioni aree circostanti
<b>PAE-CHM-01</b>	Chiomonte	1	Area della Maddalena – pozzo di ventilazione e sistemazioni aree circostanti
<b>PAE-MOM-01</b>	<b>Mompantero</b>	1	Rilevati ferroviari, Stazione Internazionale, area tecnica di Susa – dalla chiesa dell'Ecova
<b>PAE-SUS-01</b>	Susa	1	Imbocco est Tunnel di Base – da casa di cura San Giacomo
<b>PAE-SUS-02</b> <b>PAE-SUS-03</b>	Susa	2	Imbocco est Tunnel di Base e rilevato ferroviario – da B.ta Braide
<b>PAE-SUS-04</b>	Susa	1	Ponte ad arco (Dora 1) – da B.ta San Giuliano
<b>PAE-SUS-05</b>	Susa	1	Ponte ad arco (Dora 1) – dall'attuale ponte Dora due (futura pista ciclabile)
<b>PAE-SUS-0706</b>	Susa	1	Area tecnica – da loc. Traduerivi
<b>PAE-SUS-07</b>	Susa	1	Area tecnica – da B.ta Crotte
<b>PAE-SUS-08</b>	Susa	1	Imbocco Tunnel d'Interconnessione lato Susa – da SS24
<b>PAE-BUS-02</b>	Susa	1	Ponti Dora est e Dora ovest – dalla SS24
<b>PAE-BUS-01</b>	Bussoleno	1	Intera Piana di Susa – dal sentiero dei Ginepri
<b>PAE-MAT-01</b>	Mattie	1	Area tecnica di Susa – dalla SP207



Piano di monitoraggio ambientale

<b>PAE-CHI-01</b>	Caprie	3	Cava di Caprie – da ferrovia Torino-Modane, castello del Conte Verde, Sacra di san Michele
<b>PAE-CON-01</b>			
<b>PAE-SAN-01</b>			
<b>PAE-TOR-01</b>	Torrazza Piemonte	2	Cava di Torrazza – zenitale e da Borgoregio
<b>PAE-TOR-02</b>			

(\*) comune nel quale è ubicata la ripresa fotografica.

**Tabella 91** – Elenco dei punti di monitoraggio – intervisibilità

#### 14.5 Articolazione temporale delle attività di monitoraggio

Per quanto riguarda le riprese fotografiche per l'intervisibilità il rilievo sarà svolto in AO e PO. La verifica dell'evoluzione dell'uso del suolo, letto come unità paesaggistiche verrà effettuata anche in fase di cantiere.

La durata di tali fasi sarà la seguente:

- fase AO: 1 anno (periodo antecedente all'avvio dei lavori);
- fase CO: l'indagine a partire dalle immagini satellitari sarà svolta alla fine del 2°, 4°, 7° e 10° anno dei lavori;
- fase PO: 1 anno in fase di pre-esercizio – esercizio.

Piano di monitoraggio ambientale

	<b>Verifica della variazione delle Unità di paesaggio: evoluzione unità di paesaggio - fornitura immagini satellitari, solo per la Piana di Susa, con risoluzione di 46 centimetri (commercializzate con la risoluzione di 50 cm nel pancromatico e 2 metri nel multispettrale)</b>	<b>Verifica della variazione delle Unità di paesaggio: evoluzione unità di paesaggio - analisi e restituzioni cartografiche in ArcGis</b>	<b>Analisi e valutazione percettiva: reperimento elaborati cartografici di base e tematici</b>	<b>Analisi e valutazione percettiva: 2 campagne fotografiche con GPS (primavera/estate, autunno/inverno)</b>	<b>Documentazione prevista</b>
<b>Fase AO (1 anno)</b>	1 ripetizione	1 ripetizione	1 ripetizione	1 ripetizione	Relazione di AO: costituirà il riferimento di confronto per la relazione in fase PO e permetterà un riesame della programmazione inCO.
<b>Fase di CO (12 anni)</b>	1 ripetizioni al settimo anno	4 ripetizioni (fine del primo, quarto, settimo e decimo anno).	1 ripetizione al settimo anno	4 ripetizioni (fine del primo, quarto, settimo e decimo anno).	Relazione annuale di CO negli anni in cui vengono svolte le analisi.
<b>Fase PO (1 anno)</b>	1 ripetizione	1 ripetizione	1 ripetizione	1 ripetizione	Relazione finale diPO.

*Tabella 92 – Tempistiche*

## 15. Ambiente sociale

Il monitoraggio dell'ambiente sociale è fra gli ambiti previsti dalle linee guida predisposte dal Ministero dell'Ambiente – Commissione Speciale per la Valutazione di Impatto Ambientale nel 2007, e le indicazioni che si possono trarre da questo documento si possono ritenere già adottate, nell'approccio all'opera espresso da parte dell'Osservatorio Tecnico nei confronti del territorio.

Il monitoraggio dell'ambiente sociale assume poi una rilevanza ancora più peculiare nel caso in esame, in considerazione dell'opposizione storica nei confronti dell'opera manifestata da una significativa parte delle comunità locali interessate. Si tratta di un'opposizione caratterizzata da varie forme, da quelle del tutto costruttive sino a quelle di elevata conflittualità sfociata in ripetuti e gravi atti di violenza. In tale situazione la ricerca di dialogo e comunicazione, costantemente svolta da parte dell'Osservatorio Tecnico insieme ad amministrazioni locali, alla provincia di Torino e alla Regione Piemonte rende il tema sociale di rilevanza ancora maggiore nell'ambito delle attività di monitoraggio ambientale.

### 15.1 Obiettivi del monitoraggio

Per quanto riguarda la componente in esame, il monitoraggio viene eseguito prima, durante e dopo la realizzazione dell'opera con i seguenti obiettivi generali:

- Rilevare, in fase AO una serie di dati misurabili riguardanti l'ambiente socio-economico del territorio interessato; questo consentirà, in fase di PO, di valutare gli scostamenti e i conseguenti impatti sulla popolazione, sui suoi stili di vita e sulle attività economiche. Particolarmente importante sarà in tal senso la valutazione degli effetti indotti e delle dinamiche innescate cercando di individuare altri elementi influenti che nel frattempo potrebbero incidere indipendentemente dall'opera.
- Monitorare in fase di AO, CO e PO i cosiddetti “segnali” che provengono dalle popolazioni locali coinvolte, mediante l'analisi dell'informazione diffusa dai mass media e in particolare da giornali o periodici (nazionali e locali) e siti web (in particolare quelli dedicati alle espressioni di dissenso o assenso da parte dei cittadini). Questo tipo di monitoraggio potrà inoltre avvalersi di alcuni momenti di sondaggio locale o di riscontri a specifici quesiti (in dipendenza dall'avanzamento dell'opera).

Più nel dettaglio, in ognuna delle fasi temporali vengono perseguiti obiettivi specifici come indicato di seguito.

- Fase Ante operam:
  - rilevare le principali variabili socio-economiche e socio-culturali che caratterizzano le comunità coinvolte nel progetto, mediante il monitoraggio di indicatori sociali oggettivi;
  - cogliere le percezioni dei cittadini in merito all'opera mediante il monitoraggio dei “segnali” ed eventuali differenze rispetto alle fasi antecedenti l'approvazione del progetto.
- Fase CO:
  - individuare tempestivamente potenziali conflitti, mediante l'aggiornamento del monitoraggio dei “segnali” così come rilevati in fase AO;
  - verificare l'efficacia della comunicazione predisposta dalla committenza dell'opera e dall'Appaltatore;

- mantenere il più possibile uno stretto coordinamento con le Istituzioni, gli Enti locali e registrare tutte le indicazioni da essi provenienti.
- Fase PO:
- descrivere e analizzare i cambiamenti verificatisi in CO nelle principali variabili socio-economiche e socio-culturali che caratterizzano le comunità coinvolte nel progetto, mediante il monitoraggio di una serie di indicatori sociali “oggettivi”;
- analizzare la percezione dei cittadini in merito all’infrastruttura, una volta completata.

In **Tabella 93** sono indicate, per le principali azioni di progetto, le potenziali interferenze sull’ambiente sociale e, in linea generale, le azioni di controllo degli impatti.

AZIONI DI PROGETTO	POTENZIALI IMPATTI DERIVATI	MITIGAZIONI E CONTROLLI
Realizzazione delle opere di progetto – inserimento delle nuove maestranze nel contesto sociale del territorio.	Incremento temporaneo della pressione demografica, percezione di possibili disagi della mobilità e per la presenza dei cantieri	Costante comunicazione con la popolazione, informazione ed eventi; controlli mediante sondaggi, questionari e monitoraggio dei media.

*Tabella 93 – Sintesi delle azioni di progetto, potenziali impatti e mitigazioni/controlli*

## 15.2 Dati di base

Il piano di monitoraggio per l’ambiente sociale è stato redatto, a livello preliminare, prendendo spunto da progetti ed iniziative in corso in Italia di analoga rilevanza.

## 15.3 Attività di monitoraggio

In relazione agli obiettivi del piano di monitoraggio per la componente socio-economica, è possibile identificare due categorie principali di indicatori: (i) indicatori sociali “oggettivi”; (ii) “segnali” provenienti dal clima sociale. Si illustrano di seguito le caratteristiche degli indicatori appartenenti alle due categorie e le previste modalità di monitoraggio.

### 15.3.1 Ambiti Territoriali di Monitoraggio

Gli indicatori oggettivi saranno registrati su base annua per i comuni più direttamente interessati dall’opera o ad essi limitrofi ossia:

- Bussoleno
- Caprie
- Chianocco
- Chiomonte
- Exilles
- Giaglione
- Graverè
- Mattie
- Meana di Susa
- Mompantero

- Novalesa
- San Giorio di Susa
- Susa
- Torrazza Piemonte
- Venaus

Per quanto di riferimento ai “segnali” l’ambito di monitoraggio risulterà più vasto in quanto dai media saranno registrate anche informazioni di più ampia valenza territoriale sul progetto, senza quindi confini comunali univocamente definiti.

### 15.3.2 Indicatori di Monitoraggio sociale "oggettivi"

Gli indicatori di monitoraggio sociale che è previsto vengano monitorati in fase di AO e PO sono riportati nella successiva **Tabella 94**.

Indicatore	Fonte	Livello di disaggregazione	Periodicità del rilevamento
Popolazione residente	Istat	Comunale	Annuale
Densità abitativa	Istat	Comunale	Annuale
Imprese attive presenti nel Registro delle Imprese per sezione di attività economica	Istat, Camera di Commercio	Comunale	Annuale
Dimensione imprese	Camera di Commercio	Comunale	Annuale
Oscillazioni del valore immobiliare	Agenzia del Territorio	Comunale	Annuale
Ricettività esercizi alberghieri, posti letto e camere	Istat	Comunale	Annuale

*Tabella 94– Indicatori di monitoraggio sociale “oggettivi”*

### 15.3.3 Monitoraggio dei segnali

Il monitoraggio dei segnali, rilevato in tutte le fasi di progetto, si baserà sull’analisi dei contenuti di cinque testate giornalistiche (nazionali e locali, da quotidiani a settimanali) e da siti web facenti capo a movimenti sia di opinione (es. cittadini o associazioni, di opposizione o favorevoli all’opera) che istituzionali.

L’analisi dei testate giornalistiche, fermo restando la possibilità di eventuali modifiche e integrazioni in CO sulla base dell’andamento lavori sono le seguenti:

- testate nazionali: La Stampa, Repubblica, Il Sole 24 Ore;
- testate locali: Luna Nuova, La Valsusa.

Per quanto riguarda i siti web, il monitoraggio sarà da effettuare sui seguenti siti:

- siti di opinione (cittadini, associazioni);
- siti del proponente e degli esecutori dell’opera
- siti istituzionali delle amministrazioni locali, della provincia di Torino, della regione Piemonte e altre di carattere ministeriale e governativo.

I segnali saranno monitorati mediante un’indagine giornaliera delle informazioni attinenti all’opera presenti sulle fonti indicate, e tali informazioni saranno registrate su base bimestrale.

La catalogazione delle informazioni contenute nei giornali sarà impostata secondo le indicazioni seguenti:

- **Caratteristiche formali**
  - testata, livello di diffusione del giornale e tipo, data, collocazione del pezzo, sezione di collocazione, posizione;
  - titolo, sottotitolo, occhiello, caratteristiche della titolazione;
  - presenza e soggetto di foto, tabelle, mappe;
  - posizione professionale dell'autore;
  - tipologia di articolo.
- **Modalità di presentazione di problemi, eventi e rischi - Connotazione**
  - tema, intento del testo, riferimento all'opera (diretto o indiretto);
  - eventuali richiami a problemi/rischi derivanti dalla costruzione della NLTL, tipologia di richiamo, cause individuate, soluzioni proposte, attori proponenti;
  - eventuali richiami a vantaggi derivanti dalla costruzione della NLTL, tipologia di richiamo, attori che fanno riferimento a tali vantaggi;
  - eventuali richiami all'attività di comunicazione delle Società coinvolte (soprattutto il proponente, le imprese esecutrici e RFI), valutazione di tale attività, attori che fanno riferimento all'attività;
  - portata (generale/particolare);
  - luogo/Comune in cui si presenta la situazione/evento trattata nell'articolo.
- **Modalità comunicative**
  - stile, complessità del pezzo, tipo di esposizione, tono espositivo;
  - fonti di informazione del testo, eventuali interviste e dichiarazioni, tipo di fonte.

Per quanto riguarda i siti web, la catalogazione bimestrale avverrà strutturando le informazioni secondo le seguenti indicazioni:

- **Caratteristiche formali**
  - sito web, numero utenti, data, ubicazione dell'informazione all'interno del sito;
  - presenza di immagini, foto, grafici, tabelle, mappe;
  - presenza di dati sul progetto;
  - indicazioni sull'autore (ove possibile);
  - tipologia di articolo/post.
- **Modalità di presentazione di problemi, eventi e rischi – Connotazione**
  - tema, intento del testo, riferimento all'opera (diretto o indiretto);
  - eventuali richiami a problemi/rischi derivanti dalla costruzione della NLTL, tipologia di richiamo, cause individuate, soluzioni proposte, attori proponenti;
  - eventuali richiami a vantaggi derivanti dalla costruzione della NLTL, tipologia di richiamo, attori che fanno riferimento a tali vantaggi;
  - eventuali richiami all'attività di comunicazione delle Società coinvolte (soprattutto il proponente/RFI) e le imprese realizzatrici;
  - luogo/Comune in cui si presenta la situazione/evento trattata nell'articolo.
- **Valutazione delle modalità comunicative**
  - stile, complessità del pezzo, tipo di esposizione, tono espositivo;
  - fonti di informazione del testo, eventuali interviste e dichiarazioni, tipo di fonte.
- **Reazioni degli utenti**

- numero di commenti a favore/a sfavore dell'articolo/post;
- tono prevalente dei post e principali argomenti a favore/sfavore;
- eventuali fonti e link esterni segnalati dagli utenti.

Tutte le informazioni provenienti dall'analisi dei segnali verranno codificate e inserite nella banca dati di progetto. In fase di analisi potranno così essere utilizzati per cogliere gli "umori" prevalenti nella popolazione locale e nell'opinione pubblica (in fase AO-PO) e per evidenziare e poter gestire al meglio la nascita di potenziali conflitti (in fase CO).

In particolare, i dati saranno archiviati separatamente per le testate giornalistiche e i siti web, e per ciascuna categoria saranno organizzati secondo le seguenti linee guida:

- dati a livello "generale": numero di articoli/post relativi all'opera nel bimestre, numero di articoli/post contenenti valutazioni positive, numero di articoli/post contenenti valutazioni negative, quota parte degli articoli/post che si riferiscono esplicitamente alle attività di comunicazione delle società coinvolte;
- dati a livello di singola testata o sito web;
- localizzazione geografica dei segnali;
- analisi dei cambiamenti dei segnali a seguito di azioni di comunicazione da parte delle società coinvolte.

Oltre alla registrazione dei dati su base bimestrale, verrà anche redatta una relazione annuale di sintesi contenente l'analisi del cambiamento dei segnali nel tempo.

#### 15.4 Articolazione temporale delle attività di monitoraggio

	<b>Indicatori oggettivi</b>	<b>Segnali</b>	<b>Documentazione da produrre</b>
<b>Fase AO</b>	1 campagna annuale di registrazione dei dati. (aggiornamento al periodo maggiormente prossimo all'avvio dei lavori).	Considerata la lunga e complessa storia del progetto, si prevede di condurre, per quanto possibile, un'analisi dei segnali provenienti dall'opinione pubblica non solo nell'anno antecedente l'avvio dei lavori. (con registrazione bimestrale dei dati e relazione annuale finale) ma correlando questa informazione alla più significativa rassegna stampa in precedenza raccolta dagli enti committenti.	Bollettini bimestrali e Relazione di AO: questa relazione sarà utilizzata per pianificare gli interventi in fase di CO (per quanto riguarda i segnali), e costituirà anche il parametro di confronto per la relazione in fase PO.
<b>Fase in CO</b>	-	Registrazione bimestrale dei dati delle testate giornalistiche e dei siti web; relazione annuale.	Bollettini bimestrali di avanzamento e relazione annuale di CO.
<b>Fase PO</b>	1 campagna di registrazione annuale per la durata di 3 anni	Registrazione bimestrale dei dati e relazione annuale di sintesi per una durata di un anno dalla fine dei lavori.	Bollettini bimestrali di avanzamento e relazione finale di PO.

*Tabella 95 – Tabella riassuntiva monitoraggio ambiente sociale*

## 16. Salute pubblica

Relativamente a tale componente dovrà essere prevista la gestione, tramite un esperto qualificato, della valutazione del rischio radiologico, compreso il Radon, per la popolazione.

Tale valutazione sarà effettuata in fase preliminare di AO, verificata in CO e ricontrollata nella fase di PO.

In accordo con quanto definito nel Tomo 1 del SIA (PD2\_C3C\_TS3\_0056:Tomo 1di3) si rimanda alla VIS (Valutazione di impatto sanitario), che sarà redatta in ottemperanza alla prescrizione del CIPE (Delibera n. 57 del 3 agosto 2011), n. 130:

*“Salute Pubblica: approfondire gli aspetti relativi alla salute pubblica secondo i modelli accreditati dalla VIS (Valutazione di Impatto Sanitario)”.*

A partire dai dati derivanti dall’elaborato “Dati di progetto significativi ai fini della VIS”, sarà pertanto sviluppata e condivisa in modo partecipato, in accordo con la governance attuata dall’Osservatorio Tecnico. Tale valutazione sarà effettuata sia in fase di completamento dell’iter approvativo, che in fase di gestione e monitoraggio della fase di costruzione.

In **Tabella 96** sono indicate, per le principali azioni di progetto, le potenziali interferenze sulla salute pubblica e, in linea generale, le azioni di controllo degli impatti.

AZIONI DI PROGETTO	POTENZIALI IMPATTI DERIVATI	MITIGAZIONI E CONTROLLI
Si vedano le componenti rumore, atmosfera, campi elettromagnetici	Eventuali incrementi delle patologie	Valutazione di impatto sanitario (VIS) Piano di monitoraggio ambientale (rif. rumore, atmosfera, campi elettromagnetici)

**Tabella 96** – Sintesi delle azioni di progetto, potenziali impatti e mitigazioni/controlli



## **17.Documentazione e sistema informativo monitoraggio ambientale**

### **17.1 Programma di monitoraggio**

Per ciascuna delle diverse fasi di realizzazione, AO, CO e PO dovrà essere redatto un Programma di monitoraggio suddiviso per le differenti componenti ambientali e contenente:

- breve sintesi degli studi ambientali svolti preliminarmente alle attività di monitoraggio ed eventuali risultati di campagne di monitoraggio precedenti;
- elenco dei punti relativi alla rete di monitoraggio;
- indicazione temporale delle attività previste per le campagne di misura, metodiche ed attività previste sui diversi punti;
- parametri da monitorare;
- modalità di utilizzo del sistema informativo di monitoraggio, in accordo con le strutture di A.R.P.A. e degli Enti competenti.

### **17.2 Relazione di Ante operam**

La relazione, per ognuna delle componenti da monitorare in base al PMA, contiene i seguenti argomenti esplicitati con l'ausilio di tabelle, grafici e schede descrittive:

- descrizione degli obiettivi del monitoraggio;
- descrizione delle aree interessate dal monitoraggio e dei criteri utilizzati per la scelta dei siti;
- normativa di riferimento;
- descrizione delle metodologie prescelte (metodica di monitoraggio e strumentazione utilizzata);
- indicazione temporale delle attività svolte per le campagne di misurazione ed analisi in fase AO;
- parametri monitorati;
- risultati delle analisi effettuate ed analisi dei risultati;
- modalità di utilizzo del sistema informativo di monitoraggio.

### **17.3 Relazioni di Corso d'opera**

Le relazioni, redatte trimestralmente ed annualmente, per ognuna delle componenti da monitorare in base al PMA, contengono i seguenti argomenti trattati con l'ausilio di tabelle, grafici e schede descrittive:

- descrizione degli obiettivi del monitoraggio;
- descrizione delle aree interessate dal monitoraggio e dei criteri utilizzati per la scelta dei siti;
- normativa di riferimento;
- descrizione delle metodologie prescelte (metodica di monitoraggio e strumentazione utilizzata);
- indicazione temporale delle attività svolte per le campagne di misurazione ed analisi in fase di CO;
- parametri monitorati;
- risultati delle analisi effettuate ed analisi dei risultati;
- gestione delle eventuali anomalie;

- modalità di utilizzo del sistema informativo di monitoraggio.

Le relazioni trimestrali conterranno i rilievi svolti nel trimestre di riferimento, mentre, le relazioni annuali conterranno nel dettaglio tutti i rilievi effettuati nell'arco dell'anno e le rispettive analisi dei risultati ottenuti.

#### **17.4 Relazioni di Post operam**

Le relazioni, redatte semestralmente ed annualmente, per ognuna delle componenti da monitorare in base al PMA, contengono i seguenti argomenti trattati con l'ausilio di tabelle, grafici e schede descrittive:

- descrizione degli obiettivi del monitoraggio;
- descrizione delle aree interessate dal monitoraggio e dei criteri utilizzati per la scelta dei siti;
- normativa di riferimento;
- descrizione delle metodologie prescelte (metodica di monitoraggio e strumentazione utilizzata);
- indicazione temporale delle attività svolte per le campagne di misurazione ed analisi in fase PO;
- parametri monitorati;
- risultati delle analisi effettuate ed analisi dei risultati;
- gestione delle eventuali anomalie;
- modalità di utilizzo del sistema Informativo di monitoraggio.

Le relazioni semestrali conterranno i rilievi svolti nel semestre di riferimento, mentre, le relazioni annuali conterranno nel dettaglio tutti i rilievi effettuati nell'arco dell'anno e le rispettive analisi dei risultati ottenuti.

#### **17.5 Sistema Informativo Ambientale e gestione anomalie**

##### ***17.5.1 Il Sistema Informativo***

Al fine di garantire l'acquisizione, la validazione, l'archiviazione e la gestione dei dati acquisiti durante l'esecuzione del monitoraggio ambientale, il progetto prevede l'adozione di un Sistema Informativo in grado di supportare non solamente tali necessità, ma anche quelle di porsi come strumento di comunicazione e gestione da parte dei soggetti coinvolti nella realizzazione del progetto.

A tale scopo per uniformità e confrontabilità con quanto in corso di esecuzione per il cunicolo della Maddalena, verrà adottato il sistema Informativo SIMAF che, fra gli altri aspetti, rende i dati di monitoraggio direttamente accessibili agli Enti di controllo in funzione delle specifiche esigenze e ruoli dei singoli utenti. Per quanto concerne l'utilizzo di tale sistema quale "sistema informativo ambientale unico", ossia esteso ai contenuti di cui alle richieste 87 e 88 della Regione Piemonte, se ne segnala la piena compatibilità e, in particolare:

- Il sistema SIMAF, in considerazione delle sue caratteristiche, è aperto ad accettare ogni tipo di dato, quindi anche relativo, ad esempio agli ambienti di lavoro o al benessere della popolazione così come indicato nella richiesta n.87.
- Sulla base delle indicazioni e delle autorizzazioni dei singoli enti competenti (ASL, ARPA ecc.) si provvederà alla definizione, in ambito di progetto esecutivo, di quanto effettivamente possa essere trattato da tale sistema e cosa debba essere escluso in particolare per quanto di riferimento a dati sensibili, oggetto di riservatezza e privacy

(es. salute sia in ambienti di lavoro che per la VIS - alcuni dati relativi alla popolazione possono solo infatti essere trattati solo in ambito ASL).

- Il sistema SIMAF garantisce unicità per tutti i cantieri, come richiesto al punto 88, in quanto è già adottato presso il cantiere della Maddalena e quindi di potenziale estensione all'intera opera senza necessità di verifiche ed attività per la compatibilità.

### **Principali caratteristiche**

L'applicazione Sistema di Monitoraggio Ambientale SIMAF, correttamente strutturato e adeguato ai dati di monitoraggio dedicati alla tratta internazionale del Collegamento ferroviario Torino-Lione, consentirà agli utenti, che disporranno di accesso, le attività di consultazione/gestione delle informazioni relative al sistema di monitoraggio.

Il sistema è dotato di una componente cartografica che permette visualizzare il territorio interessato dal monitoraggio oltre che selezionare gli elementi presenti in cartografia. Scegliendo una stazione di monitoraggio è possibile visualizzare la relativa anagrafica contenete tutte le informazioni della stazione.

La ricerca e la consultazione alfanumerica delle informazioni è possibile attraverso apposite funzioni messe a disposizione nei menu di accesso ai dati. I menu di accesso ai dati sono strutturati per le varie componenti oggetto di monitoraggio e possono essere implementati e configurati per ulteriori dati da gestire. Tali configurazioni, come in precedenza accennato, saranno definite di concerto con gli enti competenti e potranno includere dati tecnici o di differente natura come richiesto dalla Regione Piemonte (osservazione n.87).

In allegato 1 viene descritto con maggiore dettaglio il SIMAF, così come ripreso dalla documentazione del Cunicolo esplorativo "La Maddalena" – Area deposito dello smarino-Piano di Gestione Ambientale.

L'allegato contiene maggiori dettagli in merito a:

- Menu di accesso ai dati
- Interfacce di consultazione e gestione
- Caricamento massivo misure
- Moduli specifici
- Modulo validazioni
- Motore reportistica

Si rimanda all'Allegato 1 per maggiore dettaglio.

La progettazione di dettaglio del SIT di monitoraggio ambientale non può pertanto prescindere dalla disponibilità di tutte le informazioni organizzative di tipo esecutivo del progetto e, in particolare, l'individuazione di tutti gli utenti abilitati. Analogamente, la definizione degli strumenti software e hardware necessari alla realizzazione è implementazione del SIT verrà effettuata in sede di definizione esecutiva sulla base delle più recenti versioni disponibili sul mercato e con previsione di costante manutenzione ed aggiornamento.

In conformità con le indicazioni fornite dalla Commissione Speciale VIA del Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare (Documento Linee Guida per il Monitoraggio Ambientale PMA, rev. 2 del 23 luglio 2007), il SIT si pone i seguenti principali obiettivi:

- essere il riferimento centralizzato per le attività di monitoraggio ambientale nei processi di acquisizione, verifica, validazione e pubblicazione dei dati;

- permettere, di conseguenza, di rendere accessibili, in un'unica banca dati, tutte le informazioni di interesse territoriale ed ambientale della NLTL, con i relativi trend degli indicatori adottati;
- facilitare l'accesso controllato a tali informazioni da parte del personale coinvolto nel progetto (proponente, esecutori, enti di controllo);
- incentivare la consultazione e la comunicazione (in particolare per il pubblico esterno).

Per conseguire questi obiettivi la raccolta, la gestione e la pubblicazione delle informazioni di monitoraggio ambientale sarà organizzata in modo tale da garantire:

- il completo controllo delle informazioni e dei diritti di accesso ad esso da parte dei diversi utenti abilitati all'utilizzo del sistema;
- la trasparenza nella gestione dei dati e delle successive verifiche e validazioni, affinché sia evitato qualunque tipo di alterazione, volontaria o accidentale, in ogni fase del processo di lavoro;
- la conseguente tracciabilità e storicizzazione delle informazioni raccolte e di quelle elaborate e messe a disposizione dal Sistema;
- il controllo del flusso delle informazioni, e l'attivazione automatica di funzionalità di scadenzari ed azioni, in caso di mancato inserimento di dati o elaborazione dei dati, o di superamento di valori di soglia;
- la possibilità di gestire in “tempo reale” la catena delle operazioni di misura: questo sia allo scopo di far fronte ad eventuali modifiche nel programma delle lavorazioni da monitorare, sia per gestire situazioni nelle quali si riscontri un dato anomalo, per esempio permettendo di richiedere ripetizioni ed approfondimenti, prima di validare e divulgare dati incerti.

Sul piano tecnologico, il SIT sarà realizzato da un insieme di applicazioni finalizzate ad assolvere tutte le necessarie funzionalità e, in particolare:

- l'amministrazione e la sicurezza del sistema informativo;
- il popolamento, la gestione e l'interrogazione della banca dati;
- la rappresentazione e consultazione in ambiente GIS e WEB-GIS;
- la gestione amministrata dei metadati;
- il controllo delle scadenze operative e degli adempimenti formali;
- la pubblicazione controllata (Work-Flow) delle informazioni ai diversi livelli istituzionali.

L'analisi del SIT è articolata nelle seguenti componenti:

- Dati: contiene la descrizione dettagliata dei dati contenuti nel sistema (cartografie, dati e metadati) e delle convenzioni di utilizzo.
- Flussi organizzativi e funzionalità del sistema: contiene la descrizione degli attori/utenti del sistema e le funzionalità minime necessarie per consentire loro il caricamento e l'amministrazione dei dati, la loro gestione, validazione e pubblicazione e, in ultimo, la loro consultazione secondo regole di accesso predefinite.
- Tecnologie ed architettura del sistema: contiene la descrizione delle scelte tecnologiche di base, la descrizione dei moduli applicativi necessari e l'architettura hardware di base.

### **Contenuti della banca dati e metadati**

Il SIT di progetto sarà principalmente costituito da:

- cartografie di base, cartografie di progetto, immagini satellitari, ortofoto e carte tematiche sulle quali saranno riportati i ricettori/siti d'interesse del monitoraggio ambientale;
- un database relazionale contenente tutte le informazioni relative alle componenti ambientali rilevate, ai corrispondenti ricettori (o indagini) e alle relative misure;
- documenti relativi al Monitoraggio Ambientale (ad es. documenti di analisi, di sintesi e di rendicontazione, ecc.). Essi saranno correlati alle rispettive componenti ambientali attraverso le relazioni del database.

### **Dati geografici**

Il sistema di riferimento che verrà utilizzato sarà il WGS-84, in quanto risulta essere quello che consente la più agevole integrazione dei dati operativi in ragione del fatto che è utilizzato da tutte le tecnologie di rilevamento e nei sistemi GIS. Tutti i dati derivanti da quanto utilizzato per il progetto in coordinate "LTF2004c" sarà pertanto oggetto di conversione nelle coordinate WGS-84 per questa specifica applicazione di monitoraggio ambientale.

#### Cartografia di base

Le cartografie di base hanno lo scopo di consentire all'utente di individuare, con immediatezza, l'ambito spaziale a cui si riferisce il PMA e i rilievi effettuati. Al fine di agevolare l'utente, sarà possibile arricchire le basi di riferimento della fase AO mediante più serie di cartografie, ortofoto, immagini satellitari e/o sfondi tematici (di fonte pubblica e di progetto), in scale diverse visualizzabili a seconda delle esigenze dell'utente. In generale gli sfondi non avranno attributi spaziali connessi, conterranno quindi solo informazioni geometriche (caso vettoriale) o informazioni legate al colore del pixel (raster). Tutte le tipologie di carte avranno riferimenti spaziali congruenti con il sistema di riferimento principale.

#### Cartografie di progetto e tematismi ambientali

Il SIT conterrà i riferimenti cartografici dell'opera in progetto e degli ambiti di cantiere, comprese le viabilità utilizzate per il trasporto dei materiali, per le quali si prevedono attività di monitoraggio, e i siti di deposito di Caprie e Torrazza.

In via generale, il livello progettuale di riferimento per le cartografie è quello del progetto definitivo.

Ai fini del loro utilizzo come sfondo, si valuterà la possibilità di inserire nel SIT anche gli elaborati prodotti in sede di progetto definitivo e di Studio di Impatto Ambientale quali, ad esempio:

- Carta geologica;
- Carta dell'uso del suolo;
- Carta del rischio idrogeologico;
- Carta degli habitat.

Il sistema sarà inoltre progettato per poter accogliere carte e cartografie diverse, integrabili in fase di CO, ed in particolare sarà prevista una procedura per la gestione di dati cartografici aggiornati e rappresentativi dei cambiamenti indotti in fase di costruzione.

Da questo punto di vista il SIT prevederà la presenza di un modulo specializzato nella gestione dei metadati, in grado di essere impiegato come archivio cartografico di tutte le carte impiegate come sfondo nel corso dell'evoluzione del progetto

## **Dati alfanumeri del monitoraggio ambientale**

Il monitoraggio ambientale interesserà tutti gli ambiti oggetto del presente elaborato, così come definiti nei rispettivi paragrafi descrittivi.

Ad ogni componente di monitoraggio ambientale saranno associati i seguenti elementi:

- una tabella anagrafica e descrittiva contenente i dati comuni ad ogni specifica tipologia di ricettori o di componenti/siti ambientali (tabella ricettore);
- una o più tabelle contenenti i dati relativi alle campagne di misurazione (tabelle rilievi); relazionate ad ogni campagna di misura;
- ulteriori tabelle relative alle metodiche di monitoraggio e alle soglie degli indicatori di controllo (tabelle metodiche/soglie);
- le tipologie di metadati necessari.
- La “tabella ricettore” sarà composta da tre sezioni
  - la prima relativa ai dati di descrizione generale (tipologia di ricettore, codice...);
  - la seconda relativa ai dati di localizzazione e qualificazione geografica (Regione, Provincia, Comune, Indirizzo, Coordinate...);
  - la terza con eventuali informazioni specifiche per ogni componente ambientale.

Le “tabelle misure” conterranno tutte le informazioni utili all’analisi dei risultati di ogni singola campagna di monitoraggio. Le informazioni saranno strutturate in due tabelle separate, la prima conterrà tutte quelle generali relative al rilievo effettuato (data, strumentazione, tipologia di misura...), la seconda gli esiti di ogni singola misura.

Le “tabelle metodiche/soglie” conterranno le tipologie di misure previste, le relative grandezze, le soglie di anomalia (es. di attenzione con relativa urgenza di intervento) rispetto alle quali è previsto siano intraprese azioni ai diversi livelli di responsabilità.

I “metadati”: il sistema sarà in grado di gestire tutte le informazioni che potranno risultare utili per una corretta interpretazione dei risultati del monitoraggio quali, ad esempio:

- tutte le cartografie con contenuti di PMA;
- tutte le carte tematiche comprese quelle di simulazione di scenario previsionale;
- schede catalogazione ricettore;
- schede strumenti;
- schede misure;
- report periodici di monitoraggio;
- norme e documenti attinenti le misure;
- fotografie e allegati fotografici.

La definizione di dettaglio dei contenuti delle singole tabelle e dei sistemi di relazione esistenti tra esse sarà effettuata in sede di progettazione esecutiva.

## **Gestione del flusso delle informazioni**

Ogni modello organizzativo di monitoraggio ambientale si basa su due aspetti fondamentali fra loro strettamente collegati: la definizione degli utenti e dei rispettivi ruoli e l’analisi del processo di lavoro con pianificazione “ordinaria” e in caso di gestione in fasi di anomalie/urgenze.

### Tipologie di utenti

Le regole di accesso e operatività sul SIT saranno principalmente legate ai seguenti profili utenti:

- consultazione comune: accesso alla componente cartografica ed ai documenti di sintesi pubblicati nel sistema (informazioni che saranno anche esportabili per essere accessibili al pubblico);
- consultazione avanzata: accesso in lettura ai singoli dati di monitoraggio ed a funzioni standard di ricerca ed elaborazione (query e report standard disponibili nel Sistema);
- inserimento e modifica: funzione riservata agli utenti abilitati incaricati per ciascuna componente ambientale;
- validazione: funzione assegnata alla figura del Responsabile Ambientale;
- autorizzazione alla pubblicazione: funzione assegnata al Responsabile del proponente per il PMA.

Ferma restando la necessità di sviluppare e dettagliare in un organigramma di progetto le principali figure che interverranno nel processo di gestione dei dati, nella presente fase di progettazione definitiva si sono individuate le seguenti principali figure chiave:

- **Responsabile Ambientale**: è la figura di più alto profilo tecnico-gestionale di tipo operativo ed avrà la responsabilità di:
  - nominare le figure preposte all'amministrazione del Sistema;
  - organizzare e pianificare ogni fase del monitoraggio, secondo i principi della gestione in qualità (ad esempio in termini di riesame ed adeguamenti relazionati con l'effettivo andamento dei lavori e dei trend degli indicatori);
  - verificare il rispetto dei vincoli contrattuali da parte di ogni incaricato;
  - validare i dati inseriti.

Avrà accesso al SIT in validazione e per ogni forma di consultazione, ma non in modifica o inserimento dei dati.

- **Responsabile Pubblicazione**: è la figura responsabile della pubblicazione dei dati verso l'esterno ed in particolare verso il pubblico e, come tale, risulterà quella anche delegata alla più ampia comunicazione del progetto. La funzione in ambito di PMA risulterà quella di autorizzare la pubblicazione dei dati verso il pubblico. È il solo utente che ha accesso alle funzioni di autorizzazione alla pubblicazione dei dati.
- **Ufficio di direzione lavori**: è incaricato dal Committente e sarà rappresentato da un referente con la responsabilità di:
  - coordinarsi con il Responsabile Ambientale o con suoi delegati operativi per coordinare il Monitoraggio Ambientale con il cronoprogramma Lavori;
  - interagire con i cantieri per verificare che il programma dei lavori sia coordinato con ogni azione di PMA, provvedendo ad informare il Responsabile Ambientale;
  - interagire con i cantieri per modificare, sospendere o riprendere le lavorazioni in seguito alla segnalazione di superamento di livelli di allarme (collegamento fra PMA e Sistema di Gestione Ambientale dei cantieri).

Avrà accesso in consultazione avanzata.

- **System Manager**: incaricato dal Responsabile Ambientale ed avrà il compito svolgere o parzialmente delegare:
  - la manutenzione delle infrastrutture di base (server, Sistema Operativo, RDBMS, telecomunicazioni, ecc.);

- la manutenzione del sistema GIS ed il reperimento e l'aggiornamento delle cartografie di base, garantendo che il sistema GIS consenta di accedere ai dati pubblicati;  
Avrà tecnicamente accesso illimitato al sistema e garantirà l'integrità e la sicurezza del sistema e dei dati inseriti.
- Data-Entry abilitati: l'attività di inserimento dei dati ambientali sarà riservata agli utenti abilitati. Ciascuno di essi avrà accesso in lettura, modifica e scrittura dei soli dati relativi alle componenti ambientali di propria competenza. Le attività di modifica eseguite su dati già verificati e validati verranno storicizzate nella banca dati, intendendo con ciò che eventuali correzioni successive non avverranno con sostituzione fisica del dato precedentemente inserito. Esso sarà conservato nel database e potrà essere consultato su richiesta. Questi operatori avranno accesso in consultazione di tutti i dati, accesso in inserimento e modifica dei soli dati di propria competenza.
- Utente Istituzionale: tutti gli Enti Pubblici coinvolti nel progetto (Ministeri, Regioni, Province e comuni ed altri enti pubblici e di controllo individuati) avranno accesso in consultazione avanzata. Le procedure e le modalità di rilascio delle password verranno codificate e documentate.
- Esecutori del monitoraggio: tutti i soggetti e specialisti coinvolti nel monitoraggio, anche al di fuori di quelli deputati al data entry avranno accesso in consultazione avanzata. Le procedure e le modalità di rilascio delle password verranno codificate e documentate.
- Utente pubblico: chiunque si colleghi al sito internet che sarà predisposto per la comunicazione del progetto potrà avere accesso ai documenti di sintesi esportati e pubblicati in consultazione comune.

#### ***17.5.2 Gestione delle anomalie e relazioni con il Sistema di Gestione Ambientale (SGA)***

Fra gli scopi principali del PMA vi è, come già affermato nei precedenti paragrafi, quello di controllare l'evoluzione delle dinamiche ambientali sul territorio individuando, in particolare, l'insorgere di eventuali anomalie correlabili con le attività di costruzione diverse rispetto alla previsioni di SIA e/o a superamento di soglie di anomalia degli indicatori adottati. Il Sistema di Gestione Ambientale (SGA) dell'organizzazione incaricata dei lavori opererà, per contro, puntando alla prevenzione di tali anomalie attraverso le procedure operative contenute nel Piano di Gestione Ambientale (PGA) di cantiere, che rappresenterà lo strumento principale in conformità a quanto previsto dagli indirizzi preliminari del progetto definitivo e del Manuale che sarà redatto in sede esecutiva.

Al fine di conseguire i seguenti obiettivi di tutela e sostenibilità ambientale:

- prevenire l'insorgere di fenomeni ambientali indesiderati;
- intervenire tempestivamente ed efficacemente nel caso si evidenziassero ugualmente dei trend peggiorativi in taluni indicatori ambientali,

agendo sul piano dell'organizzazione, delle competenze e delle tecnologie utilizzate, risulta pertanto indispensabile una stretta correlazione, sia tecnica che organizzativa, fra le azioni di PMA e quanto previsto dal Piano di Gestione Ambientale dei cantieri.

Più in dettaglio, gli ambiti di applicazione del Sistema di Gestione Ambientale riguardano tutte le pertinenze dei cantieri e pongono pertanto sotto audit e procedure di gestione:

- le aree occupate permanentemente dall'opera infrastrutturale;
- le aree di cantiere nelle diverse funzionalità e configurazioni;



- le aree tecniche e piste di cantiere utilizzate per il transito dei mezzi d'opera e dei materiali;
- le aree di stoccaggio/deposito temporanee.

Il monitoraggio ambientale, così come previsto dal presente elaborato, si incentra viceversa, per definizione, all'esterno delle aree di cantiere, su aree, punti e sezioni di controllo come illustrato nei precedenti paragrafi e riportato nelle cartografie allegate.

La relazione principale fra PMA e SGA, al fine di potere conseguire i risultati prefissati, può essere riassunta nel seguente modo:

- PMA vs. SGA: consente di mettere a disposizione gli esiti circa l'andamento dei trend ambientali sui corpi ricettori utili a definire le strategie tecnico-operative per gestire una determinata situazione (in relazione alle competenze definite dall'organizzazione di cantiere). A sua volta questo aspetto può configurarsi sia con caratteristiche di immediata operatività (per dati anomali evidenti che richiedono azioni rapide) sia per condurre un riesame periodico in ottica di miglioramento continuo.
- SGA vs. PMA: consente di programmare ed eseguire rilievi suppletivi di monitoraggio (taratura in CO del PMA), nel caso, ad esempio, che dalle procedure di SGA emergano diverse esigenze rispetto a punti e frequenze iniziali di PMA (imprevisti, modifiche nelle lavorazioni, assenza consolidata di riscontro di impatti in alcuni casi o maggiori impatti in altri ecc.). Consente, analogamente, di non disperdere risorse in rilievi e punti in cui non si siano rilevate problematiche e nei quali l'andamento lavori non preveda più possibilità di pressioni ed impatti sulla componente ambientale.

È quindi possibile affermare che i due strumenti di

- audit di cantiere, procedure e istruzioni operative, così come previste dal SGA;
- rilievi ed elaborazioni di monitoraggio ambientale così come previste dal PMA.

si presentano fra loro inscindibili pena la non efficacia dell'insieme di azioni e strumenti di tutela ambientale previste a livello progettuale e su cui si fondano anche le previsioni di SIA.

## 18. Iniziative collaterali alla Nuova Linea Torino Lione

Le tecnologie di comunicazioni wireless offrono soluzioni per numerosi ambiti applicativi. La loro funzione principale è offrire la possibilità di trasferire dati senza dover realizzare complesse opere di cablaggio (scavi, posa di fibra ottica o cavi in rame etc).

Ai fini della presentazione di soluzioni wireless per il monitoraggio ambientale è utile specificare che un sistema di comunicazione wireless può essere realizzato scegliendo tra due modalità (o architetture) principali: reti con infrastruttura e reti ad hoc.

**Reti con infrastruttura:** questa soluzione, più tradizionale, prevede l'installazione, nell'area di interesse, di sistemi elettronici e radio che realizzino la cosiddetta "copertura" dell'area. In termini pratici la zona di interesse viene raggiunta da un segnale radio che permette poi il collegamento di dispositivi che generano o ricevono informazioni (i terminali). Questa è ad esempio la soluzione utilizzata dalle tradizionali reti cellulari realizzate e gestite dagli operatori di telefonia mobile (o 3G, UMTS), o dagli operatori di reti WiFi (che da qualche anno si stanno diffondendo in molti paesi)

**Reti ad hoc:** questa soluzione, più moderna, non richiede la costituzione preventiva di una rete wireless nell'area interessata: sono infatti gli stessi dispositivi utilizzati per generare e ricevere informazioni (terminali) a realizzare la rete quando si trovano in prossimità gli uni degli altri. La rete cioè viene a crearsi automaticamente quando nella zona sono presenti più terminali.

Nel caso specifico del monitoraggio realizzato con tecnologie wireless la scelta di quale soluzione adottare dipende dalle caratteristiche della zona da osservare:

- se nella zona esiste una buona copertura da parte di operatori cellulari, è possibile connettere gli apparati di misura a quella rete utilizzando modem GPRS o UMTS;
- se nella zona esiste un operatore che offre connettività WiFi, può risultare conveniente utilizzare quella rete per la connessione degli strumenti di misura;
- se nella zona non esiste nessun operatore di telefonia mobile o WiFi, si può scegliere di utilizzare la soluzione ad hoc oppure realizzare una rete WiFi specifica per l'esigenza di monitoraggio.

### 18.1 I vantaggi del monitoraggio basato su reti wireless

Dal punto di vista pratico, la possibilità di connettere in rete dispositivi di misura offre significativi vantaggi, tra i quali:

- la possibilità di raccogliere i dati di misura in modo automatico e continuo (con la periodicità che si desidera);
- la possibilità di avere un riferimento temporale preciso per i dati raccolti, che permette di eseguire correlazione tra le misure e conseguentemente una migliore comprensione dei fenomeni osservati;
- la minore necessità di spostamento di personale dedicato alla installazione e rimozione della strumentazione mobile;
- la possibilità di rendere i dati fruibili via Internet (ad esempio via web) utilizzando un semplice browser, da qualsiasi computer connesso a Internet. La tipologia delle informazioni cui viene dato l'accesso, la frequenza di aggiornamento possono essere impostate in modo diverso a seconda della tipologia di utenti: agli esperti si darà visibilità dei dati grezzi con il maggior dettaglio possibile, mentre ai cittadini possono

essere fornite informazioni in formato aggregato, o comunque di più facile comprensione.

## **18.2 Proposta per il Comune di Condove**

Il Comune di Condove ha recentemente stabilito di installare sul proprio territorio una rete wireless realizzata in tecnologia WiFi per permettere ad alcune comunità montane oggi completamente isolate di avere accesso ai servizi di telefonia (utilizzando la tecnologia Voice over IP) e di connessione a Internet.

Il territorio sarà quindi presto coperto da una rete wireless, alla quale potranno essere connessi eventuali dispositivi di monitoraggio ambientale. Qualora il progetto pilota venga realizzato occorrerà verificare che i punti di interesse per il monitoraggio siano in una zona coperta dal servizio, e in caso negativo la copertura potrà essere estesa in modo adeguato.

Il sistema di monitoraggio oggetto del progetto pilota dovrà necessariamente essere affiancato (e non sostituito) al sistema di monitoraggio previsto dalle normative. I dati raccolti dai due sistemi potranno così essere confrontati e analizzati in modo integrato.

### **18.2.1 Le grandezze da misurare**

Uno dei parametri fondamentali da concordare per il progetto pilota sarà l'insieme dei parametri da misurare. La scelta potrà avere un impatto sul tipo di sensori, e conseguentemente sulla facilità di reperimento degli stessi, l'installazione e la relativa gestione del sistema.

Una possibile proposta prevede di misurare grandezze semplici sia da misurare sia da interpretare.

Parametri più sofisticati quali la qualità dell'aria, la misura della eventuale presenza di sostanze o particolati possono ugualmente essere misurati, ma richiedono sensori più complessi. I sensori utilizzati potranno essere simili a quelli utilizzati per le misure ufficiali previste dalla normativa, oppure sensori più semplici e numerosi, che possano supplire ad una accuratezza leggermente inferiore con un grande numero di punti osservati.

La scelta dei sensori farà parte della definizione delle specifiche del progetto, e terrà conto dei dati caratteristici di prestazione dei sensori stessi.

Proposte applicative potranno essere sviluppate e approfondite in una fase esecutiva di progetto definendone anche la fattibilità tecnico-economica.

### **18.2.2 La presentazione dei dati**

Il progetto prevede anche la realizzazione di un sistema di raccolta e gestione dei dati raccolti (database con strumenti di data mining), e la successiva presentazione via web, con tempi e modi molto flessibili che dovranno essere concordati. In particolare si dovranno studiare due scenari di presentazione delle informazioni:

- per utenti esperti, con finalità scientifiche a beneficio delle scelte ambientali e di attenzione alla salute dei cittadini: accesso completo a tutti i dati rilevati, grezzi oppure aggregati, in tempo reale, e possibilità di effettuare correlazioni tra i dati di diversi sensori.
- Per il pubblico, con finalità prevalentemente informative e comunicazionali: dati aggregati, non necessariamente in tempo reale (ad esempio si potrebbero aggiornare i dati ogni 24 ore fornendo la situazione media giornaliera del giorno precedente etc.) e presentati in modo semplice ma trasparente e in grado di comunicare le macro caratteristiche del fenomeni misurati.

## **Allegato 1 – Sistema Informativo SIMAF**

**ALLEGATO: SISTEMA INFORMATIVO SIMAF**

## SISTEMA INFORMATIVO SIMAF

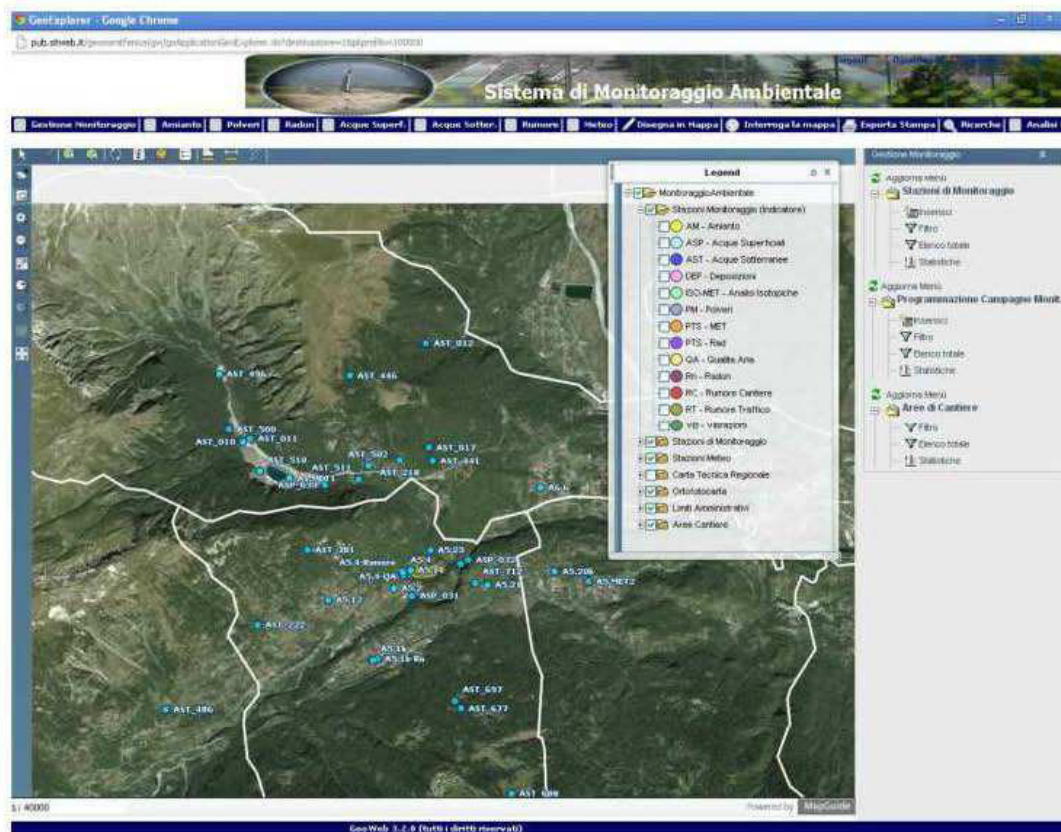
L'applicazione Sistema di Monitoraggio Ambientale **SIMAF** consente all'utente di effettuare ogni attività di consultazione/gestione delle informazioni inerenti il sistema di monitoraggio.

Il **componente cartografico** del sistema visualizza il territorio interessato dalle attività di monitoraggio ambientale e la localizzazione delle relative stazioni.

Attraverso la legenda l'utente ha la possibilità di gestire la visualizzazione (accensione/spengimento dei livelli) e la rappresentazione tematica degli strati cartografici presenti.

Selezionando la generica stazione in cartografia è possibile visualizzare la relativa anagrafica contenente le informazioni della stazione e attraverso le funzioni di relazione e collegamento consultare le anagrafiche correlate (campagne di monitoraggio, misure, ecc.).

Fig. 1 – Applicazione Utente Sistema di Monitoraggio Ambientale



La **ricerca** e la **consultazione alfanumerica** delle informazioni può essere effettuata attraverso le apposite funzioni messe a disposizione nei menù di accesso ai dati visualizzati a lato della mappa. I menù di accesso ai dati sono strutturati per le varie componenti oggetto di monitoraggio e possono essere richiamati attraverso l'apposita barra dei menù.

## Menù di accesso ai dati

I menù di accesso ai dati attualmente configurati sono:

- Gestione Monitoraggio
- Amianto
- Polveri
- Radon
- Acque Superficiali
- Acque Sotterranee
- Rumore
- Meteo

Il menù **Gestione Monitoraggio** consente l'accesso alle informazioni relative a Stazioni di Monitoraggio e Programmazione Campagne di Monitoraggio.

I menù relativi alla generica **componente ambientale/indicatore di qualità** consentono l'accesso alle informazioni relative a:

- campagna di monitoraggio per la componente ambientale/indicatore di qualità i-esimo
- Misure della componente ambientale/indicatore di qualità i-esimo
- Report Anteprema Dati relative alla componente ambientale/indicatore di qualità I-esimo

Fig. 2 – Menù a discesa

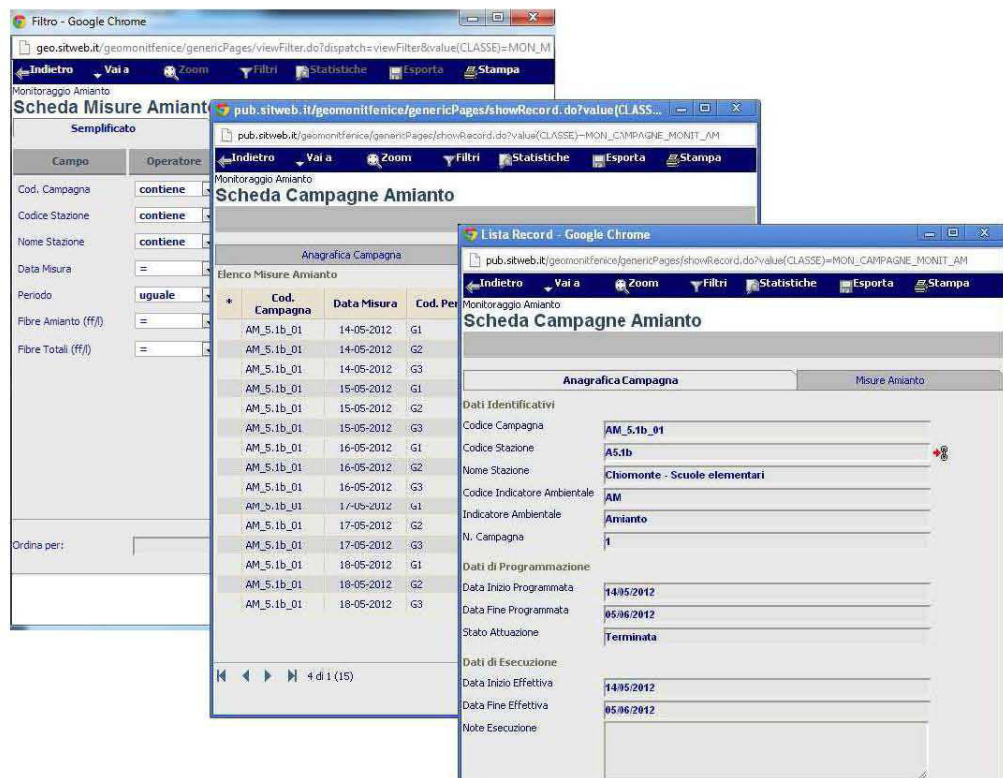


## Interfacce di consultazione e gestione

Sono state configurate le maschere di consultazione ed aggiornamento corrispondenti ad ogni menù di accesso ai dati. Tali interfacce presentano le funzionalità di filtro, lista, record, visualizzazione, inserimento, modifica record.

All'interno delle maschere sono gestiti campi alfanumerici, geografici e foto. È inoltre possibile associare ad ogni oggetto documenti multiformato e renderli facilmente accessibili.

Fig. 3 – Interfacce di gestione



## Caricamento massivo di misure

L'applicazione, oltre alla gestione attraverso le specifiche maschere di consultazione/modifica/inserimento, consente all'utente di effettuare attività di **caricamento massivo dei dati** all'interno della banca dati (es. tramite file CSV).

Il sistema dispone infatti di un insieme di funzionalità che gli permettono di configurare, schedare ed eseguire i processi di aggiornamento. Con tali strumenti è quindi possibile **stabilire le regole** con cui gli archivi vengono letti, consolidati e scritti nel Geo-Database, consentendo una facile replicabilità del processo di aggiornamento.

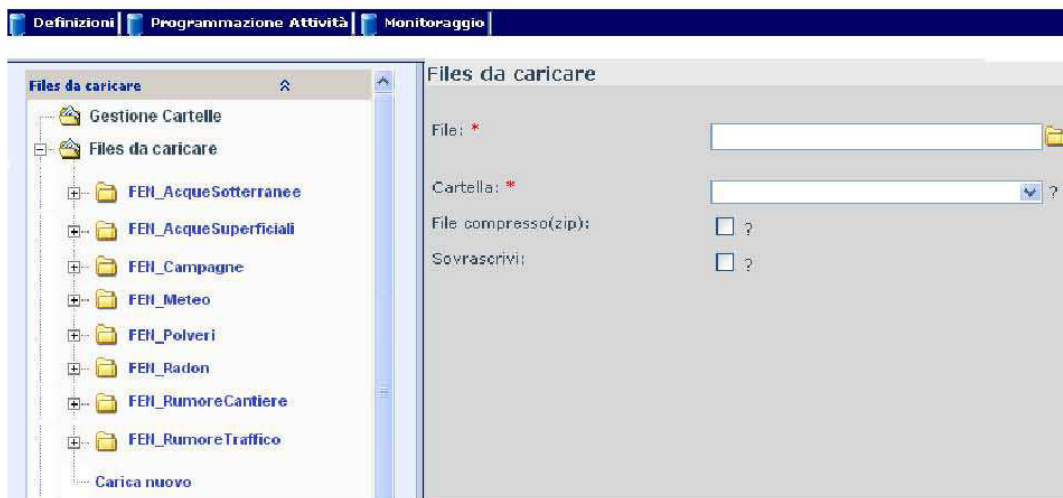


L'applicazione **ETL** (Extract/Transform/Load) in cui sono memorizzati gli schemi dati e i modelli comportamentali dei caricamenti massivi si organizza in 3 sezioni:

1. Programmazione Attività
2. Definizioni
3. Monitoraggio – log dell'esito dell'attività di Caricamento

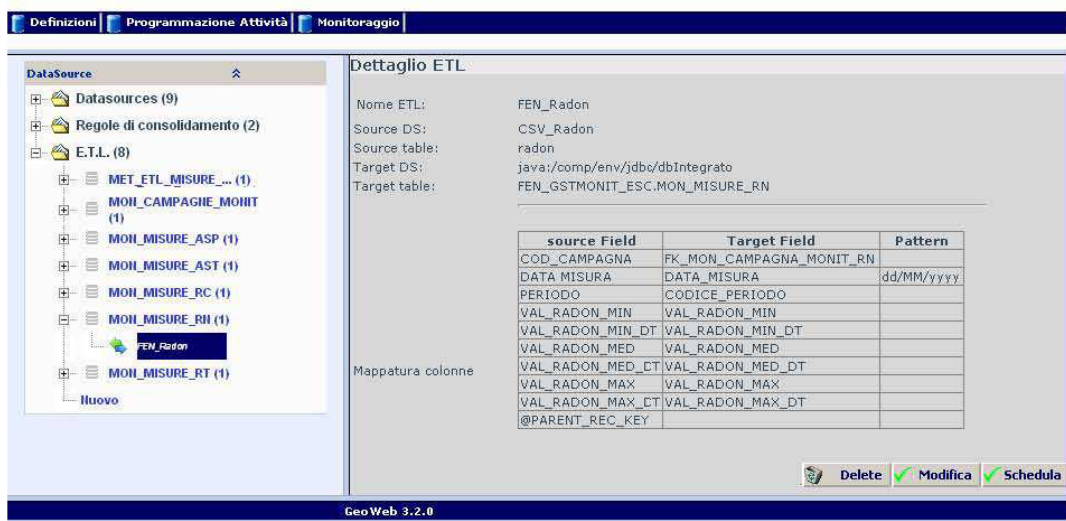
Nella sezione Programmazione Attività l'utente effettua il caricamento dei file di input all'interno del Repository di caricamento.

Fig. 4 – Programmazione Attività



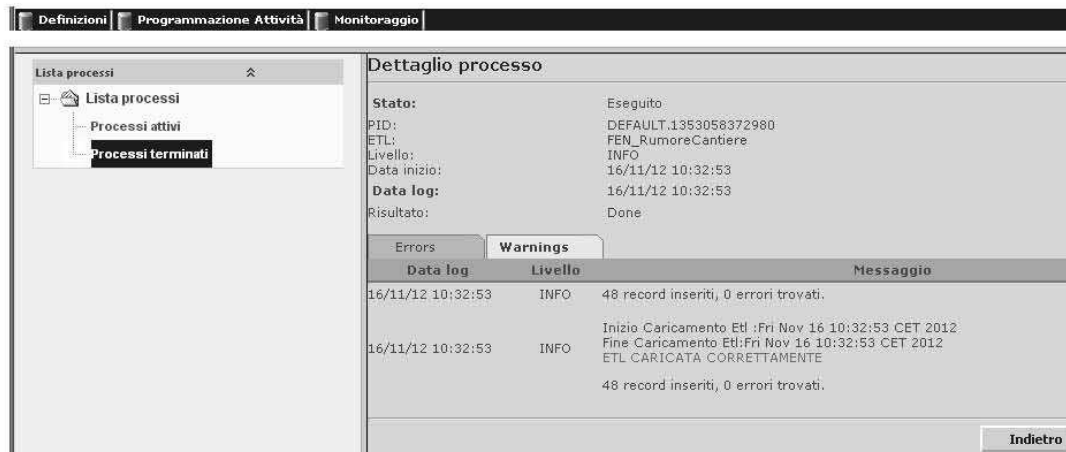
Nella sezione Definizioni l'utente amministratore effettua la schedulazione/esecuzione dei processi di caricamento massivo presenti, nonché la creazione di nuovi processi.

Fig. 5 – Definizioni



Nella sezione Monitoraggio l'utente effettua la verifica dell'esecuzione del processo di caricamento dati.

Fig. 6 – Monitoraggio del caricamento massivo



## Moduli specifici

Il sistema è stato dotato di moduli specifici orientati **all'analisi** e al supporto del processo di **validazione formale delle misure**.

### Analisi andamenti e soglie

Il modulo **Andamenti e Soglie** ha lo scopo di realizzare, a partire dalle misure effettuate dagli strumenti di monitoraggio, un datawarehouse che consenta l'analisi puntuale e storica delle informazioni raccolte.

Il modulo si basa sulla definizione di 3 classi di lavoro principali, ovvero:

- Punti
- Parametri
- Serie

I **punti** sono rappresentativi delle stazioni/strumenti di monitoraggio dislocati sul territorio (es. stazioni di rilevamento dei parametri meteorologici).

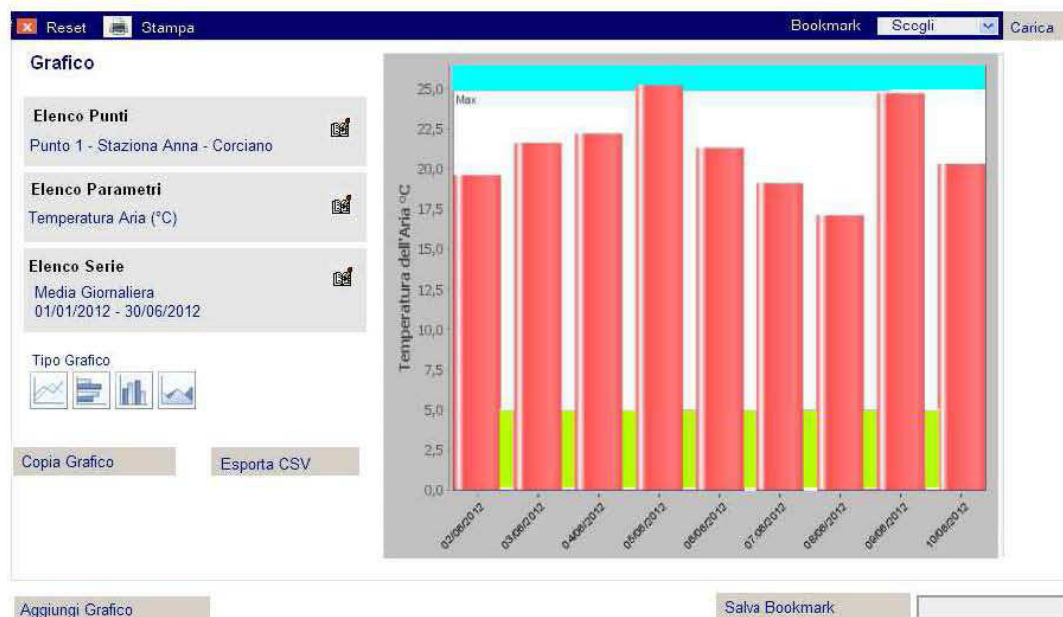
I **parametri** sono rappresentativi delle grandezze ambientali oggetto dell'attività di monitoraggio (es. temperatura, umidità relativa, pressione atmosferica, altezza di pioggia, ecc.)

Le **serie** rappresentano le possibili serie temporali di dati generati a partire dalle misure effettuate per i diversi parametri (es. valori minimi, medi e massimi giornalieri di temperatura, cumulata giornaliera di pioggia, ecc.)

Per ogni parametro è inoltre possibile definire (ove necessario) le relative **soglie**, ovvero dei valori di attenzione o allarme (es. valori limite di legge nel caso di monitoraggio di sostanza nocive).

Il componente a partire dalla combinazione di punti, parametri e serie permettere di generare varie tipologie di grafici, compatibili con le scelte utente. Il grafico risultante dipenderà dal tipo di selezione effettuata sui tre elementi ed in base alla loro combinazione e cardinalità.

Fig. 7 – Analisi degli andamenti



### Modulo validazioni

Un sistema di monitoraggio ambientale ospita le misure dei parametri ambientali oggetto di monitoraggio e deve permettere le attività di verifica e validazione delle misure effettuate.

Si possono infatti verificare anomalie strumentali ed ambientali che non permettono l'acquisizione del dato o generano un'alterazione del dato stesso che deve poter essere corretta o comunque identificata al fine di evitare la segnalazione di anomalie o situazioni di allarme non reali.

Il modulo **Validazioni** ha l'obiettivo di tracciare i passaggi di stato di una misura attraverso le varie fasi di verifica e validazione, effettuate dai soggetti deputato a tali attività.

Sono stati previsti i seguenti stati di validazione per le misure effettuate:

- stato "caricato"
- stato "pubblicato"

- stato "confermato"
- stato "variato"
- stato "inoltrato 1"
- stato "inoltrato 2"

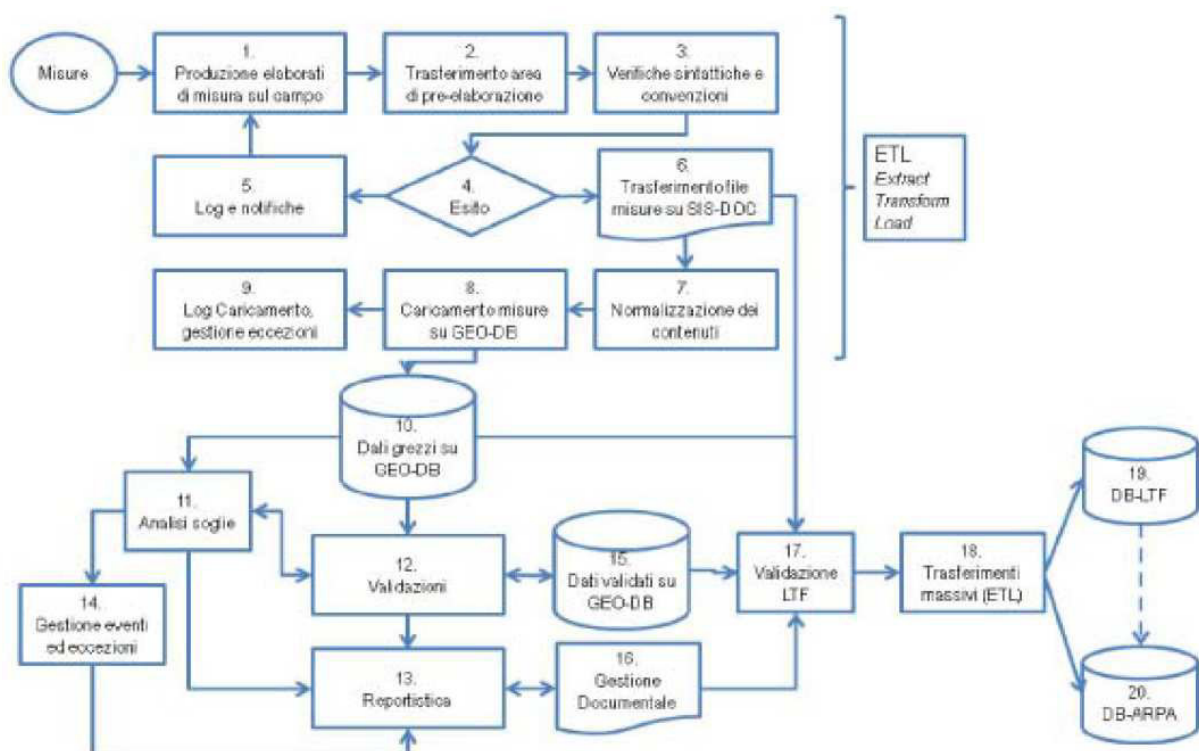
Sono definiti, per ogni stato, un tempo massimo di **latenza delle misura**. Superato tale tempo, la misura sarà inoltrata allo stato successivo direttamente dal sistema.

L'utente abilitato a visualizzare le misure in uno specifico stato avrà la possibilità di effettuare la consultazione alfanumerica e la visualizzazione attraverso grafici di andamento con evidenziati eventuali valori di soglia per individuare rapidamente la presenza di misure anomale.

### Motore reportistica

Il sistema include un sofisticato motore di reportistica in grado di produrre elaborati complessi e che includono, oltre ai dati tabellari, mappe, andamenti e schemi.

### SCHEMA GENERALE DEL GEODB SIMAF



## REQUISITI DI CARATTERE GENERALE DEL SISTEMA INFORMATIVO SIMAF

Gestire ed Integrare banche dati geografiche, alfanumeriche e documentali per la condivisione dell'informazione, bonifica, analisi e supporto alle decisioni, sfruttando le capacità di rappresentazione e sintesi, tipiche degli ambienti GIS.

Sistema Enterprise, web sia nelle componenti di fruizione che di amministrazione, per un gruppo di lavoro eterogeneo operante in una organizzazione intranet-extranet.

Applicazioni utilizzabili a tutti i livelli anche da personale tecnico e amministrativo non specialista di ambienti GIS.

Capacità di adeguarsi agli scenari evolutivi dell'attività di monitoraggio nell'arco di un lungo periodo

Alto livello di standardizzazione e di industrializzazione dei processi che riguardano:

- la verifica formale dei dati rilevati in campo
- le attività di normalizzazione dei dati rilevati in campo
- le attività di caricamento dei dati verificati sintatticamente e normalizzati nel geodatabase
- le attività di verifica delle soglie
- le attività di trasferimento massivo ad altre infrastrutture (LTF-ARPA)
- tracciatura di ogni attività
- gestione criticità ed eccezioni
- gestione documentale con accesso tramite metadati
- definizione dei ruoli e dei permessi capillare basabile su differenti criteri, inclusa la localizzazione territoriale del dato, la sua natura, la sua storicità, il suo stato
- massima reperibilità dell'informazione stoccata tramite l'utilizzo di un query builder, con la possibilità di salvare le interrogazioni più frequenti settandone semplicemente i parametri
- supporto alla produzione di reportistica e alla gestione documentale formale dei documenti prodotti
- rappresentazioni multi-criteriali in mappa, con dimensione storica
- rappresentazione degli andamenti delle misure (grafico lineare, grafico a punti, istogramma, radar, polare, isolinee, ecc.)
- Gestire diverse serie di dati (serie orarie, serie giornaliere, medie su periodo, valori cumulati, ecc.);
- Definire intervalli temporali di analisi;
- Definire e visualizzare valori limite (soglia, allarme, tendenza ecc.) per la verifica immediata di possibili superamenti di tali valori;
- visualizzare per uno stesso punto l'andamento di diversi parametri indicatori (grafici multi - asse);
- Confrontare per punti diversi l'andamento di uno stesso parametro;
- Salvare grafici creati per successive visualizzazioni;
- Selezionare i punti di interesse tramite filtri alfanumerici o selezioni in mappa;
- Esportazione dei dati tabellari in applicazioni esterne

## **Allegato 2 – Coordinate punti di monitoraggio**

PUNTI DI MONITORAGGIO ANTE OPERAM		
NOME	X	Y
AGR-CHI-01	368324	4996643
AGR-CHM-01	341886	4999018
AGR-GIA-01	339394	5001436
AGR-SUS-01	348638	5000410
AGR-SUS-02	350359	4999429
AGR-SUS-03	352328	4999239
AGR-TOR-01	420084	5008380
AST-BUS-01	352610	4999902
AST-BUS-02	352703	4999753
AST-BUS-03	352811	4999613
AST-CAP-01	368602	4996735
AST-CHI-01	368067	4996332
AST-CHI-02	368283	4996692
AST-CHI-03	368603	4996366
AST-CHM-01	342099	4999034
AST-CHM-02	342006	4999316
AST-GIA-01	339390	5001344
AST-GIA-02	342204	5002071
AST-GIA-03	343759	5000889
AST-GIA-04	341963	5002296
AST-GIA-05	339652	5000877
AST-GIA-06	341622	5000604
AST-GIA-07	342293	5002015
AST-GIA-08	339714	5000880
AST-GIA-09	340988	5001700
AST-GIA-10	339443	5001002
AST-GIA-11	339317	5001714
AST-GIA-12	342749	5001423
AST-GIA-13	341957	5002109
AST-GIA-14	343703	5000885
AST-GIA-15	343754	5000792
AST-GIA-16	343780	5000736
AST-GIA-17	339460	5001129
AST-GIA-18	341669	5001337
AST-GIA-19	342542	5001274
AST-GIA-20	343334	5000556
AST-GIA-21	342046	5000600
AST-MAT-01	353070	4997992
AST-MAT-02	351778	4996466
AST-MOM-01	345833	5001211
AST-MOM-02	346479	5000976
AST-MOM-03	345648	5001051
AST-MOM-04	349020	5001155
AST-MOM-05	346157	5002344

PUNTI DI MONITORAGGIO ANTE OPERAM		
NOME	X	Y
AST-MOM-06	347922	5000987
AST-MOM-07	345718	5001816
AST-MOM-08	346035	5001298
AST-MOM-09	348160	5001771
AST-MOM-10	348143	5001733
AST-MOM-11	348583	5001556
AST-MOM-12	348557	5001050
AST-MOM-13	348291	5001066
AST-MOM-14	348213	5000697
AST-MOM-15	346690	5002053
AST-MOM-16	347223	5003003
AST-MOM-17	347136	5003070
AST-MOM-18	347145	5003113
AST-MOM-19	347078	5003447
AST-MOM-20	347095	5003595
AST-SUS-01	350860	4999444
AST-SUS-02	350177	4999535
AST-SUS-03	349676	4999788
AST-SUS-04	350551	4999302
AST-SUS-05	352442	4999131
AST-SUS-06	350278	4999699
AST-SUS-07	349267	5000042
AST-SUS-08	348275	5000288
AST-SUS-09	348341	4999994
AST-SUS-10	348804	5000238
AST-SUS-11	349566	4999691
AST-SUS-12	347290	4999948
AST-SUS-13	350757	4999407
AST-SUS-14	348979	5000033
AST-SUS-15	348788	4999862
AST-SUS-16	348621	4999980
AST-SUS-17	352486	4999248
AST-TOR-01	420646	5008176
AST-TOR-02	419499	5008921
AST-TOR-03	420796	5007984
AST-TOR-04	420641	5008489
AST-VEN-01	345238	5001436
AST-VEN-02	344545	5001674
AST-VEN-03	344188	5001645
ATC-AM-SUS-01	348471	5000375
ATC-Rad-CHM-01	341898	4999242
ATC-Rad-SUS-01	348471	5000375
ATC-Rad-SUS-02	351033	4999242
ATC-Rn-CHM-01	341898	4999242



PUNTI DI MONITORAGGIO ANTE OPERAM		
NOME	X	Y
ATC-Rn-SUS-01	348471	5000375
ATC-Rn-SUS-02	351033	4999242
ATR-AM-BUS-01	352787	4999096
ATR-AM-CHM-01	341898	4999242
ATR-AM-SUS-01	348852	5000337
ATR-AM-SUS-02	349287	5000060
ATR-AM-SUS-03	350036	4999381
ATR-AM-SUS-04	351404	4999237
ATR-AM-SUS-05	348390	5000311
ATR-ATM-CAP-01	368686	4997388
ATR-ATM-CHM-01	341898	4999242
ATR-ATM-MOM-01	348487	5000541
ATR-ATM-SUS-02	349287	5000060
ATR-ATM-TOR-01	419531	5008799
ATR-DEP-CAP-01	368686	4997388
ATR-DEP-CHM-01	341898	4999242
ATR-DEP-SUS-02	349287	5000060
ATR-DEP-TOR-01	419531	5008799
ATR-PO-BUS-01	352787	4999096
ATR-PO-CAP-01	368686	4997388
ATR-PO-CHM-01	341898	4999242
ATR-PO-SUS-01	348852	5000337
ATR-PO-SUS-02	349287	5000060
ATR-PO-SUS-03	350036	4999381
ATR-PO-SUS-04	351404	4999237
ATR-PO-TOR-01	419531	5008799
ATR-Rad-CAP-01	368686	4997388
ATR-Rad-CHM-01	341898	4999242
ATR-Rad-SUS-02	349287	5000060
ATR-Rad-SUS-04	351404	4999237
ATR-Rad-SUS-05	348390	5000311
ATR-Rad-TOR-01	419531	5008799
ATR-Rn-CAP-01	368696	4997376
ATR-Rn-CHM-01	341674	4999158
ATR-Rn-SUS-01	348845	5000336
ATR-Rn-SUS-02	349288	5000054
ATR-Rn-SUS-03	350035	4999372
ATR-Rn-SUS-04	351403	4999220
ATR-Rn-SUS-05	348400	5000259
ATR-Rn-TOR-01	419539	5008773
BAQ-CL-01	339426	5001472
BAQ-CL-02	339509	5001101
BAQ-CL-03	341942	4999459
BAQ-CL-04	342124	4999261

PUNTI DI MONITORAGGIO ANTE OPERAM		
NOME	X	Y
BAQ-DR-01	349171	4999864
BAQ-DR-02	351307	4999528
BAQ-DR-03	352531	4999409
BAQ-DR-04	352897	4999551
BAQ-DR-05	368176	4996511
BAQ-DR-06	368683	4996621
BAT-BUS-01	352808	4999107
BAT-CAP-01	368680	4997365
BAT-CHM-01	341673	4999150
BAT-SUS-01	348856	5000351
BAT-SUS-02	351409	4999226
BAT-TOR-01	419515	5008807
ELF-SUS-01	347382	5000495
ELF-SUS-02	347567	5000206
ELF-SUS-03	348086	5000026
ELF-VEN-01	343660	5002640
ELF-VEN-02	343856	5002253
ELF-VEN-03	343921	5002031
FAA-BUS-01	353015	4999780
FAA-BUS-02	352746	4999170
FAA-CHM-01	342226	4999016
FAA-CON-01	368087	4996741
FAA-GIA-01	339192	5001484
FAA-GIA-02	339789	5001241
FAA-MOM-01	348627	5000796
FAA-SUS-01	348679	5000506
FAA-SUS-02	349182	5000299
FAA-SUS-03	350877	4999524
FAA-TOR-01	420202	5008556
FAC-BUS-01	352585	4999655
FAC-BUS-02	352820	4999320
FAC-CHM-01	341650	4999313
FAC-GIA-01	339247	5001169
FAC-GIA-02	339651	5001585
FAC-MOM-01	348760	5000876
FAC-SUS-01	348521	5000430
FAC-SUS-02	349072	5000211
FAC-SUS-03	350651	4999250
FAI-BUS-01	352941	4999598
FAI-BUS-02	353544	4999924
FAI-GIA-01	339519	5001074
FAI-GIA-02	339412	5001534
FAI-SUS-01	349169	4999866
FAI-SUS-02	350798	4999484

PUNTI DI MONITORAGGIO ANTE OPERAM		
NOME	X	Y
FAR-BUS-01	352832	4999248
FAR-CHM-01	342010	4998947
FAR-GIA-01	339221	5001159
FAR-GIA-02	339725	5001526
FAR-SUS-01	348614	5000504
FAU-BUS-01	352914	4999646
FAU-CAP-01	368298	4996794
FAU-CHM-01	342205	4999096
FAU-GIA-01	339216	5001329
FAU-GIA-02	339788	5001303
FAU-MOM-01	348509	5000857
FAU-SUS-01	348558	5000446
FAU-SUS-02	348854	5000188
FAU-SUS-03	350781	4999521
FAU-SUS-04	352511	4999132
FAU-TOR-01	420146	5008698
FIC-CL-01	339509	5001101
FIC-DR-02	350613	4999524
FIM-CE-01	344300	5002166
FIM-CL-01	339426	5001472
FIM-CM-01	350471	4999117
FIM-CO-01	350712	4998294
FIM-DR-01	341781	4998876
FIM-DR-02	349171	4999864
FIM-DR-03	352531	4999409
FIM-DR-04	368176	4996511
FIM-GE-01	352978	4998004
FIM-GI-01	348314	5000855
FIM-ML-01	419827	5009530
FIV-CE-01	344856	5001542
FIV-CL-01	342124	4999261
FIV-CM-01	351278	4999176
FIV-CO-01	351394	4999066
FIV-DR-01	342498	4999334
FIV-DR-02	351307	4999528
FIV-DR-03	352897	4999551
FIV-DR-04	368683	4996621
FIV-GE-01	353308	4998456
FIV-GI-01	347874	5000383
FIV-ML-01	420590	5008709
PAE-BUS-01	351724	5000585
PAE-BUS-02	352794	4999441
PAE-CHI-01	369607	4995165
PAE-CHM-01	341859	4999356

PUNTI DI MONITORAGGIO ANTE OPERAM		
NOME	X	Y
PAE-CON-01	368173	4996855
PAE-GIA-01	339458	5001214
PAE-GIA-02	339590	5001203
PAE-MAT-01	350204	4998537
PAE-MOM-01	348428	5000696
PAE-SAN-01	369843	4996062
PAE-SUS-01	348426	5000325
PAE-SUS-02	349018	5000189
PAE-SUS-03	348820	5000368
PAE-SUS-04	349504	5000033
PAE-SUS-05	349176	4999866
PAE-SUS-06	349816	4999431
PAE-SUS-07	350291	5000321
PAE-SUS-08	350982	4999387
PAE-TOR-01	419577	5008753
PAE-TOR-02	420560	5008247
RUC-CAP-01	368837	4996805
RUC-GIA-01	339453	5001383
RUC-GIA-02	342036	4999434
RUC-SUS-02	348817	5000379
RUC-TOR-01	419773	5008510
RUC-TOR-02	419549	5008787
RUL-BUS-01	352197	4999523
RUL-BUS-02	352922	4999438
RUL-SUS-05	349964	4999352
RUM-BUS-03	352916	4999089
RUM-SUS-01	348432	5000288
RUM-SUS-03	349848	4999692
RUM-SUS-04	349966	4999622
RUV-GIA-03	342274	5000500
SUO-BUS-01	352802	4999803
SUO-CHM-01	341975	4999193
SUO-GIA-01	339392	5001267
SUO-MOM-01	348485	5000708
SUO-SUS-01	348507	5000227
SUO-SUS-02	349962	4999715
SUO-SUS-03	350807	4999297
SUO-SUS-04	352498	4999229
SUV-CAP-01	368266	4996913
SUV-CHM-01	342227	4999213
SUV-GIA-01	339320	5001376
SUV-GIA-02	339655	5001423
SUV-SUS-01	348593	5000439
SUV-SUS-02	350312	4999457

PUNTI DI MONITORAGGIO ANTE OPERAM		
NOME	X	Y
SUV-SUS-03	352041	4998887
SUV-SUS-04	352539	4999130
SUV-SUS-05	352655	4999456
VEG-BUS-01	352718	4999720
VEG-BUS-02	353212	4999888
VEG-BUS-03	351711	5000617
VEG-CAP-01	368266	4996913
VEG-CHM-01	342227	4999213
VEG-GIA-01	339320	5001376
VEG-GIA-02	339655	5001423
VEG-MOM-01	348485	5000708
VEG-SUS-01	348593	5000439
VEG-SUS-02	348984	5000231
VEG-SUS-03	350312	4999457
VEG-SUS-04	352041	4998887
VEG-SUS-05	352539	4999130
VEG-SUS-06	352655	4999456
VEG-SUS-07	350620	4999570
VEG-TOR-01	420143	5008688
VES-MOM-01	346483	5001742
VES-MOM-02	347922	5000987
VES-MOM-03	345718	5001816
VES-MOM-04	348583	5001556
VES-MOM-05	348160	5001771
VES-MOM-06	345836	5001777
VES-MOM-07	346180	5001370
VES-MOM-08	346291	5001396
VES-MOM-09	346590	5001380
VES-MOM-10	346874	5001007
VES-MOM-11	348296	5001084
VES-MOM-12	348449	5000928
VES-MOM-13	348879	5000979
VIB-SUS-01	348369	5000278
VIB-SUS-02	349160	5000065
VIB-SUS-03	349856	4999670
VIB-SUS-04	349968	4999607

PUNTI DI MONITORAGGIO CORSO D'OPERA		
NOME	X	Y
AGR-CHI-01	368324	4996643
AGR-CHM-01	341886	4999018
AGR-GIA-01	339394	5001436
AGR-SUS-01	348638	5000410
AGR-SUS-02	350359	4999429
AGR-SUS-03	352328	4999239
AGR-TOR-01	420084	5008380
AST-BUS-01	352610	4999902
AST-BUS-02	352703	4999753
AST-BUS-03	352811	4999613
AST-CAP-01	368602	4996735
AST-CHI-01	368067	4996332
AST-CHI-02	368283	4996692
AST-CHI-03	368603	4996366
AST-CHM-01	342099	4999034
AST-CHM-02	342006	4999316
AST-GIA-01	339390	5001344
AST-GIA-02	342204	5002071
AST-GIA-03	343759	5000889
AST-GIA-04	341963	5002296
AST-GIA-05	339652	5000877
AST-GIA-06	341622	5000604
AST-GIA-07	342293	5002015
AST-GIA-08	339714	5000880
AST-GIA-09	340988	5001700
AST-GIA-10	339443	5001002
AST-GIA-11	339317	5001714
AST-GIA-12	342749	5001423
AST-GIA-13	341957	5002109
AST-GIA-14	343703	5000885
AST-GIA-15	343754	5000792
AST-GIA-16	343780	5000736
AST-GIA-17	339460	5001129
AST-GIA-18	341669	5001337
AST-GIA-19	342542	5001274
AST-GIA-20	343334	5000556
AST-GIA-21	342046	5000600
AST-MAT-01	353070	4997992
AST-MAT-02	351778	4996466
AST-MOM-01	345833	5001211
AST-MOM-02	346479	5000976
AST-MOM-03	345648	5001051
AST-MOM-04	349020	5001155
AST-MOM-05	346157	5002344

PUNTI DI MONITORAGGIO CORSO D'OPERA		
NOME	X	Y
AST-MOM-06	347922	5000987
AST-MOM-07	345718	5001816
AST-MOM-08	346035	5001298
AST-MOM-09	348160	5001771
AST-MOM-10	348143	5001733
AST-MOM-11	348583	5001556
AST-MOM-12	348557	5001050
AST-MOM-13	348291	5001066
AST-MOM-14	348213	5000697
AST-MOM-15	346690	5002053
AST-MOM-16	347223	5003003
AST-MOM-17	347136	5003070
AST-MOM-18	347145	5003113
AST-MOM-19	347078	5003447
AST-MOM-20	347095	5003595
AST-SUS-01	350860	4999444
AST-SUS-02	350177	4999535
AST-SUS-03	349676	4999788
AST-SUS-04	350551	4999302
AST-SUS-05	352442	4999131
AST-SUS-06	350278	4999699
AST-SUS-07	349267	5000042
AST-SUS-08	348275	5000288
AST-SUS-09	348341	4999994
AST-SUS-10	348804	5000238
AST-SUS-11	349566	4999691
AST-SUS-12	347290	4999948
AST-SUS-13	350757	4999407
AST-SUS-14	348979	5000033
AST-SUS-15	348788	4999862
AST-SUS-16	348621	4999980
AST-SUS-17	352486	4999248
AST-TOR-01	420646	5008176
AST-TOR-02	419499	5008921
AST-TOR-03	420796	5007984
AST-TOR-04	420641	5008489
AST-VEN-01	345238	5001436
AST-VEN-02	344545	5001674
AST-VEN-03	344188	5001645
ATC-AM-SUS-01	348471	5000375
ATC-Rad-CHM-01	341898	4999242
ATC-Rad-SUS-01	348471	5000375
ATC-Rad-SUS-02	351033	4999242
ATC-Rn-CHM-01	341898	4999242

PUNTI DI MONITORAGGIO CORSO D'OPERA		
NOME	X	Y
ATC-Rn-SUS-01	348471	5000375
ATC-Rn-SUS-02	351033	4999242
ATR-AM-BUS-01	352787	4999096
ATR-AM-CHM-01	341674	4999160
ATR-AM-SUS-01	348852	5000337
ATR-AM-SUS-02	349287	5000060
ATR-AM-SUS-03	350036	4999381
ATR-AM-SUS-04	351404	4999237
ATR-AM-SUS-05	348390	5000311
ATR-ATM-CAP-01	368686	4997388
ATR-ATM-CHM-01	341674	4999160
ATR-ATM-MOM-01	348487	5000541
ATR-ATM-SUS-02	349287	5000060
ATR-ATM-TOR-01	419531	5008799
ATR-DEP-CAP-01	368686	4997388
ATR-DEP-CHM-01	341674	4999160
ATR-DEP-SUS-02	349287	5000060
ATR-DEP-TOR-01	419531	5008799
ATR-PM10-SUS-02	349287	5000060
ATR-PM10-SUS-03	350036	4999381
ATR-PO-BUS-01	352787	4999096
ATR-PO-CAP-01	368686	4997388
ATR-PO-CHM-01	341674	4999160
ATR-PO-SUS-01	348852	5000337
ATR-PO-SUS-02	349287	5000060
ATR-PO-SUS-03	350036	4999381
ATR-PO-SUS-04	351404	4999237
ATR-PO-TOR-01	419531	5008799
ATR-Rad-CAP-01	368686	4997388
ATR-Rad-CHM-01	341674	4999160
ATR-Rad-SUS-02	349287	5000060
ATR-Rad-SUS-04	351403	4999220
ATR-Rad-SUS-05	348390	5000311
ATR-Rad-TOR-01	419531	5008799
ATR-Rn-CAP-01	368696	4997376
ATR-Rn-CHM-01	341674	4999158
ATR-Rn-SUS-01	348845	5000336
ATR-Rn-SUS-02	349288	5000054
ATR-Rn-SUS-03	350035	4999372
ATR-Rn-SUS-04	351403	4999220
ATR-Rn-SUS-05	348400	5000259
ATR-Rn-TOR-01	419539	5008773
BAQ-CL-01	339426	5001472
BAQ-CL-02	339509	5001101



PUNTI DI MONITORAGGIO CORSO D'OPERA		
NOME	X	Y
BAQ-CL-03	341942	4999459
BAQ-CL-04	342124	4999261
BAQ-DR-01	349171	4999864
BAQ-DR-02	351307	4999528
BAQ-DR-03	352531	4999409
BAQ-DR-04	352897	4999551
BAQ-DR-05	368176	4996511
BAQ-DR-06	368683	4996621
BAT-BUS-01	352808	4999107
BAT-CAP-01	368680	4997365
BAT-CHM-01	341673	4999150
BAT-SUS-01	348856	5000351
BAT-SUS-02	351409	4999226
BAT-TOR-01	419515	5008807
FAA-BUS-01	353015	4999780
FAA-BUS-02	352746	4999170
FAA-CHM-01	342226	4999016
FAA-CON-01	368087	4996741
FAA-GIA-01	339192	5001484
FAA-GIA-02	339789	5001241
FAA-MOM-01	348627	5000796
FAA-SUS-01	348679	5000506
FAA-SUS-02	349182	5000299
FAA-SUS-03	350877	4999524
FAA-TOR-01	420202	5008556
FAC-BUS-01	352585	4999655
FAC-BUS-02	352820	4999320
FAC-CHM-01	341650	4999313
FAC-GIA-01	339247	5001169
FAC-GIA-02	339651	5001585
FAC-MOM-01	348760	5000876
FAC-SUS-01	348530	5000450
FAC-SUS-02	349072	5000211
FAC-SUS-03	350651	4999250
FAI-BUS-01	352941	4999598
FAI-BUS-02	353544	4999924
FAI-GIA-01	339519	5001074
FAI-GIA-02	339412	5001534
FAI-SUS-01	349169	4999866
FAI-SUS-02	350798	4999484
FAR-BUS-01	352832	4999248
FAR-CHM-01	342010	4998947
FAR-GIA-01	339221	5001159
FAR-GIA-02	339725	5001526

PUNTI DI MONITORAGGIO CORSO D'OPERA		
NOME	X	Y
FAR-SUS-01	348614	5000504
FAT-SUS-01	349270	5000218
FAT-SUS-02	349346	4999757
FAT-SUS-03	350147	4999686
FAT-SUS-04	350957	4999388
FAU-BUS-01	352914	4999646
FAU-CAP-01	368298	4996794
FAU-CHM-01	342205	4999096
FAU-GIA-01	339216	5001329
FAU-GIA-02	339788	5001303
FAU-MOM-01	348509	5000857
FAU-SUS-01	348564	5000472
FAU-SUS-02	348854	5000188
FAU-SUS-03	350781	4999521
FAU-SUS-04	352511	4999132
FAU-TOR-01	420146	5008698
FIC-CL-01	339509	5001101
FIC-DR-02	350613	4999524
FIM-CE-01	344300	5002166
FIM-CL-01	339426	5001472
FIM-CM-01	350471	4999117
FIM-CO-01	350712	4998294
FIM-DR-01	341781	4998876
FIM-DR-02	349171	4999864
FIM-DR-03	352531	4999409
FIM-DR-04	368176	4996511
FIM-GE-01	352978	4998004
FIM-GI-01	348314	5000855
FIM-ML-01	419827	5009530
FIV-CE-01	344856	5001542
FIV-CL-01	342124	4999261
FIV-CM-01	351278	4999176
FIV-CO-01	351394	4999066
FIV-DR-01	342498	4999334
FIV-DR-02	351307	4999528
FIV-DR-03	352897	4999551
FIV-DR-04	368683	4996621
FIV-GE-01	353308	4998456
FIV-GI-01	347874	5000383
FIV-ML-01	420590	5008709
PAE-BUS-01	351724	5000585
PAE-BUS-02	352794	4999441
PAE-CHI-01	369607	4995165
PAE-CHM-01	341859	4999356

PUNTI DI MONITORAGGIO CORSO D'OPERA		
NOME	X	Y
PAE-CON-01	368173	4996855
PAE-GIA-01	339458	5001214
PAE-GIA-02	339590	5001203
PAE-MAT-01	350204	4998537
PAE-MOM-01	348428	5000696
PAE-SAN-01	369843	4996062
PAE-SUS-01	348426	5000325
PAE-SUS-02	349018	5000189
PAE-SUS-03	348820	5000368
PAE-SUS-04	349504	5000033
PAE-SUS-05	349176	4999866
PAE-SUS-06	349816	4999431
PAE-SUS-07	350291	5000321
PAE-SUS-08	350982	4999387
PAE-TOR-01	419577	5008753
PAE-TOR-02	420560	5008247
RUC_R4-ATS-01	349698	4999904
RUC_R4-ATS-02	349807	4999711
RUC_R4-INB-01	352752	4999786
RUC_R4-INS-01	350593	4999309
RUC_R4-TDB-01	348496	5000322
RUC_R4-TDB-02	348721	5000292
RUC-CAP-01	368837	4996805
RUC-GIA-01	339453	5001383
RUC-GIA-02	342036	4999434
RUC-SUS-01	348418	5000292
RUC-SUS-02	348812	5000394
RUC-SUS-03	349848	4999692
RUC-SUS-04	349966	4999622
RUC-TOR-01	419773	5008510
RUC-TOR-02	419549	5008787
RUM-BUS-03	352916	4999089
RUV-GIA-03	342274	5000500
SUO-BUS-01	352802	4999803
SUO-CHM-01	341975	4999193
SUO-GIA-01	339392	5001267
SUO-MOM-01	348485	5000708
SUO-SUS-01	348507	5000227
SUO-SUS-02	349962	4999715
SUO-SUS-03	350807	4999297
SUO-SUS-04	352498	4999229
SUV-CAP-01	368266	4996913
SUV-CHM-01	342227	4999213
SUV-GIA-01	339320	5001376

PUNTI DI MONITORAGGIO CORSO D'OPERA		
NOME	X	Y
SUV-GIA-02	339655	5001423
SUV-SUS-01	348593	5000439
SUV-SUS-02	350312	4999457
SUV-SUS-03	352041	4998887
SUV-SUS-04	352539	4999130
SUV-SUS-05	352655	4999456
VEG-BUS-01	352718	4999720
VEG-BUS-02	353212	4999888
VEG-BUS-03	351711	5000617
VEG-CAP-01	368266	4996913
VEG-CHM-01	342227	4999213
VEG-GIA-01	339320	5001376
VEG-GIA-02	339655	5001423
VEG-MOM-01	348485	5000708
VEG-SUS-01	348593	5000439
VEG-SUS-02	348984	5000231
VEG-SUS-03	350312	4999457
VEG-SUS-04	352041	4998887
VEG-SUS-05	352539	4999130
VEG-SUS-06	352655	4999456
VEG-SUS-07	350620	4999570
VEG-TOR-01	420143	5008688
VEI-SUS-06	349527	4999750
VES-MOM-01	346483	5001742
VES-MOM-02	347922	5000987
VES-MOM-03	345718	5001816
VES-MOM-04	348583	5001556
VES-MOM-05	348160	5001771
VES-MOM-06	345836	5001777
VES-MOM-07	346180	5001370
VES-MOM-08	346291	5001396
VES-MOM-09	346590	5001380
VES-MOM-10	346874	5001007
VES-MOM-11	348296	5001084
VES-MOM-12	348449	5000928
VES-MOM-13	348879	5000979
VIB-SUS-01	348371	5000280
VIB-SUS-02	349160	5000065
VIB-SUS-03	349856	4999670

PUNTI DI MONITORAGGIO POST OPERAM		
NOME	X	Y
AGR-CHI-01	368324	4996643
AGR-CHM-01	341886	4999018
AGR-GIA-01	339394	5001436
AGR-SUS-01	348638	5000410
AGR-SUS-02	350359	4999429
AGR-SUS-03	352328	4999239
AGR-TOR-01	420084	5008380
AST-BUS-01	352610	4999902
AST-BUS-02	352703	4999753
AST-BUS-03	352811	4999613
AST-CAP-01	368602	4996735
AST-CHI-01	368067	4996332
AST-CHI-02	368283	4996692
AST-CHI-03	368603	4996366
AST-CHM-01	342099	4999034
AST-CHM-02	342006	4999316
AST-GIA-01	339390	5001344
AST-GIA-02	342204	5002071
AST-GIA-03	343759	5000889
AST-GIA-04	341963	5002296
AST-GIA-05	339652	5000877
AST-GIA-06	341622	5000604
AST-GIA-07	342293	5002015
AST-GIA-08	339714	5000880
AST-GIA-09	340988	5001700
AST-GIA-10	339443	5001002
AST-GIA-11	339317	5001714
AST-GIA-12	342749	5001423
AST-GIA-13	341957	5002109
AST-GIA-14	343703	5000885
AST-GIA-15	343754	5000792
AST-GIA-16	343780	5000736
AST-GIA-17	339460	5001129
AST-GIA-18	341669	5001337
AST-GIA-19	342542	5001274
AST-GIA-20	343334	5000556
AST-GIA-21	342046	5000600
AST-MAT-01	353070	4997992
AST-MAT-02	351778	4996466
AST-MOM-01	345833	5001211
AST-MOM-02	346479	5000976
AST-MOM-03	345648	5001051
AST-MOM-04	349020	5001155
AST-MOM-05	346157	5002344

PUNTI DI MONITORAGGIO POST OPERAM		
NOME	X	Y
AST-MOM-06	347922	5000987
AST-MOM-07	345718	5001816
AST-MOM-08	346035	5001298
AST-MOM-09	348160	5001771
AST-MOM-10	348143	5001733
AST-MOM-11	348583	5001556
AST-MOM-12	348557	5001050
AST-MOM-13	348291	5001066
AST-MOM-14	348213	5000697
AST-MOM-15	346690	5002053
AST-MOM-16	347223	5003003
AST-MOM-17	347136	5003070
AST-MOM-18	347145	5003113
AST-MOM-19	347078	5003447
AST-MOM-20	347095	5003595
AST-SUS-01	350860	4999444
AST-SUS-02	350177	4999535
AST-SUS-03	349676	4999788
AST-SUS-04	350551	4999302
AST-SUS-05	352442	4999131
AST-SUS-06	350278	4999699
AST-SUS-07	349267	5000042
AST-SUS-08	348275	5000288
AST-SUS-09	348341	4999994
AST-SUS-10	348804	5000238
AST-SUS-11	349566	4999691
AST-SUS-12	347290	4999948
AST-SUS-13	350757	4999407
AST-SUS-14	348979	5000033
AST-SUS-15	348788	4999862
AST-SUS-16	348621	4999980
AST-SUS-17	352486	4999248
AST-TOR-01	420646	5008176
AST-TOR-02	419499	5008921
AST-TOR-03	420796	5007984
AST-TOR-04	420641	5008489
AST-VEN-01	345238	5001436
AST-VEN-02	344545	5001674
AST-VEN-03	344188	5001645
ATR-AM-BUS-01	352787	4999096
ATR-AM-CHM-01	341674	4999160
ATR-AM-SUS-01	348852	5000337
ATR-AM-SUS-02	349287	5000060
ATR-AM-SUS-03	350036	4999381

PUNTI DI MONITORAGGIO POST OPERAM		
NOME	X	Y
ATR-AM-SUS-04	351404	4999237
ATR-ATM-CAP-01	368686	4997388
ATR-ATM-CHM-01	341674	4999160
ATR-ATM-MOM-01	348487	5000541
ATR-ATM-SUS-02	349287	5000060
ATR-ATM-TOR-01	419531	5008799
ATR-DEP-CAP-01	368686	4997388
ATR-DEP-CHM-01	341674	4999160
ATR-DEP-SUS-02	349287	5000060
ATR-DEP-TOR-01	419531	5008799
ATR-PO-BUS-01	352787	4999096
ATR-PO-CAP-01	368686	4997388
ATR-PO-CHM-01	341674	4999160
ATR-PO-SUS-01	348852	5000337
ATR-PO-SUS-02	349287	5000060
ATR-PO-SUS-03	350036	4999381
ATR-PO-SUS-04	351404	4999237
ATR-PO-TOR-01	419531	5008799
ATR-Rad-CAP-01	368686	4997388
ATR-Rad-CHM-01	341674	4999160
ATR-Rad-SUS-02	349287	5000060
ATR-Rad-TOR-01	419531	5008799
ATR-Rn-CAP-01	368696	4997376
ATR-Rn-CHM-01	341674	4999158
ATR-Rn-SUS-01	348845	5000336
ATR-Rn-SUS-02	349288	5000054
ATR-Rn-SUS-03	350035	4999372
ATR-Rn-TOR-01	419539	5008773
BAQ-CL-01	339426	5001472
BAQ-CL-02	339509	5001101
BAQ-CL-03	341942	4999459
BAQ-CL-04	342124	4999261
BAQ-DR-01	349171	4999864
BAQ-DR-02	351307	4999528
BAQ-DR-03	352531	4999409
BAQ-DR-04	352897	4999551
BAQ-DR-05	368176	4996511
BAQ-DR-06	368683	4996621
BAT-BUS-01	352808	4999107
BAT-CAP-01	368680	4997365
BAT-CHM-01	341673	4999150
BAT-SUS-01	348856	5000351
BAT-SUS-02	351409	4999226
BAT-TOR-01	419515	5008807

PUNTI DI MONITORAGGIO POST OPERAM		
NOME	X	Y
BAT-TOR-01	419515	5008807
ELF-SUS-01	347382	5000495
ELF-SUS-02	347567	5000206
ELF-SUS-03	348086	5000026
ELF-VEN-01	343660	5002640
ELF-VEN-02	343856	5002253
ELF-VEN-03	343921	5002031
FAA-BUS-01	353015	4999780
FAA-BUS-02	352746	4999170
FAA-CHM-01	342226	4999016
FAA-CON-01	368087	4996741
FAA-GIA-01	339192	5001484
FAA-GIA-02	339789	5001241
FAA-MOM-01	348627	5000796
FAA-SUS-01	348679	5000506
FAA-SUS-02	349182	5000299
FAA-SUS-03	350877	4999524
FAA-TOR-01	420202	5008556
FAC-BUS-01	352585	4999655
FAC-BUS-02	352820	4999320
FAC-CHM-01	341650	4999313
FAC-GIA-01	339247	5001169
FAC-GIA-02	339651	5001585
FAC-MOM-01	348760	5000876
FAC-SUS-01	348530	5000450
FAC-SUS-02	349072	5000211
FAC-SUS-03	350651	4999250
FAI-BUS-01	352941	4999598
FAI-BUS-02	353544	4999924
FAI-GIA-01	339519	5001074
FAI-GIA-02	339412	5001534
FAI-SUS-01	349169	4999866
FAI-SUS-02	350798	4999484
FAR-BUS-01	352832	4999248
FAR-CHM-01	342010	4998947
FAR-GIA-01	339221	5001159
FAR-GIA-02	339725	5001526
FAR-SUS-01	348614	5000504
FAS-SUS-01	350326	4999589
FAT-SUS-01	349270	5000218
FAT-SUS-02	349346	4999757
FAT-SUS-03	350147	4999686
FAT-SUS-04	350957	4999388
FAU-BUS-01	352914	4999646



PUNTI DI MONITORAGGIO POST OPERAM		
NOME	X	Y
FAU-CAP-01	368298	4996794
FAU-CHM-01	342205	4999096
FAU-GIA-01	339216	5001329
FAU-GIA-02	339788	5001303
FAU-MOM-01	348509	5000857
FAU-SUS-01	348550	5000499
FAU-SUS-02	348854	5000188
FAU-SUS-03	350781	4999521
FAU-SUS-04	352511	4999132
FAU-TOR-01	420146	5008698
FIC-CL-01	339509	5001101
FIC-DR-02	350613	4999524
FIM-CE-01	344300	5002166
FIM-CL-01	339426	5001472
FIM-CM-01	350471	4999117
FIM-CO-01	350712	4998294
FIM-DR-01	341781	4998876
FIM-DR-02	349171	4999864
FIM-DR-03	352531	4999409
FIM-DR-04	368176	4996511
FIM-GE-01	352978	4998004
FIM-GI-01	348314	5000855
FIM-ML-01	419827	5009530
FIV-CE-01	344856	5001542
FIV-CL-01	342124	4999261
FIV-CM-01	351278	4999176
FIV-CO-01	351394	4999066
FIV-DR-01	342498	4999334
FIV-DR-02	351307	4999528
FIV-DR-03	352897	4999551
FIV-DR-04	368683	4996621
FIV-GE-01	353308	4998456
FIV-GI-01	347874	5000383
FIV-ML-01	420590	5008709
PAE-BUS-01	351724	5000585
PAE-BUS-02	352794	4999441
PAE-CHI-01	369607	4995165
PAE-CHM-01	341859	4999356
PAE-CON-01	368173	4996855
PAE-GIA-01	339458	5001214
PAE-GIA-02	339590	5001203
PAE-MAT-01	350204	4998537
PAE-MOM-01	348428	5000696
PAE-SAN-01	369843	4996062

PUNTI DI MONITORAGGIO POST OPERAM		
NOME	X	Y
PAE-SUS-01	348426	5000325
PAE-SUS-02	349018	5000189
PAE-SUS-03	348820	5000368
PAE-SUS-04	349504	5000033
PAE-SUS-05	349176	4999866
PAE-SUS-06	349816	4999431
PAE-SUS-07	350291	5000321
PAE-SUS-08	350982	4999387
PAE-TOR-01	419577	5008753
PAE-TOR-02	420560	5008247
RUL-BUS-01	352197	4999523
RUL-BUS-02	352922	4999438
RUL-SUS-01	348405	5000290
RUL-SUS-03	349848	4999692
RUL-SUS-04	349966	4999622
RUL-SUS-05	349964	4999352
RUM-BUS-03	352916	4999089
SUO-BUS-01	352802	4999803
SUO-CHM-01	341975	4999193
SUO-GIA-01	339392	5001267
SUO-MOM-01	348485	5000708
SUO-SUS-01	348507	5000227
SUO-SUS-02	349962	4999715
SUO-SUS-03	350807	4999297
SUO-SUS-04	352498	4999229
SUV-CAP-01	368266	4996913
SUV-CHM-01	342227	4999213
SUV-GIA-01	339320	5001376
SUV-GIA-02	339655	5001423
SUV-SUS-01	348593	5000439
SUV-SUS-02	350312	4999457
SUV-SUS-03	352041	4998887
SUV-SUS-04	352539	4999130
SUV-SUS-05	352655	4999456
VEG-BUS-01	352718	4999720
VEG-BUS-02	353212	4999888
VEG-BUS-03	351711	5000617
VEG-CAP-01	368266	4996913
VEG-CHM-01	342227	4999213
VEG-GIA-01	339320	5001376
VEG-GIA-02	339655	5001423
VEG-MOM-01	348485	5000708
VEG-SUS-01	348593	5000439
VEG-SUS-02	348984	5000231

PUNTI DI MONITORAGGIO POST OPERAM		
NOME	X	Y
VEG-SUS-03	350312	4999457
VEG-SUS-04	352041	4998887
VEG-SUS-05	352539	4999130
VEG-SUS-06	352655	4999456
VEG-SUS-07	350620	4999570
VEG-TOR-01	420143	5008688
VEI-CAP-01	368322	4997030
VEI-CHM-01	341953	4999255
VEI-GIA-01	339392	5001267
VEI-SUS-01	348431	5000446
VEI-SUS-02	348538	5000211
VEI-SUS-03	349109	4999883
VEI-SUS-04	350527	4999333
VEI-SUS-05	352539	4999130
VEI-SUS-06	349527	4999750
VEI-TOR-01	420014	5008553
VES-MOM-01	346483	5001742
VES-MOM-02	347922	5000987
VES-MOM-03	345718	5001816
VES-MOM-04	348583	5001556
VES-MOM-05	348160	5001771
VES-MOM-06	345836	5001777
VES-MOM-07	346180	5001370
VES-MOM-08	346291	5001396
VES-MOM-09	346590	5001380
VES-MOM-10	346874	5001007
VES-MOM-11	348296	5001084
VES-MOM-12	348449	5000928
VES-MOM-13	348879	5000979
VIB-SUS-01	348405	5000261
VIB-SUS-02	349160	5000065
VIB-SUS-03	349856	4999670
VIB-SUS-04	349968	4999607