



Sensibilité du document / Sensibilità del documento			
NON SENSIBLE		SENSIBLE	
<input checked="" type="checkbox"/> SSI-CO Publique Publica	<input type="checkbox"/> SSI-C1 Réserve Riservato	<input type="checkbox"/> SSI-C2 Confidentielle Confidenziale	<input type="checkbox"/> SSI-C3 Secrète Segreta

**NOUVELLE LIGNE LYON TURIN – NUOVA LINEA TORINO LIONE  
PARTIE COMMUNE FRANCO-ITALIENNE – PARTE COMUNE ITALO-FRANCESE  
CUP C11J05000030001**

**ÉTUDES D'EXECUTION – PROGETTO ESECUTIVO**

**Élaboration des études d'exécution unitaire des ouvrages nécessaires à la réalisation des installations des chantiers opérationnels aux travaux du 1er lot constructif**

**Attività di progettazione esecutiva unitaria delle opere necessarie alla realizzazione delle cantierizzazioni dei Cantieri operativi relativi ai lavori del 1° Lotto Costruttivo**

**CHANTIERS - CO03 ET CO04 - MADDALENA /COLOMBERA - CO10 - SALBERTRAND-SUSA  
Gestion des Déblais - Plan général de gestion des Déblais**

**CANTIERIZZAZIONI - CO03 E CO04 - MADDALENA/COLOMBERA - CO10 - SALBERTRAND-SUSA  
Gestione delle Terre - Piano di gestione delle terre**

Indice	Date/ Data	Modifications / Modifiche	Etabli par / Elaborato da	Vérfié par / Controllato da	Autorisé par / Autorizzato da
0	05/11/2021	Première diffusion / Prima consegna	C. IMPERATORI	M. PELUSO	V. PEISINO
A	25/11/2021	Diffusion définitive / Emissione finale	C. IMPERATORI	M. PELUSO	V. PEISINO

0	4	0	2	0	8	0	9	1	0	C	N	-	-	0	0	E	R	E	G	E	5	0	0	2	A
Cantier Operativo Chantier Opérationnel		Contratto Contrat			Opera Ouvrage		Tratta Tronçon	Parte Partie	Fase Phase	Tipo documento Type de document	Objet	Numero documento Numéro de document		Indice											

Il progettista / Le designer

Scala / Echelle

A	P
Stato / Statut	

Il progettista / Le designer

L'appaltatore / L'entrepreneur

Il Direttore dei Lavori / Le Maître d'Oeuvre



## INDICE

1	INTRODUZIONE .....	4
1.1	La prescrizione n. 20 Del. CIPE 39/2018 ed i principi normativi di riferimento per la sua attuazione.....	4
2	ELABORATI DI RIFERIMENTO DEL PGT DELLE OPERE DEL 1° LOTTO COSTRUTTIVO .....	4
2.1	Piano di Utilizzo delle terre ai sensi del DM 161/2012 .....	5
2.2	Piano di Gestione Rifiuti ai sensi del D. Lgs. 152/2006 .....	5
2.3	Piano Gestione in caso di materiali contenenti amianto .....	6
2.4	Linee guida in caso di materiale radioattivo al fronte .....	6
3	BILANCIO DEI MATERIALI DI SCAVO .....	7
3.1	Opere di cantierizzazioni dei Cantieri operativi relativi ai lavori del 1° Lotto Costruttivo .....	7
3.2	Area Tecnica di Torrazza Piemonte .....	7
3.3	Terre e rocce da scavo in regime di rifiuto.....	8
	ALLEGATO .....	10
	Bilancio Ambientale del Cunicolo Esplorativo de La Maddalena.....	10

## RESUME / RIASSUNTO

Le but de cet article est d'illustrer les différentes modalités d'exploitation à adopter pour la gestion des terres et des roches découlant des activités relatives à la construction de la nouvelle ligne Turin-Lyon NLT.

Scopo del presente elaborato è quello di illustrare le varie procedure operative da adottare per la gestione delle terre e rocce da scavo provenienti dalle attività inerenti la realizzazione della nuova linea Torino-Lione NLT.

## 1 INTRODUZIONE

Il presente Piano di gestione delle terre è un documento redatto in ottemperanza alla prescrizione n. 20 della Delibera CIPE n. 39/2018, che richiede di *“trasmettere secondo le tempistiche definite dalla normativa, l’aggiornamento di tutta la documentazione relativa alla gestione delle terre e rocce da scavo alla luce della variante disciplinata dal decreto legislativo n. 152/2006 e successive modificazioni e integrazioni, dal decreto ministeriale n. 161/2012 e dal decreto del Presidente della Repubblica n. 120/2017, che illustri la movimentazione dei materiali, le aree di stoccaggio provvisorio e definitivo, la valorizzazione e il trasporto dei materiali provenienti dalle operazioni di scavo prodotte dagli interventi previsti dal progetto della NLT”*.

### 1.1 La prescrizione n. 20 Del. CIPE 39/2018 ed i principi normativi di riferimento per la sua attuazione

In esito alle richieste della CTVIA sull’entrata in vigore del DPR 120/2017 e sulla possibilità di aderire al nuovo Regolamento recante la disciplina semplificata della gestione delle terre e rocce da scavo, nell’ambito del procedimento autorizzativo del Progetto di Variante Cantierizzazione istruito da Telt a luglio del 2017 ai sensi dell’art. 167 del DLGS 163/06, il Proponente TELT ha precisato formalmente a tutte le Amministrazioni competenti il 16 gennaio 2018 n. prot. 14/TELT\_PECO/9/TEC/18 che a seguito dell’entrata in vigore (22/8/2017) del DPR 120/2017, per quanto riguarda la gestione del materiale in regime di sottoprodotto (art. 184 – bis del D.lgs 152/2006), TELT confermava il Piano di Utilizzo delle Terre e Rocce da scavo redatto ai sensi del DM 161/2012 non avvalendosi, quindi, dell’opzione prevista dall’art. 27, comma 2, del citato DPR 120/2017.

Per quanto attiene, invece, alle terre e rocce da scavo contenenti amianto allo stato naturale, che il progetto pubblicato il 10/7/2017 prevedeva di gestire nell’ambito della normativa rifiuti, TELT, ai sensi dell’articolo 27, comma 3, DPR 120/2017, riconduceva tale gestione a quanto previsto dall’art. 185 del D.lgs 152/2006, come integrato dall’art. 24 del DPR 120/2017. Tali materiali provenienti dallo scavo delle rocce verdi nel tunnel di base previste in progetto approssimativamente nel tratto tra pk 60+695 e pk 61+076 saranno depositati nelle gallerie di servizio (site nel Comune di Giaglione). A tale fine è stato redatto anche il Piano preliminare di utilizzo in sito delle terre e rocce da scavo previsto dal DPR 120/2017.

Tale impostazione è stata confermata dalla CTVIA nell’ambito del Parere di compatibilità ambientale n. 2647 del progetto di Variante della cantierizzazione ai sensi della Prescrizione n. 235 della Delibera CIPE n. 19/205.

Si rileva in ogni caso che Le lavorazioni in oggetto non rientrano tra quelle previste per lo scavo del tunnel di base tra le pk 60+695 e pk 61+076, e non è pertanto interessata dalla casistica sopra definita per i terreni contenenti amianto.

## 2 ELABORATI DI RIFERIMENTO DEL PGT DELLE OPERE DEL 1° LOTTO COSTRUTTIVO

Il Piano di gestione delle terre è un documento estremamente sintetico, con lo scopo di sovrintendere a tutti gli elaborati inerenti alla gestione delle terre scavate, in particolare:

- 100\_1803510\_OO--\_G\_RE\_GE\_3081\_Piano di Utilizzo delle terre ai sensi del DM 161/2012;
- 040\_2080910\_CN--\_O\_O\_E\_RE\_GE\_5001\_Bilancio dei materiali di scavo e da costruzione;
- 040\_2080910\_CN--\_O\_O\_E\_RE\_GE\_5003\_Piano di Gestione Rifiuti ai sensi

del D. Lgs. 152/2006;

- 040\_2080910\_CN--\_0\_0\_E\_RE\_GE\_5004\_Piano Gestione in caso di materiali contenenti amianto;
- 040\_2080910\_CN--\_0\_0\_E\_RE\_GE\_5006\_Linee guida in caso di materiale radioattivo.

Le previsioni di gestione del materiale da scavo sono state elaborate alla luce del ritorno dell'esperienza dello scavo Del Cunicolo De La Maddalena, che sono state utilizzate quali indagini di *ante-operam*.

Tali indagini hanno consentito di poter effettuare le seguenti considerazioni:

- Non si prevede il rinvenimento di materiale con rischi radioattivi; le indagini e analisi eseguite non hanno evidenziato in nessun caso la presenza di fibre di amianto. (*"Bilancio Ambientale del Cunicolo Esplorativo de La Maddalena"*, doc. MADMS5GIA0003EAPNOT);
- Il materiale scavato presenterà (al netto di possibili contaminazioni in fase di scavo) in massima parte caratteristiche chimico - ambientali al di sotto di colonna A e presumibilmente sempre al di sotto di colonna B, rispetto alle CSC di cui alla tabella 1 Allegato 5 Titolo V parte IV D. Lgs 152/2006.

Pertanto, tenendo conto che la gestione delle terre si pone come obiettivo di ottimizzare i fabbisogni complessivi del cantiere in essere e gli eventuali deficit di aggregati per CLS per i cantieri successivi della Torino Lione, le previsioni progettuali prevedono di gestire tutto il materiale scavato come sottoprodotto nella sistemazione delle aree di cantiere, internamente al progetto della Nuova Linea Torino-Lione (NLTL).

I restanti documenti sono stati comunque redatti per stabilire le modalità operative e di gestione da adottarsi nel caso in cui in corso d'opera alcune frazioni dei materiali scavati non presentino caratteristiche idonee ad essere gestite come sottoprodotti.

## 2.1 Piano di Utilizzo delle terre ai sensi del DM 161/2012

Il Piano di Utilizzo delle terre contiene le informazioni, le condizioni e le pratiche operative necessarie perché le terre e rocce da scavo prodotte possano essere trattate come sottoprodotti, ai sensi del D.M. 161/2012. Vengono quindi ripercorsi i principali aspetti progettuali inerenti alla produzione delle terre e vengono descritte le procedure di caratterizzazione, gestione, deposito, tracciabilità e normale pratica industriale da effettuarsi a valle dello scavo. Il documento riepiloga inoltre il bilancio dei materiali prodotti e il reimpiego dei volumi scavati, al fine di garantire la certezza del riutilizzo. Il Piano definisce inoltre i termini temporali di validità dello stesso, in riferimento all'avvio dei lavori. I limiti di qualità ambientale cui si riferisce il piano per un possibile riutilizzo del materiale come sottoprodotto sono quelli di colonna B (riuso in ambito industriale) di Tab. 1, Allegato 5, Tit. V, Parte IV D. Lgs 152/2006. Fa eccezione il parametro amianto, per il quale, il rilevamento nel campione di un quantitativo non inferiore a 100 mg/kg determinerà l'immediata gestione del materiale di riferimento dell'analisi come rifiuto.

## 2.2 Piano di Gestione Rifiuti ai sensi del D. Lgs. 152/2006

Il Piano di gestione dei rifiuti contiene le informazioni sulle tipologie di rifiuti da costruzione e

demolizione producibili durante le attività di cantiere, nonché indicazioni sulle buone pratiche per ridurre la produzione e gli impatti. Vengono dunque definite le modalità per una corretta gestione dei rifiuti prodotti secondo quanto definito dalla normativa vigente, da un punto di vista amministrativo, della tracciabilità e tenuta del deposito temporaneo. Particolare rilevanza è data alla gestione dei rifiuti classificati con CER 170504, ossia le terre e rocce da scavo che per caratteristiche chimico/fisiche non possono essere assoggettate al regime dei sottoprodotti e dunque riutilizzate nel cantiere.

### 2.3 Piano Gestione in caso di materiali contenenti amianto

Il Piano di gestione dei materiali contenenti amianto illustra le modalità operative e le azioni che verranno intraprese nel caso in cui, durante le fasi di scavo, vi saranno le condizioni per cui si entrerà in contatto con materiali potenzialmente contenenti fibre asbestiformi (pietre verdi). Sulla base del ritorno di esperienza del Cunicolo si è provveduto dunque a definire 4 classi di rischio che verranno applicate per individuare correttamente le misure di prevenzione e protezione atte a evitare o ridurre al massimo la dispersione di fibre. In base alla classe di rischio vigente ed ai risultati delle analisi condotte sull'amianto aerodisperso nell'ambito dei controlli del PGA, verranno eseguite verifiche sul materiale scavato che vanno dalla semplice verifica geologica da parte di professionista incaricato, fino al prelievo su cumulo di materiale da inviare a verifica analitica. In caso venga rilevata la presenza di amianto, verranno attivate le modalità di gestione operativa di cui al documento 040CN--A1EREGE5005 *Piano di Lavoro Tipologico in caso di presenza di amianto*. I principali riferimenti normativi per la gestione dei materiali contenenti amianto vanno al Testo Unico della sicurezza DLgs nr 81 e s.m.i, Decreto Ministeriale del 06/09/1994, Lettera Circolare Ministeriale Prot. Nr 15/SEGR/0001940 del 25/01/2011, Decreto Ministeriale del 14/05/1996, Direttiva 2009/148/CE del Parlamento europeo e del Consiglio del 30 novembre 2009.

Si precisa che per il materiale scavato nelle lavorazioni in esame non viene applicato quanto definito dai commi 2-3 Art. 24 DPR 120/2017; infatti, come precedentemente esplicitato, l'applicazione della predetta normativa è prevista solo per lo scavo del tunnel di base, tratta tra le pk 60+695 e pk 61+076.

### 2.4 Linee guida in caso di materiale radioattivo al fronte

Il documento illustra i potenziali rischi di incorrere in materiale radioattivo nel corso delle attività di scavo e le azioni messe in campo per verificare la presenza di radiazioni ionizzanti durante la realizzazione delle opere. Tutte le azioni di monitoraggio, prevenzione e protezione sono finalizzate non solo alla minimizzazione della dose a cui sono sottoposti i lavoratori, sia sotto forma di radiazioni (alfa, beta, gamma) sia per inalazione del gas radon sprigionato dal terreno e dalle rocce, ma anche ad evitare la dispersione ambientale della contaminazione all'esterno del tunnel o all'esterno del cantiere attraverso le matrici aria e acqua. Nel caso di superamento dei limiti di Intervento (AAA) stabiliti per ciascuna componente monitorata nell'ambito del Piano di Gestione Ambientale vengono applicate le procedure indicate nel documento 040CN--A1EREGE5007 *Piano di Lavoro Tipologico in caso di Radiazioni ionizzanti*.

### 3 BILANCIO DEI MATERIALI DI SCAVO

#### 3.1 Opere di cantierizzazioni dei Cantieri operativi relativi ai lavori del 1° Lotto Costruttivo

Data la tipologia di attività prevalente in questa fase, sbancamenti e costruzione della viabilità interna dei cantieri, e la conseguente movimentazione di terre e rocce da scavo (per una quantità in banco stimata di circa 172.000 mc), è di fondamentale importanza la verifica della qualità del materiale gestito in conformità alla normativa vigente, D.lgs. 152/2006 articolo 186 parte IV allegato 5 tabella 1 colonna B, come da documento di riferimento 100\_OO--\_--\_G\_RE\_GE\_3081\_Piano di utilizzo delle terre.

Saranno quindi previste analisi al fine di verificare l'idoneità al riutilizzo nelle aree di cantiere. La cadenza di tali campionamenti è stabilita in un prelievo per ciascun cumulo formato, che avrà come volume tra 3.000 e 5.000 mc di scavo.

Tabella 1 - Bilancio dei materiali di scavo nelle opere in oggetto.

	Scavi [mc]	Riutilizzi in sito [mc]	Rifiuti [mc]	Esubero [mc]
Maddalena	95.720	94.700	0	1.020
Colombera	0	3.500	0	0
Salbertrand	24.500	39.500	0	0
Susa	50.975	32.975	18.000	6.385
<b>TOTALE</b>	<b>171.195</b>	<b>170.675</b>	<b>18.000</b>	<b>7.405</b>

#### 3.2 Area Tecnica di Torrazza Piemonte

Il progetto dell'Area tecnica di Torrazza Piemonte comprende la realizzazione del sito di deposito e del sistema di logistica a nastri trasportatori per il conferimento dello smarino dal fascio binari di presa in consegna (che sfocia dalla linea ferroviaria storica To-Mi) al sito di deposito.

L'opera prevede gli scavi per la realizzazione:

- del fascio binari di presa in consegna, nel tratto iniziale del tracciato;
- della fossa in cui saranno localizzati i nastri trasportatori 1 e2;
- dei piloni di sostegno dei nastri trasportatori;
- degli stradelli di servizio ai nastri trasportatori;
- dei plinti di fondazione delle recinzioni;
- delle opere di dismissione del fascio binari di presa in consegna e del nastro trasportatore.

L'opera genera complessivamente le seguenti volumetrie:

- terre e rocce da scavo 66.989,63 mc;
- rinterri 9.060,43 mc.

Essendo l'Area tecnica di Torrazza Piemonte un unico cantiere (sito di deposito e nastro trasportatore) le volumetrie prodotte saranno riutilizzate per rinterri in cantiere, riutilizzate per gli interventi di ripristino dei luoghi a seguito delle dismissioni o conferite nel sito di deposito, e quindi gestite ai sensi dell'art. 185 del D.Lgs. 152/06 e s.m.i.

### 3.3 Terre e rocce da scavo in regime di rifiuto

Il materiale derivante dalle attività di scavo, sulla base degli esiti della caratterizzazione ambientale condotta sui terreni, sarà interamente gestito come sottoprodotto e riutilizzato in cantiere ai sensi dell'art. 185 del D.Lgs. 152/06 e s.m.i. conformemente al Piano di Utilizzo redatto ai sensi del DM 161/2012 (si veda l'elaborato 100\_OO--\_--\_G\_RE\_GE\_3081\_Piano di utilizzo delle terre per dettagli circa la gestione dei materiali di scavo).

I rifiuti che si origineranno, dopo le operazioni di caratterizzazione, saranno quindi delle seguenti tipologie (classificati secondo l'Allegato 4 di cui al DLgs 152/06):

- codice EER 17 05 04 terre e rocce, diverse da quelle di cui alla voce 17 05 03\*; Materiale destinato a recupero (anche mediante procedure semplificate).  
Provenienza: terreni da scavo non contaminati con sostanze pericolose; questi rifiuti saranno delle tipologie specificate dal D.M. 05/02/98 e saranno conferiti per le operazioni di recupero presso siti autorizzati ad esercire le relative attività.
- codice EER 17 05 03\* terre e rocce, contenenti sostanze pericolose.  
Materiale destinato a discarica.  
Provenienza: terreni o fanghi da scavi eventualmente contaminati con sostanze pericolose, non riutilizzabili in sito e non conferibili ad impianti di recupero autorizzati in regime semplificato o ordinario.

Per quanto riguarda il trasporto del materiale da conferire a impianti di recupero e/o discarica, prima dell'inizio dei lavori dovranno essere correttamente individuati i siti per il conferimento dei rifiuti prodotti e verificarne l'effettiva idoneità tramite l'acquisizione delle rispettive autorizzazioni.

Di seguito si riporta l'elenco degli impianti autorizzati alla gestione delle terre e rocce da scavo in regime di rifiuto, ottenuto dal sito istituzionale della Città Metropolitana di Torino:

**Tabella 2 - Elenco esemplificativo degli impianti della Provincia di Torino autorizzati alla gestione dei CER 17 05 04.**

Impianto	Comune	Indirizzo	Data Autorizzazione	Numero Autorizzazione	Scadenza Autorizzazione
AUTOTRASPORTI ESCAVAZIONI PRINA SILVIO DI PRINA FABRIZIO & C. s.r.l.	CAMPIGLIONE FENILE	Via Luigi Einaudi 30	10/01/2020	<a href="#">2-17/2020</a> (pdf 392 KB)	10/01/2030
CAUDA STRADE s.r.l.	PRALORMO	Via Carmagnola 24	05/11/2020	<a href="#">243-4638/2020</a> (pdf 1852 KB)	05/11/2030
CAVE DRUENTO s.r.l.	DRUENTO	Strada della Barra	03/03/2020	<a href="#">40-793/2020</a> (pdf 986 KB)	03/03/2030
CAVE SANGONE S.p.a.	TORINO	Via Passo Buole 30/32	23/03/2018	<a href="#">85-7851/2018</a> (pdf 357 KB)	23/03/2028
CAVIT S.p.a.	LA LOGGIA	Regione Rotto 1	04/04/2020	<a href="#">72-1137/2020</a> (pdf 7707 KB)	04/04/2030
ECO GREEN s.r.l.	TORINO	Via Andrea Sansovino 265	23/10/2018	<a href="#">319-26692/2018</a> (pdf 251 KB)	23/10/2028
EDILCAVE TORINO s.r.l.	TORINO	Strada del Bramafame 50/20	03/02/2017	<a href="#">43-1181/2017</a> (pdf 339 KB)	03/02/2027
FAURE SCAVI s.r.l.	SALBERTRAND	Via Chenebieres	13/03/2020	<a href="#">54-920/2020</a> (pdf 501 KB)	13/03/2030

I.L.C. s.r.l.	RONDISSONE	Strada della Mandria SNC	28/06/2016	<a href="#">165-15887/2016</a> (pdf 397 KB)	28/06/2026
ING. VITO ROTUNNO s.r.l.	CAPRIE	Via Roma 8/10	16/11/2020	<a href="#">249-4876/2020</a> (pdf 2649 KB)	16/11/2030
INNOVA ECOSERVIZI s.r.l.	CHIERI	Via Monte Adamello 71	02/02/2011	<a href="#">16-3501/2011</a> (pdf 62 KB)	02/02/2022
LEIVO ALFREDO	VAUDA CANAVESE	Via XXV Aprile 25	07/02/2018	<a href="#">45-4060/2018</a> (pdf 508 KB)	06/02/2028
RATTALINO SCAVI s.r.l.	CHIERI	Via San Domenico Savio 40	16/03/2021	<a href="#">49-1107/2021</a> (pdf 2411 KB)	16/03/2031
PASCHETTO FRATELLI s.n.c.	BURIASCO	Regione Pista 9	11/11/2020	<a href="#">246-4787/2020</a> (pdf 1737 KB)	11/11/2030
PIOBESI ESCAVAZIONI s.r.l.	PIOBESI TORINESE	Via del Mare 19/E10	22/07/2014	<a href="#">176-25734/2014</a> (pdf 169 KB)	22/07/2024

**Tabella 3 - Elenco esemplificativo di alcuni impianti selezionati autorizzati alla gestione del 17 05 03**

Impianto	Comune	Indirizzo	Data Autorizzazione	Numero Autorizzazione	Scadenza Autorizzazione
BARRICALLA S.p.a.	COLLEGNO	Via Brasile 1	31/12/2020	<a href="#">296-6266/2020</a> (pdf 1224 KB)	31/12/2025
FENICE S.R.L.	ROBECCHETTO CON INDUNO (MI)	Via Girometta n.8, Frazione Malvaglio	18/03/2013	A.D. 3121/2013 rilasciata dalla Provincia di Milano	-
AZZURRA S.R.L.	VILLASTELLONE (TO)	Via Don Eugenio Bruno n.12	22/12/2015	294-43582/2015	-
SG S.R.L. SERVIZI PER L'ECOLOGIA	SAN ZENO NAVIGLIO (BS)	Via G. Galilei - Traversa 1 22/24	12/02/2018	A.D. n. 459 rilasciato dalla Provincia di Brescia	-

**ALLEGATO 1**  
**Bilancio Ambientale del Cunicolo Esplorativo de La Maddalena**

## NUOVA LINEA TORINO LIONE CUNICOLO ESPLORATIVO DE LA MADDALENA

CUP C11J05000030001

DELIBERA CIPE N.86/2010 DEL 18 NOVEMBRE 2010

### Bilancio ambientale del Cunicolo Esplorativo de La Maddalena

Indice	Date/ Data	Modifications / Modifiche	Etabli par / Concepito da	Vérifié par / Controllato da	Autorisé par / Autorizzato da
Ø	25/03/2019	Prima Emissione	AI Engineering	AI Engineering	Dott. For. Lorenzo Morra
A	25/05/2019	Revisione	AI Engineering	AI Engineering	Dott. For. Lorenzo Morra
B	21/06/2019	Revisione	AI Engineering	AI Engineering	Dott. For. Lorenzo Morra
C	05/07/2019	Revisione	AI Engineering	AI Engineering	Dott. For. Lorenzo Morra
D	24/10/2019	Revisione	AI Engineering	AI Engineering	Dott. For. Lorenzo Morra
E	30/10/2019	Emissione allo stato AP	AI Engineering	AI Engineering	Dott. For. Lorenzo Morra

COD E DOC	M	A	D	M	S	5	G	I	A	0	0	0	3	E
	Phase / Fase			Sigle étude / Sigla			Émetteur / Emittente			Numero			Indice	
ADRESSE GED INDIRIZZO GED	MAD	//	//	02	02	10	10	03						

A	P	N	O	T
Statut / Stato		Type / Tipo		

ECHELLE / SCALA
-



**SOMMAIRE / INDICE**

1. PREMESSA E OGGETTO DEL DOCUMENTO.....	5
1.1 Elementi di interesse rispetto alle valutazioni di carattere ambientale.....	5
1.2 Struttura del documento.....	7
1.3 Acronimi e abbreviazioni .....	8
2. IL PARERE N. 2471 DEL 21 LUGLIO 2017.....	10
3. DESCRIZIONE DEL PROGETTO .....	12
3.1 Il cunicolo esplorativo .....	12
3.1.1 La Variante in riduzione del Cunicolo Esplorativo della Maddalena.....	14
3.2 Il cantiere e il sito di deposito.....	14
3.3 La logistica e l'accessibilità.....	21
3.4 I ripristini .....	22
3.5 Quadro dei dati geognostici prodotti e monitoraggio geotecnico.....	23
3.6 La Gestione delle Terre e Rocce da scavo e rifiuti.....	27
3.7 L'accompagnamento dell'opera e il controllo da parte delle autorità competenti ..	32
3.8 Il Sistema di Controllo Integrato .....	33
3.8.1 La gestione dei risultati e le interfacce tra i diversi responsabili .....	33
3.8.2 Portale Unico del Sistema Informativo Territoriale.....	35
3.8.3 Il dettaglio dei due sistemi .....	37
3.9 Il Piano di Monitoraggio Ambientale .....	37
3.9.1 Il Piano di monitoraggio nelle fasi anti-operam e realizzativa .....	37
3.9.1.1 Atmosfera.....	40
3.9.1.2 Amianto.....	44
3.9.1.3 Rumore e vibrazioni.....	46
3.9.1.4 Ambiente idrico .....	48
3.9.1.5 Radiazioni ionizzanti .....	60
3.9.1.6 Suolo e sottosuolo .....	62
3.9.1.7 Componenti biotiche.....	63
3.9.2 Il Piano di Monitoraggio Ambientale a conclusione delle attività di scavo – Fase 3 e 4.....	63
3.10 Il Piano di Gestione Ambientale.....	64
3.10.1 Qualità dell'aria – Fase 1 .....	68
3.10.2 Monitoraggio dell'amianto aerodisperso – Fase 1 .....	70
3.10.3 Rumore – Fase 1 .....	71
3.10.4 Vibrazioni – Fase 1 .....	75
3.10.5 Qualità dell'acqua – Fase 1 .....	75
3.10.6 Protezione suolo e sottosuolo – Fase 1 .....	78
3.10.7 Radiazioni ionizzanti – Fase 1 .....	80
3.10.8 Qualità dell'aria – Fase 2.....	83
3.10.9 Amianto aerodisperso – Fase 2.....	84
3.10.10 Rumore – Fase 2 .....	85
3.10.11 Vibrazioni – Fase 2 .....	85
3.10.12 Qualità dell'acqua – Fase 2.....	86
3.10.13 Protezione del suolo e del sottosuolo – Fase 2 .....	86
3.10.14 Radiazioni ionizzanti – Fase 2 .....	86
3.10.15 Qualità dell'aria – Fase 3B .....	91
3.10.16 Monitoraggio dall'amianto aerodisperso – Fase 3B .....	92

3.10.17	Rumore – Fase 3B.....	93
3.10.18	Vibrazioni – Fase 3B .....	93
3.10.19	Qualità dell’acqua - Fase 3B.....	93
3.10.20	Protezione suolo e sottosuolo – Fase 3B.....	93
3.10.21	Radiazioni ionizzanti – Fase 3B .....	93
3.10.22	Qualità dell’aria – Fase 3A e 3C.....	96
3.10.23	Monitoraggio dall’amiante aerodisperso – Fase 3A e 3C .....	96
3.10.24	Rumore – Fase 3A e 3C .....	96
3.10.25	Vibrazioni – Fase 3A e 3C.....	96
3.10.26	Qualità dell’acqua - Fase 3A e 3C .....	96
3.10.27	Protezione suolo e sottosuolo – Fase 3A e 3C.....	97
3.10.28	Radiazioni ionizzanti – Fase 3A e 3C.....	97
3.10.29	Configurazione del monitoraggio durante la Fase 4.....	98
3.11	Il sistema mitigativo .....	99
3.11.1	Modalità applicative in relazione al Sistema di Gestione Ambientale.....	99
3.11.2	Misure adottate .....	99
4.	L’EVOLUZIONE DELLE COMPONENTI AMBIENTALI NELLE FASI SUCCESSIVE ALLO SCAVO DEL CUNICOLO ESPLORATIVO .....	100
4.1	Atmosfera .....	100
4.1.1	Sintesi del quadro di compatibilità dello scavo rispetto a quanto già acclarato nel parere 2471 del 21 luglio 2017 della CTVIA .....	100
4.1.2	Le misure mitigative adottate.....	101
4.1.3	Gli esiti del monitoraggio ambientale.....	101
4.1.4	Quadro di confronto tra la fase di scavo e di post scavo .....	104
4.2	Ambiente idrico superficiale.....	107
4.2.1	Sintesi del quadro di compatibilità dello scavo rispetto a quanto già acclarato nel parere 2471 del 21 luglio 2017 della CTVIA .....	107
4.2.2	Le misure mitigative adottate.....	107
4.2.3	Gli esiti del monitoraggio ambientale.....	107
4.2.4	Quadro di confronto tra la fase di scavo e di post scavo .....	109
4.3	Ambiente idrico sotterraneo .....	111
4.3.1	Sintesi del quadro di compatibilità dello scavo rispetto a quanto già acclarato nel parere 2471 del 21 luglio 2017 della CTVIA .....	111
4.3.2	Le misure mitigative adottate.....	111
4.3.3	Gli esiti del monitoraggio ambientale.....	112
4.3.4	Quadro di confronto tra la fase di scavo e di post scavo .....	114
4.4	Il suolo .....	117
4.4.1	Sintesi del quadro di compatibilità dello scavo rispetto a quanto già acclarato nel parere 2471 del 21 luglio 2017 della CTVIA .....	117
4.4.2	Le misure mitigative adottate.....	118
4.4.3	Gli esiti del monitoraggio ambientale.....	118
4.4.4	Quadro di confronto tra la fase di scavo e di post scavo .....	122
4.5	Il sottosuolo .....	124
4.5.1	Sintesi del quadro di compatibilità dello scavo rispetto a quanto già acclarato nel parere 2471 del 21 luglio 2017 della CTVIA .....	124
4.5.2	Gli esiti della caratterizzazione ambientale .....	124
4.5.3	Quadro di confronto tra la fase di scavo e di post scavo .....	125
4.6	Vegetazione .....	125
4.6.1	Sintesi del quadro di compatibilità dello scavo rispetto a quanto già acclarato nel parere 2471 del 21 luglio 2017 della CTVIA .....	125

4.6.2	Le misure mitigative adottate.....	125
4.6.3	Gli esiti del monitoraggio ambientale.....	125
4.6.4	Quadro di confronto tra la fase di scavo e di post scavo .....	128
4.7	Fauna.....	129
4.7.1	Sintesi del quadro di compatibilità dello scavo rispetto a quanto già acclarato nel parere 2471 del 21 luglio 2017 della CTVIA .....	129
4.7.2	Le misure mitigative adottate.....	129
4.7.3	Gli esiti del monitoraggio ambientale.....	129
4.7.3.1	Ittiofauna .....	129
4.7.3.2	Anfibi .....	133
4.7.3.3	Ornitofauna .....	136
4.7.3.1	Chiroterofauna .....	137
4.7.4	Quadro di confronto tra la fase di scavo e di post scavo .....	139
4.7.4.1	Ittiofauna .....	139
4.7.4.2	Anfibi .....	141
4.7.4.3	Ornitofauna .....	142
4.7.4.4	Chiroterofauna .....	142
4.8	Ecosistemi e rete ecologica.....	143
4.8.1	Sintesi del quadro di compatibilità dello scavo rispetto a quanto già acclarato nel parere 2471 del 21 luglio 2017 della CTVIA .....	143
4.8.2	Ulteriori valutazioni .....	143
4.9	Rumore .....	143
4.9.1	Sintesi del quadro di compatibilità dello scavo rispetto a quanto già acclarato nel parere 2471 del 21 luglio 2017 della CTVIA .....	143
4.9.2	Le misure mitigative adottate.....	144
4.9.3	Gli esiti del monitoraggio ambientale.....	144
4.9.4	Quadro di confronto tra la fase di scavo e di post scavo .....	151
4.10	Vibrazioni .....	152
4.10.1	Sintesi del quadro di compatibilità dello scavo rispetto a quanto già acclarato nel parere 2471 del 21 luglio 2017 della CTVIA.....	152
4.10.2	Le misure mitigative adottate .....	153
4.10.3	Gli esiti del monitoraggio ambientale .....	153
4.10.4	Quadro di confronto tra la fase di scavo e di post scavo .....	157
4.11	Amianto .....	160
4.11.1	Sintesi del quadro di compatibilità dello scavo rispetto a quanto già acclarato nel parere 2471 del 21 luglio 2017 della CTVIA.....	160
4.11.2	Le misure mitigative adottate .....	160
4.11.3	Gli esiti del monitoraggio ambientale .....	160
4.11.4	Quadro di confronto tra la fase di scavo e di post scavo .....	166
4.12	Radiazioni ionizzanti .....	168
4.12.1	Sintesi del quadro di compatibilità dello scavo rispetto a quanto già acclarato nel parere 2471 del 21 luglio 2017 della CTVIA.....	168
4.12.2	Le misure mitigative adottate .....	169
4.12.3	Gli esiti del monitoraggio ambientale .....	169
4.12.4	Quadro di confronto tra la fase di scavo e di post scavo .....	176
5.	<b>CONCLUSIONI IN MERITO AL LIVELLO DI RESILIENZA DELL'AMBIENTE INTERESSATO DALLE OPERE .....</b>	<b>182</b>
6.	<b>DOCUMENTI DI RIFERIMENTO .....</b>	<b>187</b>

## 1. Premessa e oggetto del documento

Nel giugno 2017 è stato presentato al Ministero dell’Ambiente ed agli altri Enti di Controllo preposti il documento “Verifica degli esiti ambientali del Cunicolo Esplorativo de La Maddalena” (doc. MAD\_MS5\_GIA\_0001\_A\_AP\_NOT), che riporta le risultanze di un bilancio di circa 5 anni di attività di scavo (fino a febbraio 2017) tra le lavorazioni e i relativi effetti sull’ambiente, confrontando i dati di monitoraggio ambientale con l’entità degli effetti delle attività svolte in cantiere.

La Commissione Tecnica di Verifica per l’Impatto Ambientale – VIA e VAS si è espressa con parere n. 2471 del 21/07/2017, riguardo a tale documento, come segue: “Le pressioni generate dal cantiere sull’ambiente non hanno prodotto significative alterazioni né effetti irreversibili su nessuna delle componenti ambientali monitorate [...]”.

La presente relazione estende il bilancio ambientale descritto nella verifica degli esiti ambientali anche per le intere annualità 2017-2018, nel corso delle quali sono state svolte in cantiere attività di minore pressione ambientale rispetto alle attività di scavo e di mobilitazione dello smarino.

Atteso quindi che con le valutazioni tecniche di verifica degli esiti ambientali è stata acclarata la compatibilità del Cunicolo Esplorativo rispetto alle differenti componenti ambientali potenzialmente interessate nelle fasi di allestimento del cantiere e scavo della galleria, l’obiettivo del presente documento è quello di valutare se e quali fenomeni di resilienza sussistono nell’ambiente interessato dalle opere nel corso delle annualità 2017-2018 e conseguentemente determinare la reversibilità degli impatti a carico di ciascuna componente.

Tale valutazione viene elaborata confrontando lo stato quali-quantitativo delle singole componenti nella fase di realizzazione dell’opera (fasi di scavo) con quello successivo al termine dello scavo, nel periodo compreso tra marzo 2017 e dicembre 2018, in cui si sono svolte le attività di smontaggio della TBM, opere ed interventi minori e smobilizzo del cantiere. Per comodità di lettura nei grafici e valutazioni riportate nel presente documento gli anni 2013-2016 sono definiti come fase di scavo, mentre quelli relativi al 2017-2018 sono identificati con la dizione “post scavo”.

### 1.1 Elementi di interesse rispetto alle valutazioni di carattere ambientale

Le attività cantieristiche successive allo scavo con TBM del Cunicolo Esplorativo de La Maddalena, avviate a partire da marzo 2017, sono state definite complessivamente come Fasi 3 e 4.

La Fase 3, suddivisa per comodità in tre sottofasi, è consistita nelle seguenti principali attività:

- smontaggio della TBM e sistemazione iniziale del Cunicolo (Fase 3A);
- realizzazione della vasca di accumulo delle acque in galleria a pk 4+130 e trasporto del relativo materiale estratto (Fase 3B);
- smontaggio della rotaia e di parte degli impianti del Cunicolo e completamento della sistemazione del sito di deposito del materiale scavato (Fase 3C).

La successiva Fase 4 si è caratterizzata invece dapprima per le attività di smontaggio e smobilizzo delle ultime installazioni di cantiere, e successivamente dalle sole attività di manutenzione ordinaria degli impianti di galleria e dell’impianto di depurazione delle acque.

Nel seguito si effettua una descrizione di dettaglio delle attività successive allo scavo con TBM.

- *Recupero nastro, smontaggio TBM e parti accessorie (Fase 3A – marzo/maggio 2017)*

Nel corso del mese di Marzo 2017 sono state avviate le lavorazioni di recupero nastro, smontaggio della TBM e delle parti accessorie.

Lo smontaggio della struttura nastro è stato effettuato contemporaneamente sia per la parte interna che per quella esterna della galleria.

La TBM è stata smontata a fasi successive, partendo dal back-up. Per la testa è stato previsto lo smontaggio in 5 parti e il successivo trasporto su binari fin sul piazzale esterno. Alcune parti del back-up, che è stato smontato in parte nella galleria e in parte in officina, sono state riutilizzate per le successive lavorazioni in cantiere, in particolare per la costruzione del carro smontaggio, mentre altre sono state smaltite come rifiuto. In questa fase si sono realizzate solamente lavorazioni di carpenteria metallica e di trasporto materiali al di fuori del cantiere.

- *Pulizia preliminare galleria e inizio interventi di ripristino zone ammalorate (Fase 3A – aprile/giugno 2017)*

In questa fase è stata effettuata la pulizia preliminare della soletta della galleria per mezzo di pompa ed escavatori. Il materiale di risulta è stato caratterizzato e quindi smaltito.

- *Scavo della vasca a pk 4+130 (Fase 3B – giugno/ottobre 2017)*

A partire dal mese di giugno 2017 è stato scavato il locale vasca di rilancio acque con l'utilizzo di esplosivo. La lavorazione è stata analoga a quella effettuata per lo scavo della vasca alla pk 2+805. Il marino di risulta è stato raccolto e trasportato all'esterno, nella piazzola di stoccaggio temporaneo, e movimentato per mezzo di vagoni ed escavatori. Lo scavo della vasca ha generato complessivamente 4200 mc di materiale che, a seguito di caratterizzazione, è stato gestito come rifiuto.

- *Sistemazione degli impianti della vasca a pk 4+130 (Fase 3B – ottobre 2017)*

Ad ottobre 2017, terminato lo scavo della vasca, si è realizzata l'installazione degli impianti idraulici ed elettrici. L'attività si è svolta completamente all'interno del tunnel. Le parti sono state trasportate all'interno tramite treno.

- *Ripristino ventilazione all'interno della galleria e conclusione smontaggio e rimozione testa TBM (Fase 3C – novembre 2017/gennaio 2018)*

Nel mese di novembre 2017 è stata verbalizzata la fine sostanziale dei lavori relativi all'appalto di realizzazione del cunicolo e si sono svolte le attività di ripristino della ventilazione nella galleria.

Concluso lo smontaggio della testa TBM, è iniziato il suo trasporto su binari verso l'esterno. Il trasporto su piazzale è avvenuto solo dopo il completamento della realizzazione della vasca e il posizionamento al suo interno della cabina elettrica, in modo da creare lo spazio per il passaggio dei pezzi più grandi. In questa fase si sono effettuate solamente lavorazioni di carpenteria metallica in galleria e di trasporto materiali al di fuori del cantiere.

- *Smontaggio struttura binari e trasporto del cumulo 138 al sito di destinazione (Fase 3C – febbraio/aprile 2018)*

Nel corso del mese di Febbraio 2018 si sono realizzati i lavori di messa a punto del carro mobile per lo smontaggio della struttura binari.

L'assemblaggio del carro è stato effettuato prevalentemente all'interno dell'officina; riutilizzando in parte i carri del back-up della TBM. In questa fase si sono realizzati prevalentemente lavorazioni di carpenteria metallica.

Terminata la costruzione del carro smontaggio all'esterno; il macchinario stesso è stato trasportato alla pk 7+020, ed è iniziata l'attività di rimozione dei binari. Durante le lavorazioni e a seguito dello smontaggio di binari e traversine, la galleria è stata ulteriormente pulita con escavatori e il materiale è stato portato all'esterno per lo smaltimento.

Contemporaneamente a tali attività, il marino di risulta della vasca di rilancio delle acque (cumulo 138), precedentemente raccolto in una piazzola di stoccaggio temporaneo, è stato caratterizzato (attribuzione codice CER 170504 – terre e rocce, diverse da quelle pericolose) e trasportato ad impianto autorizzato.

- *Pulizia del tunnel e smobilizzo cantiere (Fase 4 – maggio 2018)*

Nel mese di maggio 2018 è stato smontato il carro e smobilizzato il cantiere. Durante le lavorazioni la galleria è stata ulteriormente pulita.

Le attività sono terminate in data 31 maggio 2018, con la redazione del verbale di ultimazione dei lavori. Da questa data in poi il cantiere della Maddalena è entrato in una fase operativa di manutenzione degli impianti presenti.

Di seguito il cronoprogramma delle principali attività relativo agli ultimi due anni di cantiere.

	2017										2018				
	mar-17	apr-17	mag-17	giu-17	lug-17	ago-17	set-17	ott-17	nov-17	dic-17	gen-18	feb-18	mar-18	apr-18	mag-18
RECUPERO NASTRO															
SMONTAGGIO TBM E PARTI ACCESSORIE															
PULIZIA PRELIMINARE GALLERIA E INTERVENTI DI RIPRISTINO ZONE AMMALORATE															
SCAVO VASCA A PK 4+130															
SISTEMAZIONE DEGLI IMPIANTI DELLA VASCA															
RIPRISTINO VENTILAZIONE E RIMOZIONE TESTA TBM															
SMONTAGGIO BINARI E TRASPORTO CUMULO 138															
PULIZIA DEL TUNNEL E SMOBILIZZO CANTIERE															

Figura 1 - Cronoprogramma delle attività 2017 - 2018

Il periodo di monitoraggio degli anni 2017-2018 rappresenta una fase di corso d’opera caratterizzata da attività di cantiere poco impattanti (smontaggio TBM, realizzazione vasca alla pK 4+130 e smobilitazione cantiere), nel corso della quale è interessante indagare se in risposta alla diminuzione delle pressioni ambientali generate dal cantiere, è stato registrato dal monitoraggio ambientale un trend di inversione degli impatti prodotti nella fase di scavo su alcune componenti.

Si ritiene interessante poter analizzare questa fase particolare per poter definire se, in quale modo e con quale velocità le diverse componenti ambientali, qualora impattate nella fase di scavo del cunicolo, modificano il loro stato qualitativo manifestando fenomeni di resilienza o di reversibilità degli impatti manifestati.

## 1.2 Struttura del documento

Il documento è strutturato come segue:

- Descrizione dell'opera e del Sistema di Controllo Integrato costituito dal Piano di Monitoraggio Ambientale e dal Piano di Gestione Ambientale;
- Analisi di dettaglio delle singole componenti significative ai fini delle valutazioni di cui al paragrafo precedente prendendo in considerazione per ognuna di esse:
  - Sintesi del quadro di compatibilità dello scavo rispetto a quanto già acclarato nel parere 2471 del 21 luglio 2017 della CTVIA
  - Le misure mitigative adottate
  - Gli esiti del monitoraggio ambientale
  - Quadro di confronto tra la fase di scavo e di post scavo
- Quadro conclusivo di sintesi.

### 1.3 Acronimi e abbreviazioni

Per una migliore comprensione dell'elaborato si riportano di seguito gli acronimi e le abbreviazioni che verranno utilizzate:

- A32 = Autostrada A32 Torino-Bardonecchia
- ARPA = Agenzia Regionale per la Protezione Ambientale
- CER = Codice Europeo Rifiuti
- CIPE = Comitato Interministeriale per la Programmazione Economica
- CSC = Concentrazioni Soglie di Contaminazione
- CSE = Coordinatore per la Sicurezza in fase di Esecuzione
- CTVIA= Commissione Tecnica di Verifica dell'Impatto Ambientale
- DL = Direzione Lavori
- ISPRA= Istituto Superiore per la Protezione e la Ricerca Ambientale
- LTF = Lyon Turin Ferroviaire S.A.S – ex soggetto proponente della NLTL, sostituito da TELT a partire dal 23 febbraio 2015
- NLTL = Nuova Linea Torino Lione
- PAI = Piano di Assetto Idrogeologico
- p.c. = piano campagna
- PDVM: il Progetto Definitivo della Variante la Maddalena
- PFT = Piani Forestali Territoriali (regione Piemonte)
- PGA = Piano di Gestione Ambientale
- Pk = progressiva del tracciato, identificativa del suo sviluppo a partire dal chilometro di inizio 0+000
- PMA = Progetto di Monitoraggio Ambientale
- PPR = Piano Paesaggistico Regionale (regione Piemonte)
- PSC = Piano di Sicurezza e Coordinamento
- PTA = Piano di Tutela delle Acque (regione Piemonte)
- PTR = Piano Territoriale Regionale (regione Piemonte)
- RFI = Rete Ferroviaria Italiana SpA
- RA = Responsabile Ambientale
- RSGA = Responsabile del Sistema di Gestione Ambientale
- SGA = Sistema di Gestione Ambientale
- SIA = Studio di Impatto Ambientale

- SIC = Sito di Importanza Comunitaria (aree protette della rete europea Natura 2000)
- SITAF = Società Italiana Traforo Autostradale del Fréjus SpA, concessionaria della A32 e del traforo del Fréjus
- TBM = Tunnel Boring Machine (fresa per lo scavo meccanizzato)
- TdB = Tunnel di Base
- TELT sas = Tunnel Euralpin Lyon Turin, promotore pubblico della Nuova Linea Torino-Lione succeduto a LTF sas e responsabile della realizzazione e della gestione della sezione transfrontaliera della futura linea ferroviaria merci e passeggeri Torino-Lione.
- VIA = Valutazione di Impatto Ambientale

## 2. Il Parere n. 2471 del 21 luglio 2017

Con riferimento al Parere 2471 del 21 luglio 2017 della CTVA, si sintetizza di seguito il profilo di compatibilità espresso rispetto al Cunicolo Esplorativo nelle considerazioni finali dell'istruttoria:

- *Le informazioni geognostiche acquisite nel corso dello scavo del cunicolo hanno confermato in linea generale quanto previsto nel Progetto Esecutivo, e in taluni casi, con particolare riguardo agli aspetti geomeccanici e idrogeologici, le reali condizioni sono risultate essere migliori delle previsioni. L'insieme delle informazioni acquisite dalla realizzazione del Cunicolo esplorativo della Maddalena ha permesso di aggiornare il quadro conoscitivo relativamente all'ammasso roccioso del Massiccio di Ambin a supporto dell'affinamento del Modello Geologico di Riferimento per la realizzazione del Tunnel di Base;*
- *A livello generale i dati acquisiti, sia all'interno del cantiere che all'esterno, hanno confermato le tipologie e i livelli di impatto stimati in fase progettuale. Il monitoraggio ambientale (esterno al cantiere) ha dimostrato che gli impatti riscontrati all'interno dell'area di lavoro e i puntuali superamenti delle soglie, sono rimasti circoscritti all'ambito del cantiere stesso non determinando ricadute sull'ambiente circostante;*
- *L'efficacia del sistema mitigativo, e della sua corretta pianificazione e gestione, ha consentito di minimizzare le problematiche tipiche delle opere come quella in oggetto soprattutto in termini di emissioni di polveri. La morfologia locale e l'assenza di nuclei abitati nell'immediato intorno contribuiscono favorevolmente alla minimizzazione delle interferenze dovute allo svolgimento delle attività;*
- *Le pressioni generate dal cantiere sull'ambiente non hanno prodotto significative alterazioni né effetti irreversibili su nessuna delle componenti ambientali monitorate;*
- *L'analisi degli esiti del monitoraggio, sia interno che esterno al cantiere, consente di definire, in taluni casi, una ridondanza di dati e la scarsa significatività delle stazioni ubicate a maggior distanza dal cantiere;*
- *In relazione ai dati progettuali e ambientali acquisiti sino alla pK 7+020, il quadro delle conoscenze circa le possibili interazioni tra l'opera e le diverse componenti ambientali possa ritenersi più che esaustivo e non ulteriormente implementabile, in termini qualitativi e quantitativi, con lo scavo dell'ulteriore tratto sino al raggiungimento della pK 7+592;*
- *Gli elementi di compatibilità emersi per il cunicolo esplorativo, sono tali da poter determinare le condizioni di compatibilità anche per la realizzazione del futuro Tunnel di Base. Si intendono testate, sia in termini ambientali sia in termini gestionali, tutte le possibili ricadute ed effetti sull'ambiente di riferimento. Parte delle prescrizioni e delle indicazioni della Delibera CIPE 19/2015, che ha approvato il Progetto Definitivo della NTL, trovano già riscontro negli esiti tecnici, geognostici e ambientali del Cunicolo Esplorativo con particolare riferimento a: Piano di Monitoraggio Ambientale, Sistema di Gestione Ambientale, rischio amianto, accompagnamento ambientale, salute pubblica e VIS.*

Come anticipato nel capitolo 1, il Parere 2471 del 21 luglio 2017 della CTVA è stato formulato sulla base della documentazione tecnica fornita da TELT costituita dalla “Verifica degli esiti ambientali del Cunicolo Esplorativo de La Maddalena” (doc. MAD\_MS5\_GIA\_0001\_A\_AP\_NOT) i cui contenuti e considerazioni si intendono in questa sede completamente acquisiti.

### 3. Descrizione del progetto

#### 3.1 Il cunicolo esplorativo

Il cunicolo esplorativo de La Maddalena è stato scavato per una lunghezza di 7020 m - parte in territorio italiano e parte in territorio francese.

L'imbocco del cunicolo si trova in località "La Maddalena" nel comune di Chiomonte (TO) sotto il viadotto "Clarea" dell'Autostrada A32. Data la conformazione morfologica dei luoghi e la presenza delle pile e delle fondazioni del viadotto Clarea, tutta l'area di cantiere per realizzare il cunicolo ed in particolare l'area d'imbocco, sono stati ricavati attraverso sbancamenti protetti di versanti detritici.

L'andamento plano-altimetrico del cunicolo è complesso in funzione della posizione dell'imbocco e della necessità di raggiungere il "sito di sicurezza di Clarea" secondo quanto previsto dal Progetto Definitivo del Tunnel di Base; in particolare, a partire dall'imbocco il cunicolo curva prima verso destra (spalle all'imbocco) con andamento in salita (ad evitare qualunque rischio di allagamento dell'opera in caso di condizioni meteo estreme) fino al raggiungimento della quota massima, per poi scendere raggiungendo la quota minima dove con curva a sinistra si dispone in posizione baricentrica rispetto ai due tubi del futuro Tunnel di Base per poi continuare con pendenza positiva fino al suo termine.

Pertanto il tracciato prevede, dopo l'imbocco a quota 672 m s.l.m. circa, una prima tratta in salita con pendenza di 0,35% di sviluppo 1500 m, una seconda in discesa con pendenza di -3,98% di sviluppo 2634 m, una terza tratta in salita con pendenza di 0,5% di sviluppo 288 m e, infine, una quarta tratta, anch'essa in salita, con la medesima pendenza prevista per il Tunnel di Base (1,20%).

La funzione principale del cunicolo è quella di raccogliere dati di tipo geologico, idrogeologico, geomeccanico e di risposta allo scavo nell'ammasso roccioso del Complesso d'Ambin ai fini della progettazione di dettaglio del Tunnel di Base sulla tratta internazionale del collegamento ferroviario Torino-Lione. In conseguenza di ciò la scelta delle modalità di scavo è stata quella di utilizzare una Tunnel Boring Machine (TBM) di tipo "aperto" che permettesse l'osservazione diretta dell'ammasso roccioso scavato.

La prima parte del cunicolo (L = 198 m) è stata realizzata con metodologie di scavo tradizionali perché interessata da terreni detritici che la TBM non era in grado di scavare.

Dopo i lavori preliminari e propedeutici iniziati il 16/04/2012, la realizzazione del cunicolo è iniziata il 22/01/2013, eseguendo lo scavo fino a Pk 0+198 con tecniche tradizionali per attraversare i depositi fluvioglaciali e gli orizzonti di scollamento tra il substrato roccioso e le coperture mesozoiche. Raggiunto il basamento cristallino del Complesso d'Ambin, il 14/11/2013 è iniziato lo scavo con TBM arrivando, il 20/02/2017, alla Pk 7+020 dopo avere attraversato lunghi tratti con coperture di circa 2000 m (copertura massima 2012 m).

Terminato lo scavo del cunicolo, a partire dal mese di marzo 2017 si sono attuate le lavorazioni di recupero nastro e di smontaggio della TBM e delle parti accessorie, attività cui sono seguiti i lavori di scavo della vasca di rilancio delle acque a pk 4+130 e il trasporto del cumulo di materiale estratto, avvenuti fino ad ottobre 2017.

Terminato lo scavo della vasca, si è quindi provveduto all'istallazione degli impianti idrici ed elettrici all'interno del tunnel e al ripristino della ventilazione nel tratto successivo alla pk 4+130 fino alla pk 7+020, cui ha fatto seguito l'inizio dei lavori di smobilizzo della parte di TBM rimasta in galleria (dicembre 2017) e successivamente i lavori di trasporto del cumulo 138 al sito di destinazione (iniziati a febbraio 2018 e terminati ad aprile 2018).

Nel corso del mese di Maggio 2018 si sono conclusi i lavori di pulizia del tunnel e lo smontaggio della struttura binari e sono avvenute le operazioni di smobilizzo del cantiere. Il 31 Maggio 2018 è stato quindi redatto il verbale di ultimazione dei lavori.

La sezione trasversale del cunicolo differisce in funzione delle modalità di scavo adottate: circolare (Diametro di scavo = 6,3 m) per la tratta scavata con TBM a "ferro di cavallo" per la tratta scavata con tecnologie tradizionali.

In funzione delle caratteristiche geomeccaniche e del comportamento allo scavo degli ammassi attraversati, sono stati posti in opera sostegni diversi: da semplice bullonatura (bulloni tipo Swellex) a centine metalliche (singole o doppie, a sezione parziale o completa: "full round") a passo variabile.

Lungo il percorso sono stati eseguiti rilievi geologici, idrogeologici e geomeccanici, sondaggi, prove in situ e di laboratorio, monitoraggi geofisici, monitoraggi tensionali e deformativi.

I materiali provenienti dallo scavo delle opere di cantierizzazione, dell'imbocco e del cunicolo sono stati posti a deposito definitivo all'interno del cantiere, in un'area appositamente predisposta. Questa scelta, effettuata a livello del Progetto Definitivo ha consentito la minimizzazione degli impatti ambientali derivanti dal trasporto di circa 330.000 m<sup>3</sup> di terre e rocce da scavo.

Nella figura seguente è riportata la planimetria generale del cantiere comprensiva, oltre che delle opere di imbocco cunicolo e del deposito dei materiali provenienti dagli scavi, di tutti gli apprestamenti necessari alla realizzazione delle opere.

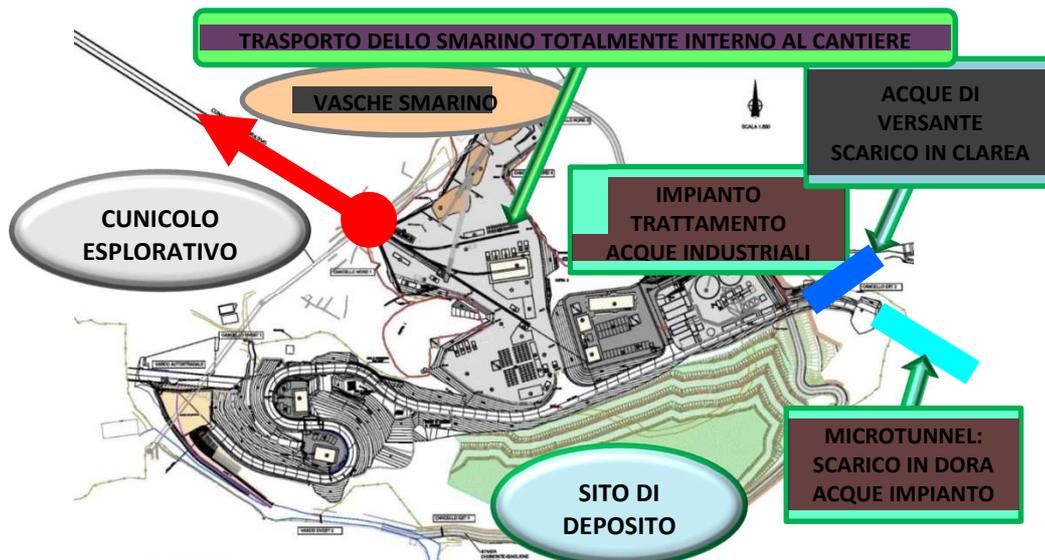


Figura 2 - Le principali componenti del cantiere de La Maddalena

### **3.1.1 La Variante in riduzione del Cunicolo Esplorativo della Maddalena**

Sulla base delle valutazioni tecniche di cui al documento Proposta di completamento dello scavo alla progressiva 7+020 (MAD\_NOT\_GDE\_7020\_0\_AP\_NOT) si è valutato che gli obiettivi prefissati dal Cunicolo Esplorativo de La Maddalena, sono stati raggiunti alla pK 7+020, disponendo così delle informazioni utili e necessarie per l'ottimizzazione della progettazione del Tunnel di Base.

Infatti alla pK 7+020 il cunicolo ha raggiunto il suo scopo esplorativo dato che:

- La TBM è arrivata alle massime coperture (pk 6+800 – copertura 2012 m);
- Risulta testato lo scavo meccanizzato per più di 6800 m;
- È stato esplorato per più di 6500 m il massiccio d'Ambin, di cui 900 m con coperture oltre i 1900 m, molto prossime alla massima copertura di circa 2000 m;
- La lunghezza del Cunicolo ha raggiunto il territorio francese e risulta sufficiente per gli ulteriori utilizzi previsti per le fasi successive di progettazione, costruzione ed esercizio del Tunnel di Base.

### **3.2 Il cantiere e il sito di deposito**

L'area del cantiere del Cunicolo Esplorativo de La Maddalena ricadute interamente nel Comune di Chiomonte ed è localizzata al di sotto del viadotto "Clarea" dell'Autostrada A32, sul versante destro orografico della valle Clarea.

L'area di cantiere si compone di tre piazzali ubicati a diverse quote.

I primi due sono occupati dall'area dell'imbocco del cunicolo e relativi impianti e dagli uffici di cantiere, rispettivamente a quota 672 m s.l.m. e a quota 664 m s.l.m circa, e risultano collegati tra loro da rampe interne e dalla strada di cantiere, che si estende fino all'opera di scarico delle acque al Fiume Dora Riparia. Un terzo piazzale, a quota 660 m s.l.m., è stato realizzato per contenere l'impianto di depurazione delle acque. A valle dell'impianto di depurazione è ubicata l'opera di restituzione delle acque alla Dora Riparia.

All'interno dell'area, così come prescritto dal CIPE (Delibera n.86/2010), non è compreso il Campo Base, pertanto il personale impiegato nei lavori è ospitato in strutture convenzionate della zona. Sono invece comprese una zona industriale e una logistica con:

- uffici di cantiere;
- spogliatoi e servizi igienici per il personale operativo;
- refettorio;
- infermeria;
- l'officina per la riparazione delle attrezzature;
- aree per lo stoccaggio dei materiali per la caratterizzazione;
- magazzini e depositi per materiali di consumo e d'opera;
- impianti vari: impianti di raccolta e di trattamento acque, impianti di raffreddamento, cabine elettriche;
- imbocco del cunicolo.

Inoltre, nell'area di cantiere sono state comprese aree e strutture adibite a presidi di pubblica sicurezza. Questi ultimi sono risultati necessari in quanto l'opera è stata ripetutamente al centro di manifestazioni delle organizzazioni contrarie alla realizzazione della linea ferroviaria ad Alta velocità Torino-Lione che spesso hanno portato a scontri violenti contro le forze dell'ordine che presidiano il cantiere, dichiarato di interesse strategico nazionale all'inizio del 2012. Sono

state realizzate recinzioni perimetrali all'area di cantiere aventi lo scopo di impedire le intrusioni nell'area di cantiere.

Al fine di poter garantire supporto al personale delle forze dell'ordine presente in cantiere è stato inoltre disposto un impianto di video sorveglianza con antintrusione integrata per il controllo perimetrale al fine di garantire un adeguato livello di sicurezza in corrispondenza delle aree esterne al cantiere, sia lungo alcuni tratti della recinzione perimetrale, sia lungo la strada di Chiomonte-Giaglione.

Le attività di scavo sono iniziate in data 22/01/2013 e si sono svolte parallelamente alle attività di cantierizzazione e di realizzazione di tutti gli impianti necessari. Per il dettaglio delle lavorazioni svolte in cantiere fino al termine dello scavo si rimanda al documento MAD\_CUN\_GDE\_0001\_*Descrizione delle principali Attività di Cantiere\_2012-2017\_Ø*.

Per una migliore comprensione dei dati presentati si riporta di seguito una breve descrizione delle principali opere ed impianti caratterizzanti il cantiere.

### **Lo scavo del cunicolo in tradizionale**

L'imbocco del cunicolo è stato realizzato con l'ausilio di una dima di attacco in calcestruzzo, a tutta altezza addossata al versante, con funzione di protezione dello scavo.

Prima dell'esecuzione della dima il versante è stato consolidato con interventi di stabilizzazione costituiti da calcestruzzo proiettato, rete elettrosaldata e bulloni. La dima è stata collegata ad un ombrello di micropali sostenuti da centine metalliche accoppiate.

La prima tratta del cunicolo fino alla progressiva km 0+198 è stata realizzata con metodi di scavo tradizionali. Lo scavo di questa tratta è stato eseguito a piena sezione, con martello demolitore montato su escavatore cingolato.

I sostegni utilizzati hanno compreso centine e calcestruzzo proiettato, sono stati anche utilizzati pre-sostegni e pre-consolidamenti quali infilaggi metallici al contorno di scavo ed elementi in vetroresina al fronte. Infine è stato realizzato un rivestimento definitivo in calcestruzzo gettato in opera

### **Lo scavo del cunicolo con TBM**

A partire dalla progressiva km 0+198 lo scavo del cunicolo è avvenuto con TBM di tipo aperto Robbins Modello "H.P. Hard Rock TBM".

La TBM ha eseguito uno scavo di diametro 6,30 m, con un sovra scavo, ove necessario, di 10 cm in condizioni di lavoro continuativo, incrementabile a 20 cm in situazioni di emergenza.

Le sezioni tipologiche di sostegno hanno compreso bulloni e centine messi in opera con passo variabile in funzione delle caratteristiche geomeccaniche e della copertura topografica.

L'avanzamento della TBM è stato accompagnato dall'avanzamento dei sistemi logistici necessari per il suo funzionamento nonché: del sistema di trasporto del marino in galleria (nastro trasportatore), del sistema di ventilazione, e dei binari lungo i quali – tramite locomotori e vagoni – è avvenuta la movimentazione del personale e dei materiali. Il binario (scartamento 0,90 m) è stato posizionato al di sopra di una struttura metallica posata sul fondo del cunicolo; su di esso, è avvenuta anche la traslazione del back-up TBM. Il sistema di smaltimento delle

acque sotterranee durante i lavori è avvenuto sia tramite pompaggio che per gravità, in funzione dell'andamento della livelletta.

La TBM è costituita sostanzialmente da una prima parte necessaria per le operazioni di scavo, spinta ed ancoraggio, ed una parte costituente il sistema di back-up dove sono installate tutte le attrezzature adibite al funzionamento dell'intera macchina.

Il lay-out della macchina ha permesso di distinguere le seguenti attività lavorative:

- scavo con testa fresante;
- smarino con nastro convogliatore;
- posa pre-rivestimento con erettore;
- posa dei binari e relativi supporti;
- manutenzione.

La postazione di guida è all'interno di una cabina ventilata e climatizzata con filtri a.p. ed è costituita da una consolle in cui si trovano:

- gli elementi di comando;
- gli elementi di segnalazione;
- gli strumenti di visualizzazione.

La testa TBM di compone di 43 dischi (tutti sostituibili dall'interno) e 8 benne di raccolta di materiale.

### **Impianto di depurazione**

L'impianto è stato progettato per trattare:

1. acque dalla galleria;
2. acque industriali (lavaggi di piazzali e automezzi, abbattimento polveri, raffreddamento fresa e galleria, ecc.), inviate tutte all'impianto di depurazione;
3. acque meteoriche da piazzali sporchi, inviate tutte a depurazione;
4. acque meteoriche del piazzale uffici e servizi localizzato a quota 664,00 m circa delle quali si invasa la massima pioggia oraria con ricorrenza centenaria, inviata a depurazione con i criteri della prima pioggia.

Il ciclo di trattamento delle acque è gestito attraverso i seguenti processi e relativi impianti:

- Dissabbiatura e disoleatura;
- Prima correzione del pH e sollevamento alla chiariflocculazione;
- Chiariflocculazione;
- Stoccaggio dell'acqua chiarificata e sollevamento ai filtri a sabbia;
- Filtrazione su sabbia;
- Sollevamento alle torri di raffreddamento;
- Raffreddamento dell'acqua;
- Ricicli interni all'impianto;
- Correzione del pH prima dello scarico.

All'impianto sono state inoltre eseguite con continuità le seguenti misurazioni sulle acque in ingresso e in uscita:

- misura di portata, con rilevamento dell'altezza su stramazzo con strumento ad ultrasuoni;
- misura di pH, con sonda ad immersione;
- misura di temperatura, con sonda ad immersione;
- misura di conducibilità, con sonda ad immersione.

### **Impianto di trasporto e smaltimento del marino**

Il trasporto del marino all'esterno nel tratto del cunicolo scavato con metodo tradizionale è avvenuto mediante automezzi (pale gommate o dumper). Per il tratto scavato con metodo meccanizzato con TBM il trasporto del marino dalla TBM all'esterno del cunicolo è avvenuto con un nastro trasportatore localizzato sul paramento sinistro (spalle all'imbocco) del cunicolo. Una volta all'esterno una serie di ulteriori nastri trasportavano il marino in aree dedicate all'accumulo temporaneo ubicate a fianco dell'imbocco. In queste aree, prima del conferimento a deposito definitivo del marino, si è provveduto alla sua caratterizzazione. In funzione delle condizioni atmosferiche è stato previsto l'impiego di soluzioni per la riduzione di tutti gli impatti negativi sull'ambiente, con particolare riferimento all'abbattimento delle polveri.

### **Microtunnel**

L'acqua proveniente dall'impianto di depurazione del cantiere è stata restituita al fiume Dora Riparia tramite un tratto di condotta sotterranea (microtunnel).

Le acque sono state convogliate all'interno di una tubazione in acciaio DN 500 mm con spessore 10 mm, che partendo dall'impianto di depurazione terminava in prossimità della Dora Riparia alla quota di circa 616,50 m. Lo sbocco nella Dora è stato regolato attraverso il posizionamento di un gomito in acciaio, ancorato al versante e alloggiato in una cavità scavata ad hoc in parete, posizionato all'uscita del microtunnel. Il punto di uscita del microtunnel è stato fissato alla quota minima di 616,50 m s.l.m. in ragione di un franco pari a circa un metro dal fondo tubo rispetto al livello raggiunto dalla Dora Riparia considerando una portata di piena con un tempo di ritorno di 200 anni. La tubazione ha il compito di convogliare le acque di scarico dell'impianto di depurazione nella Dora Riparia ha diametro nominale pari a 500 mm e una lunghezza totale di circa 320 m. Il microtunnel si trova ad una distanza di circa 3 m dal fondo di un cunicolo esistente di proprietà IREN, che intercetta planimetricamente l'opera di scarico stessa. La sistemazione finale ha previsto il ripristino delle condizioni originarie della parete rocciosa mediante la messa in opera di blocchi in pietra, cementati con calcestruzzo magro, provenienti dallo scavo della stessa. Al contorno del portalino sono stati previsti dei blocchi in pietra disposti ad arco, anch'essi provenienti dallo scavo, opportunamente sagomati.

### **Impianti di accumulo e di rilancio delle acque**

Il percorso del cunicolo ha previsto inizialmente uno scavo in salita, durante il quale l'acqua drenata ha raggiunto il depuratore per gravità. Successivamente lo scavo è proseguito per un tratto in discesa raggiungendo la quota di minimo, per poi tornare a risalire, per ridiscendere nuovamente con un secondo punto di minimo ed infine risalire fino alla progressiva conclusiva, richiedendo così la presenza di stazioni di pompaggio e di rilancio per consentire il recapito delle acque al depuratore. Di seguito si riporta la tabella riassuntiva:

<b>tratto</b>	<b>progressiva iniziale [m]</b>	<b>progressiva finale [m]</b>	<b>quota iniziale [m s.m.]</b>	<b>quota finale [m s.m.]</b>	<b>pendenza [%]</b>
1	0+000	1+500	673.0	678.15	0.34
2	1+500	3+768	678.15	602,92	3.32
3	3+768	4+078	602,92	597,55	1,73
4	4+078	4+717	597,55	599,03	0,26
5	4+717	7+020	599,21	624.67	1,11

**Tabella 1 - Tabella riassuntiva delle tratte del cunicolo (suddivisione secondo pendenza)**

In considerazione dell'andamento altimetrico del cunicolo sono stati previsti due sistemi di deflusso delle acque, così come schematizzato nella figura che segue:

- **Sistema A** – A gravità per le acque captate nella prima parte di scavo in salita (tratto 1);
- **Sistema B** – Tramite un sistema di vasche di accumulo ed emungimento con i relativi punti di rilancio per le acque nella restante parte del cunicolo (tratte 2,3, 4 e 5).

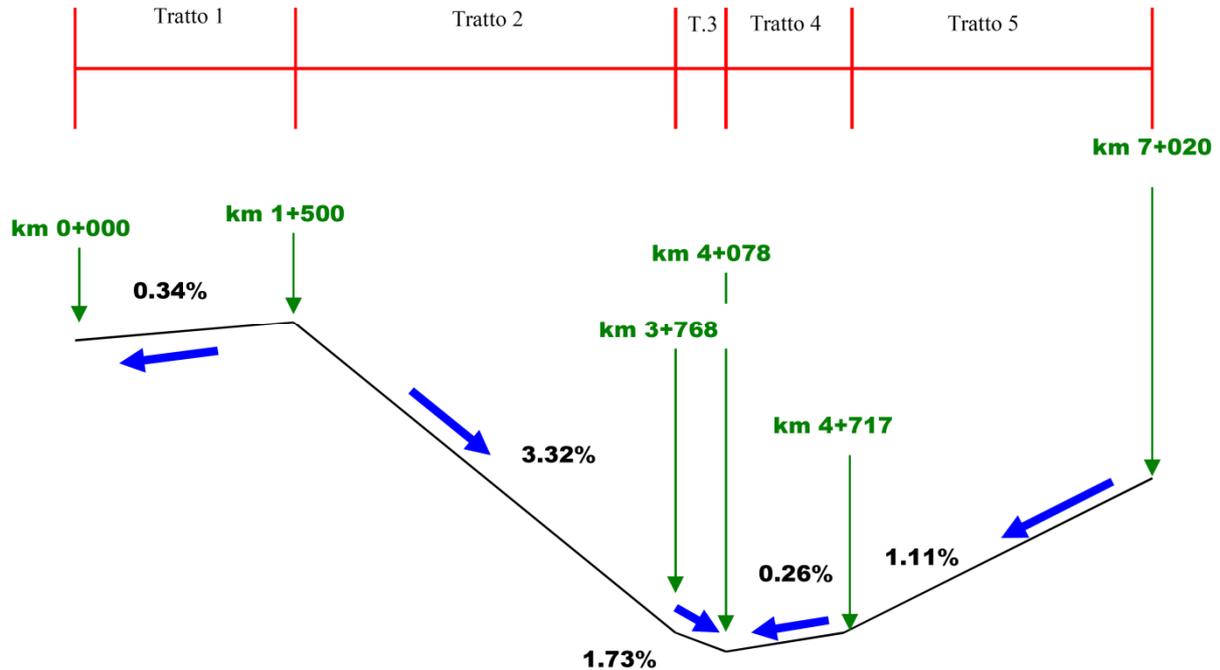


Figura 3 – Andamento altimetrico del cunicolo de la Maddalena con indicazione dei punti di raccolta acque

In particolare sono state realizzate, nel punto di minimo dello scavo (km 4+078 circa), due vasche di raccolta destinate rispettivamente alle acque calde sporche e a quelle di emergenza e alle acque calde chiare.

All'interno della prima vasca sono state posizionate pompe collegate ad un sistema di tubazioni avente diametro pari a Ø315, più un sistema di smaltimento delle acque di emergenza. Nella seconda e nella terza, invece sono state collocate 3 pompe collegate ad una tubazione di aggettamento di diametro pari a Ø350. Dette tubazioni evacuano le acque all'esterno del cunicolo. Il diametro delle tubazioni è stato adattato in corso d'opera anche in funzione delle venute idriche riscontrate durante lo scavo del cunicolo. Queste vasche sono in grado di evacuare complessivamente sino a 500 l/s.

Per l'evacuazione delle acque raccolte nelle vasche I e II è stato installato un sistema di pompaggio in serie per cui le acque vengono prima convogliate in apposite vasche di rilancio (vasca III per le acque calde sporche e di emergenza e vasca IV per le acque calde chiare), posizionate circa a metà del secondo tratto del cunicolo (pk 2+805), per poi essere definitivamente allontanate dal cunicolo. Nelle vasche di rilancio è stato collocato un sistema di pompaggio equivalente a quello presente nel punto di minimo.

Le due vasche hanno la stessa geometria e volumetria.

In caso di situazioni di afflusso di venute straordinarie, tali per cui risulti impossibile per i gruppi di pompaggio sopra descritti evacuare tali portate d'acqua, è stato previsto un sistema

supplementare che in grado di raddoppiare la portata di acqua da evacuare e triplicare la capacità di accumulo, permettendo così alle maestranze presenti nel cunicolo di potersi allontanare in sicurezza.

In particolare la soluzione in oggetto prevede che il volume della vasca I sia dimensionato per l'accumulo delle acque calde sporche e per quelle di emergenza, tramite la realizzazione di due volumi separati da un apposito setto. La capacità totale delle due vasche è pari approssimativamente a 700 m<sup>3</sup>.

Quindi complessivamente, esercizio più emergenza, il sistema di pompaggio posizionato nel punto di minimo garantisce una portata complessiva di acqua evacuata di 500 l/s. Considerando di dover garantire un tempo di accumulo di circa 65 minuti, tempo ritenuto più che sufficiente per permettere lo sgombero in tutta sicurezza del personale presente nel cunicolo in tutta la sua lunghezza, il sistema è in grado di affrontare venute eccezionali d'acqua dell'ordine di 700 l/s. Analogo sistema aggiuntivo di pompaggio è presente nella vasca di rilancio III che permette il convogliamento delle acque sino al depuratore.

Riassumendo, per l'emergenza, sono state predisposte 3 pompe per la stazione di pompaggio posizionata nel punto di minimo (prog. 4+091) ed altre 3 nella stazione di rilancio posizionata nel punto intermedio del tratto in salita (prog. 2+805), per un totale di n. 6 pompe.

I due gruppi completi di pompaggio sono composti, ciascuno dalle suddette pompe sommerse, autoclave, quadro elettrico ed accessori quali valvole, saracinesche e regolatori di livello.

### **Il sito di deposito**

L'area di deposito è collocata in località La Maddalena in stretta contiguità con il cantiere del cunicolo esplorativo (cantiere "principale"). L'area di deposito definitivo si configura come appendice operativa monofunzionale dell'area di cantiere del cunicolo esplorativo "La Maddalena", poiché il materiale di scavo è stato conferito in essa solo a seguito della caratterizzazione prevista dal Piano di Gestione Ambientale del cantiere principale, il cui obiettivo era verificare che le terre fossero conformi ai limiti di Colonna A di Tabella 1 allegato 5, al titolo V, parte IV del D.Lgs 152/2006.

Il progetto esecutivo originario venne trasmesso alle Amministrazioni di Competenza il 11/07/2013 con nota prot. 597/EO/116/TEI/13, in ottemperanza alle prescrizioni della Delibera CIPE 86/2010 (G.U. n°79 del 6/04/2011 S.G.).

La variante 01 del cantiere deposito del marino era stata predisposta in relazione alle seguenti necessità:

1. Modifica dell'impronta planimetrica del deposito,
2. Incremento del volume da stoccare.

Con riferimento al primo punto, la necessità di modificare l'impronta planimetrica del deposito rispetto a quella definita nel progetto approvato dal CIPE con delibera 86/2010 è stata dovuta al fatto che il tracciato della variante del collegamento stradale Giaglione-Chiomonte, rispondente alla prescrizione CIPE n. 56, di fatto riduceva la capacità potenziale del sito di deposito, sia perché occupava una parte dell'area prevista in progetto definitivo per il sito di deposito (tagliando l'impronta lato est del sito di deposito), sia perché imponeva una geometria meno facilmente sfruttabile per accogliere il volume di progetto.

Con riferimento al secondo punto, gli approfondimenti di progettazione esecutiva, in relazione ai maggiori esuberanti dovuti alla cantierizzazione e alla viabilità di accesso, all'impossibilità di riutilizzare in sito il materiale di scavo e alla maggior complessità dell'impianto di trattamento delle acque, avevano portato a definire una maggiore necessità di volumetrie da stoccare all'interno del sito di deposito.

La variante 01 ha avuto parere positivo con determina del Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare – D.G. Valutazioni e Autorizzazioni Ambientali n° DVADEC-2015-0000460 del 10/12/2015, visto anche il Parere della Commissione Tecnica di verifica dell'Impatto Ambientale VIA-VAS n° 1921 del 20/11/2015.

La Variante in diminuzione 02 del cantiere deposito del marino è stata redatta a seguito della comunicata esigenza di ultimare il cunicolo esplorativo alla progressiva 7+020, invece della 7+597 prevista precedentemente, avendo il cunicolo esplorativo "raggiunto gli obiettivi preposti".

L'attuale soluzione non prevede variazioni planimetriche o di pendenza delle scarpate rispetto al Progetto Esecutivo Variante 01 (approvato con determina del Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare – D.G. Valutazioni e Autorizzazioni Ambientali n° DVADEC-2015-0000460 del 10/12/2015, visto anche il Parere della Commissione Tecnica di verifica dell'Impatto Ambientale VIA-VAS n° 1921 del 20/11/2015) ed ha essenzialmente comportato una minore altezza, passando da una quota massima di 708,6 m s.l.m. (Progetto Esecutivo-variante 01) ad una quota di testa del deposito di circa 704,5 m s.l.m. (il Progetto Definitivo raggiungeva quota 704,0 m s.l.m.).

L'attuale configurazione del deposito si caratterizza attraverso un terreno di base consolidato con colonne jet grouting, la realizzazione di un rilevato con paramenti esterni realizzati in terre rinforzate inclinate di 60° con banche stabilizzanti, larghe 4-5 m, ogni 8 m di altezza del rilevato. La quota sommitale raggiunta dal deposito è 704,5 m s.l.m. La capacità finale del sito di deponia ha raggiunto un volume complessivo di circa 330.000 m<sup>3</sup>. La qualità del materiale abbancato è risultato sempre compreso nei gruppi A1, A2-4, A2-5, A3. Il materiale impiegato è sempre stato privo di frazioni o componenti vegetali, organiche o da elementi solubili, gelivi o comunque instabili nel tempo. Le rocce frantumate impiegate hanno presentato pezzature massime non eccedenti i 20 cm, soddisfacendo i requisiti precedentemente esposti.

Il sito di deposito della Maddalena è stato rinverdito e piantumato con specie autoctone e recuperato con un progetto rispettoso dell'attuale situazione morfologica. Le parti più inclinate del sito di stoccaggio definitivo sono state semplicemente rinverdite; sulle banche di separazione sono stati posti a dimora filari di arbusti e il pianoro localizzato alla quota sommitale dell'abbancamento è stato ripristinato mediante piantumazione di esemplari arborei e arbustivi di origine autoctona.

Nella figura seguente si mostrano alcune fasi della realizzazione.



Figura 4 - Alcune fasi della realizzazione deposito definitivo

### 3.3 La logistica e l'accessibilità

Le modalità d'accesso alle aree di cantiere sono state le seguenti:

- ACCESSO DALLA STRADA COMUNALE – VARCO FF.OO. N° 1
- ACCESSO DALLA AUTOSTRADA – VARCO FF.OO. N° 2
- ACCESSO TRAMITE ELICOTTERO

#### Accesso dalla strada comunale – VARCO FF.OO. N° 1

E' raggiungibile seguendo la statale SS24. Provenendo da Susa e raggiungendo Chiomonte, occorre quindi seguire le seguenti modalità:

- Per i mezzi ordinari (pick up, mezzi di ridotte dimensioni) percorrere la statale SS24 superando il centro di Chiomonte, svoltare a DX in Via Vittorio Emanuele per poi svoltare a SX su Via Ramats. Seguendo la strada si raggiunge la centrale elettrica in prossimità del VARCO 1 di cantiere. Da qui, oltrepassato il varco si segue la strada in direzione del Museo Archeologico "la Maddalena" raggiungendo un secondo varco (VARCO FF.OO. N°3) da cui si ha accesso alle aree di cantiere.

- Per i mezzi "pesanti" quali (Autobotti e mezzi di notevoli dimensioni) occorre percorrere la statale SS24 superando il paese di Chiomonte fino a raggiungere il ponte di attraversamento sul fiume Dora, da qui si svolta a DX su Via Ramats, si prosegue tenendo la DX in direzione della centrale idroelettrica IREN e del Museo Archeologico "la Maddalena". Seguendo la strada si raggiunge la centrale elettrica in prossimità del VARCO 1 di cantiere. Da qui, oltrepassato il varco si segue la strada in direzione del Museo Archeologico "la Maddalena" raggiungendo un secondo varco da cui si ha accesso alle aree di cantiere. Da qui si prosegue a DX seguendo i

tornanti fino a raggiungere l'area di cantiere. I tempi di percorrenza, con l'impiego della viabilità locale e partenza da Susa centro al cantiere, sono di circa 20 minuti.

La viabilità all'interno del cantiere è stata pressoché completamente asfaltata in funzione antipolvere, inoltre è stata attrezzata una zona per il lavaggio delle ruote dei mezzi operativi. Al fine di minimizzare l'apporto di polveri, era in funzione, secondo necessità, un sistema di annaffiamento sia delle strade di cantiere che dei cumuli di materiale proveniente dagli scavi. Per quanto possibile, lungo la viabilità di cantiere, il traffico veicolare pesante è stato separato da quello pedonale anche per mezzo di delimitazioni e barriere tipo new jersey. Le strade, i piazzali ed i passaggi pedonali risultano idoneamente illuminati nelle ore notturne.

### **Accesso dalla autostrada A32 Bardonecchia-Torino, direzione Torino – VARCO FF.OO. N° 2**

I mezzi possono accedere al cantiere percorrendo l'autostrada A32 Torino – Bardonecchia, da Oulx, in direzione Torino, al termine della galleria Ramat al Km 44+500 devono portarsi sulla corsia preferenziale d'ingresso al cantiere, posizionata a destra, in adiacenza a quella d'emergenza, seguendo le modalità sotto indicate:

- Imboccando la galleria Ramat al termine della quale è presente l'ingresso del cantiere;
- Procedendo a velocità moderata ed immettendosi, accertandosi di non essere seguiti da mezzi, nella corsia riservata al cantiere posta a destra. L'ingresso al cantiere è posizionato immediatamente a valle del grande pannello giallo indicante "CANTIERE TAV LTF" e posto tra due coni segnaletici sistemati ad interasse maggiore tra quelli posati sullo stesso allineamento.

L'accesso al cantiere, presidiato dalle forze armate e dalle forze dell'ordine, è posto all'altezza del Km 44+500 mediante un varco (VARCO FF.OO. N° 2).

I tempi di percorrenza per il raggiungimento del cantiere sono stimati in circa 35 minuti con partenza dall'ingresso Susa Ovest ed inversione di marcia all'uscita di Oulx Est.

### **Accesso tramite elicottero**

Al fine di garantire tempi rapidi d'intervento, ad uso esclusivo del soccorso sanitario, è stata predisposta idonea area adibita all'atterraggio per elicotteri. Tale area è posta a fianco della centrale idroelettrica IREN (Lungo via dell'Avanà) e consente l'atterraggio, nelle ore diurne degli eliveicoli in dotazione al Servizio Territoriale 118.

## **3.4 I ripristini**

Per quanto attiene i ripristini occorre evidenziare che quelli relativi all'area di cantiere sono condizionati dalle ulteriori attività previste nel sito per la realizzazione dell'opera principale.

Come meglio dettagliato nel paragrafo 6.6.3 è stato invece realizzato, a conclusione delle attività di abbancamento, il ripristino del sito di deposito di cui nel seguito si riporta uno stralcio planimetrico.



Figura 5 – Planimetria di ripristino del sito di deposito.

Si evidenzia che gli inerbimenti delle scarpate del sito sono stati comunque realizzati progressivamente con l'avanzamento della realizzazione del cumulo, a maggior garanzia della buona riuscita dell'intervento nel suo complesso.

### 3.5 Quadro dei dati geognostici prodotti e monitoraggio geotecnico

#### Indagini geognostiche preliminari (ante-operam)

La campagna geognostico-geotecnica integrativa è stata condotta nell'ambito dell'area del cantiere della "Maddalena" nei mesi di Aprile-Giugno 2012.

Tale campagna è stata predisposta ed eseguita in ottemperanza alle specifiche prescrizioni formulate, in fase di Istruttoria, dagli Enti istituzionali competenti (Regione Piemonte e Ministero dell'Ambiente) riguardanti il Progetto Italferr "Cunicolo Esplorativo della Maddalena" ed il relativo Studio di Impatto Ambientale, e con il fine di acquisire i dati geotecnici di base da utilizzare a supporto della progettazione esecutiva delle principali opere d'arte previste nell'area del cantiere e di imbocco della galleria esplorativa.

Nel dettaglio, le indagini eseguite hanno riguardato i terreni che sono stati successivamente direttamente interessati dai movimenti di terra nell'area di cantiere e dalla realizzazione della berlinese di imbocco, nonché dalle varie opere in progetto per la strada di accesso al cantiere.

Sono state eseguite, allo scopo, sia indagini di tipo diretto che indiretto, comprendenti, rispettivamente, sondaggi a carotaggio continuo con prove in foro e prelievo di campioni per analisi di laboratorio ed indagini sismiche a rifrazione sia lungo stendimenti superficiali che in foro (profili sismici tomografici ed una prova down-hole).

Hanno completato il programma una serie di analisi e prove di laboratorio finalizzate alla caratterizzazione fisico-meccanica dei campioni, per lo più rimaneggiati, prelevati dalle carote dei sondaggi.

Nel dettaglio sono stati eseguiti:

- 3 sondaggi geotecnici realizzati in corrispondenza del sito di deposito della galleria esplorativa Maddalena;
- 6 sondaggi geognostici (5 verticali e 1 orizzontale) realizzati nel settore d'imbocco della galleria Maddalena nel novembre 2012.

Nel settore dell'imbocco della galleria esplorativa Maddalena, sono state eseguite anche due campagne geofisiche realizzate in due successivi momenti tra il 2011 e il 2012, a compendio dei sondaggi geognostici.

In particolare, nel 2011 sono stati eseguiti:

- 2 stendimenti di sismica a riflessione realizzati nel 2011 in corrispondenza del sito di deposito;
- 2 indagini sismiche di tipo MASW realizzate nel 2011, sempre in corrispondenza del sito di deposito;
- 1 sondaggio elettrico verticale (SEV), anch'esso realizzato nel 2011 in corrispondenza del sito di deposito;

nel 2012 sono stati eseguiti:

- 3 stendimenti sismici a riflessione, realizzati nel novembre 2012 in corrispondenza dell'imbocco della galleria Maddalena.

<b>Sondaggio.</b>	<b>Lunghezza (m)</b>	<b>Ubicazione con rif. a opera o parte d'opera</b>
S1	30	Berlinese versante imbocco galleria
S2	40	Berlinese versante imbocco galleria
S3	30	Berlinese versante imbocco galleria
S4	30	Fondazione muro di sostegno nuova strada di accesso al cantiere
S5	30	Berlinese versante a monte nuova strada di accesso al cantiere
S6	75	Imbocco cunicolo e prima tratta da scavare con metodo tradizionale
S90	75	Sito di deposito
S91	80	Sito di deposito
S92	75	Sito di deposito

**Tabella 2 - Indagini geognostiche realizzate ante-operam**

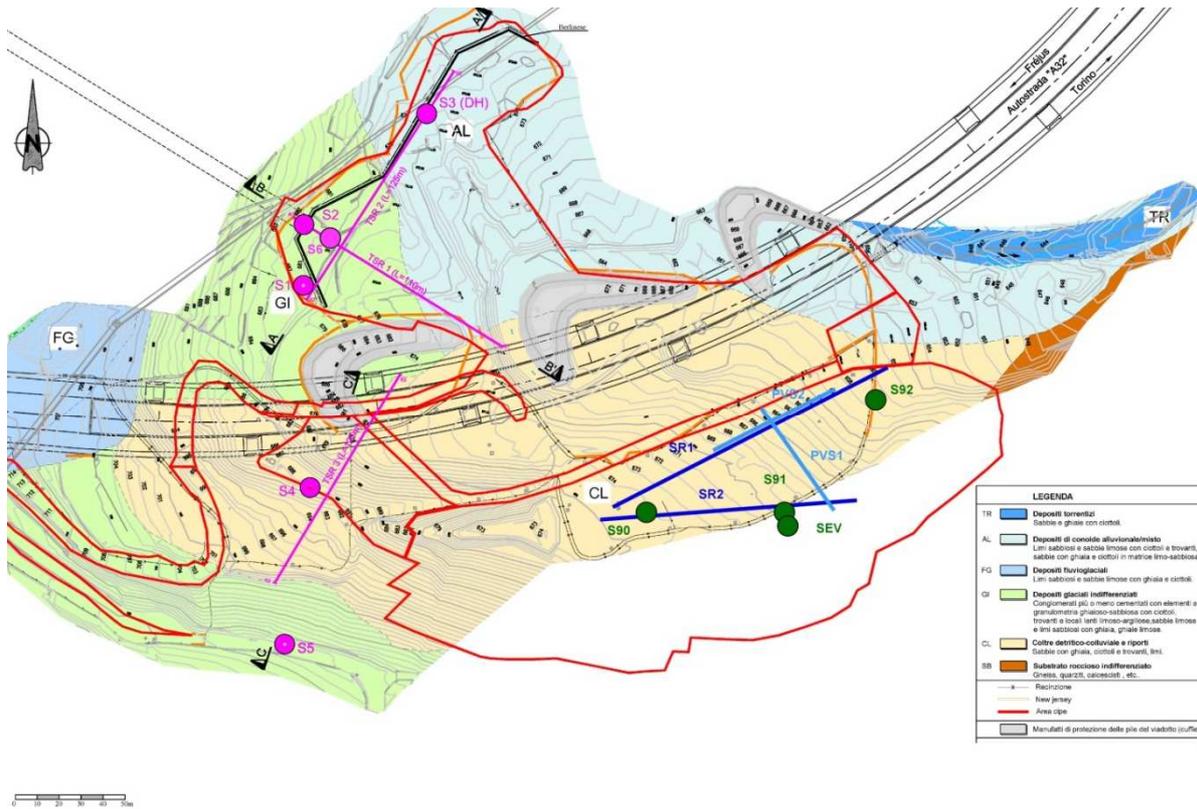


Figura 6 - Ubicazione delle indagini geognostiche realizzate ante-operam.

**Indagini geognostiche in corso d’opera**

Il complesso quadro dei dati geognostici prodotti in corso d’opera si riassume in questo paragrafo attraverso l’elenco delle indagini e prove in sito e di laboratorio eseguite e delle stazioni di monitoraggio geotecnico realizzate.

Si rimanda al capitolo 5 la trattazione completa dei risultati e il conseguente ritorno di esperienza da essi derivante.

Quadro delle indagini geognostiche realizzate	Scavo Tradiz.	Scavo con TBM	Totale
Prove di laboratorio in roccia			
Test triassiale in controllo di deformazione con misura della resistenza di picco		24	24
Test triassiale in controllo di deformazione con misura della resistenza di picco e di quella residua		25	25
Prova di compressione monoassiale in controllo di carico senza misura delle deformazioni		36	36
Prova di compressione monoassiale in controllo di carico con misura delle deformazioni orizzontali e verticali	3	41	44
Taglio diretto		23	23
Prova di trazione diretta		0	0
Prova di trazione indiretta		26	26
Prova point load	5	85	90
Misura velocità sonica su provini in roccia onde P		28	28

<b>Quadro delle indagini geognostiche realizzate</b>	<b>Scavo Tradiz.</b>	<b>Scavo con TBM</b>	<b>Totale</b>
Misura velocità sonica su provini in roccia onde P e S		25	25
Sezioni sottili e analisi in microscopia		12	12
Analisi con spettrofotometro		5	5
Sezioni sottili con analisi modale		30	30
Determinazione massa volumica apparente		79	79
Determinazione massa volumica reale		0	0
Determinazione della porosità		0	0
Prove di durezza e abrasività	3	32	35
Contenuto d'acqua		0	0
Prove di classificazione e caratterizzazione fisica	3	0	3
Geofisica cross-hole, tomografia, sismica a paramento			
Cross-hole Vp/Vs		11	11
Tomografia cross-hole Vp		11	11
Sismica a paramento			in continuo
Prove geomeccaniche in galleria			
Prova dilatometrica		7	7
Prova con martinetto piatto		5	5
Prove di permeabilità in foro (tipo Lugeon)		7	7
Prove geomeccaniche in nicchia			
Coppia di prove di carico su piastra		4	4
Prova di taglio in situ		4	4
Misura stato tensionale con sovra carotaggio CSIRO		4	4
Misura stato tensionale con fratturazione idraulica		24	24
Rilievo sonda TV in foro per fratturazione idraulica		4	4
Prova di compressione monoassiale		4	4
<b>Altre Indagini in avanzamento</b>			
Rilievi geologici dei paramenti			In continuo
Rilievi geo-strutturali	23	509	532
Sondaggi in avanzamento a distruzione con controllo parametri di avanzamento	5	78	83
Sondaggi carotati	1	5	6

Tabella 3 – Indagini geognostiche realizzate

<b>Quadro del monitoraggio tecnico realizzato</b>	<b>Stazione stumentata</b>
Tratto scavato in tradizionale da pk 0+000 a pk 0+198	
Deformazione arco rovescio – Straingauge su calcestruzzo	1
Deformazione rivestimento prima fase – Straingauge su centina	1
Deformazione rivestimento prima fase – Stazioni di convergenza topografica	18
Deformazione rivestimento definitivo – Straingauge su calcestruzzo	1

<b>Quadro del monitoraggio tecnico realizzato</b>	<b>Stazione strumentata</b>
Tratto scavato con TBM da pk 0+198 a pk 7+020	
Deformazione del Cavo – Stazioni di convergenza topografica (tipo C-F)	124
Deformazione del Cavo – Stazioni strumentate estensimetri e piezometro (tipo B-F)	3
Deformazione del Cavo – Stazioni strumentata - Stress meter	1
Interazione ammasso roccioso-sostegni – Estensimetri a barre (tipo A1-F)	3
Deformazione sostegni – Barrette estensimetriche e celle di carico (tipo A2-F)	9
Plasticizzazione del cavo tramite tomografia sismica a rifrazione a paramento	In continuo
Rock-Brust – Monitoraggio microsismico da pk 2+400	In continuo
Acquisizione dati idrogeologici – Monitoraggio delle portate	In continuo
Acquisizione dati idrogeologici - Analisi chimiche delle acque drenate	22
Monitoraggio delle venute d'acqua in galleria	
Gradiente geotermico (stazioni mobili e fisse) e temperatura delle acque di infiltrazione	132

**Tabella 4 – Attività comprese nel monitoraggio tecnico**

### 3.6 La Gestione delle Terre e Rocce da scavo e rifiuti

Il presente capitolo è finalizzato alla descrizione di tutte le operazioni che sono state svolte al fine di esplicitare la corretta gestione del materiale di risulta prodotto durante le attività di scavo del cunicolo esplorativo de la Maddalena.

#### **Normativa di riferimento**

La normativa presa come riferimento è suddivisa in quattro tipologie:

- Normativa specifica in cui sono citate le Terre e rocce da scavo in quanto tali;
- Normativa inerente il recupero e lo smaltimento;
- Norme tecniche;
- Normativa sulla sicurezza.

#### A) Normativa specifica per le “terre e rocce da scavo”:

- D. Lgs. 152/2006 e s.m.i “Norme in materia ambientale”
- Legge 28 gennaio 2009 nr 2 “Conversione in Legge, con modificazioni, del Decreto Legge 29/11/2008 nr 185”
- D. Lgs. Governo n° 4 del 16/01/2008 Ulteriori disposizioni correttive ed integrative del decreto legislativo 3 aprile 2006, n. 152, recante norme in materia ambientale
- Decreto Legge n° 208 del 30/12/2008 Misure straordinarie in materia di risorse idriche e di protezione dell'ambiente
- Legge n° 13 del 27/02/2009 Conversione in legge, con modificazioni, del decreto-legge 30 dicembre 2008, n. 208, recante misure straordinarie in materia di risorse idriche e di protezione dell'ambiente
- Delib. Giunta Reg. n° 24-13302 del 15/02/2010 “Linee guida per la gestione delle terre e rocce da scavo ai sensi dell'articolo 186 del decreto legislativo 3 aprile 2006, n. 152”.

Si sottolinea che il Progetto Definitivo della Variante la Maddalena (PDVM) è stato sviluppato da ITALFERR nel 2008 – 2009 e con delibera CIPE n. 86/2010 del 18/11/2010 è stato approvato con prescrizioni. Il progetto approvato prevedeva (cfr PP2\_MA1\_ITF\_0205\_B\_PA\_NOT – Relazione gestione Terre e rocce da scavo) la gestione delle terre secondo i disposti dell'art. 186 del D. Lgs 152/06. In coerenza con quanto previsto dall'art. 15 - Disposizioni finali e transitorie del DM 161/12 (*Regolamento recante la disciplina dell'utilizzazione delle terre e rocce da scavo*) la gestione delle terre e rocce da scavo dell'opera è avvenuta secondo la procedura prevista dall'art. 186 del D. Lgs 152/06.

B) Normativa inerente il recupero e lo smaltimento:

- Decreto Ministeriale del 05/02/1998 Individuazione dei rifiuti non pericolosi sottoposti alle procedure semplificate di recupero ai sensi degli articoli 31 e 33 del decreto legislativo 5 febbraio 1997, n. 22
- Legge n° 93 del 23/03/2001 Disposizioni in campo ambientale
- D. Lgs. Governo n° 36 del 13/01/2003 Attuazione della direttiva 1999/31/CE relativa alle discariche di rifiuti
- Decreto Ministeriale del 03/08/2005 Definizione dei criteri di ammissibilità dei rifiuti in discarica
- Decreto Ministeriale n° 248 del 29/07/2004 Regolamento relativo alla determinazione e disciplina delle attività di recupero dei prodotti e beni di amianto e contenenti amianto.

C) Norme tecniche:

- Norma Tecnica UNI n° 10802 del 01/10/2004 Rifiuti - Rifiuti liquidi, granulari, pastosi e fanghi - Campionamento manuale e preparazione ed analisi degli eluati
- Decreto Ministeriale del 13/09/1999 Approvazione dei "Metodi ufficiali di analisi chimica del suolo".

D) Normativa sulla sicurezza:

- D. Lgs. Governo n° 81 del 09/04/2008 Attuazione dell'articolo 1 della legge 3 agosto 2007, n. 123, in materia di tutela della salute e della sicurezza nei luoghi di lavoro.

### Aspetti logistici e gestionali – Il ciclo del marino

Nell'ambito della realizzazione del cunicolo, è stata prevista una produzione di materiale da scavo denominato marino (o smarino).

La prima **fase di scavo**, realizzata con metodo tradizionale, dall'imbocco alla pk 0+198, ha prodotto materiali di risulta di granulometria variegata. La loro natura geologica è descrivibile come depositi sciolti, rappresentati da depositi glaciali e fluvio glaciali; litotipi di diversa natura rappresentati dalle carniole, afferenti agli orizzonti tettonici di scollamento, dolomie e marmi dolomitici, verosimilmente afferenti all'Unità tettonica del Gad e micascisti e scisti carbonatici, verosimilmente riconducibili a un lembo di copertura mesozoica dell'Ambin.

La seconda **fase di scavo**, realizzata con TBM, da pk 0+198 a pk 7+020 (fine cunicolo), ha prodotto materiali di risulta riferibili, nella parte più esterna ai litotipi del Complesso di Ambin

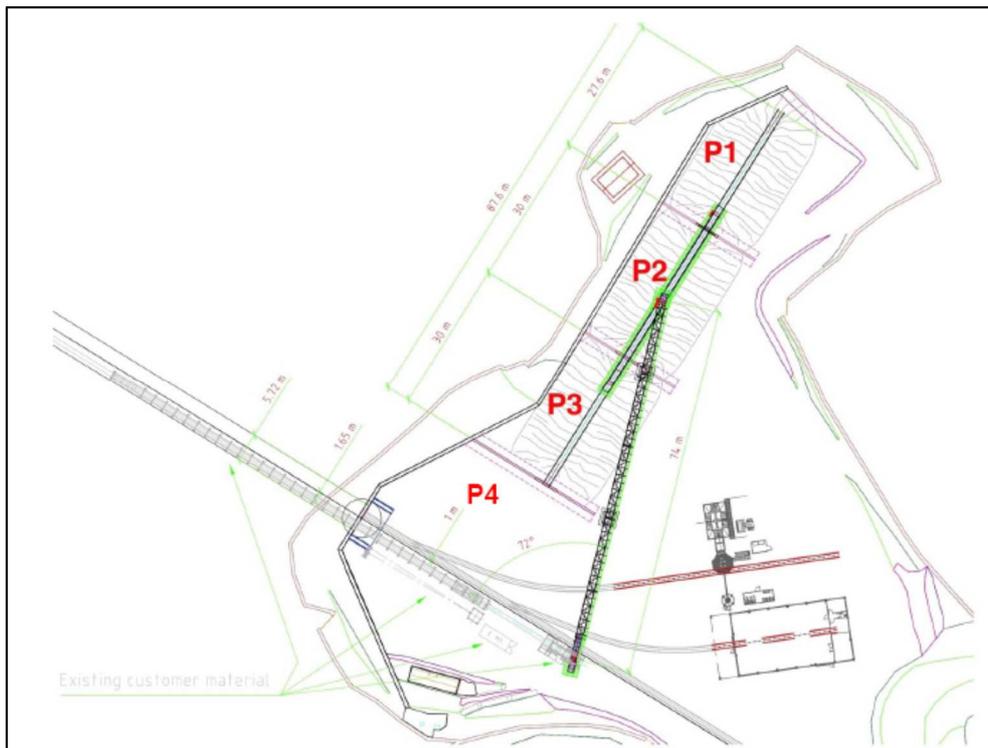
(dominanti gli gneiss aplitici) e nella parte centrale e finale dello scavo alle rocce corrispondenti al Complesso di Clarea (dominanti i micascisti di Clarea).

Al fine di ottimizzare le operazioni di gestione del materiale di scavo, è stata definita una specifica procedura di controllo al fine di indagare la qualità del materiale estratto durante tutte le fasi di movimentazione.

Al fine di avere una prima indicazione sulle caratteristiche della porzione di roccia interessata dallo scavo sono stati eseguiti sondaggi a distruzione in avanzamento tra loro sovrapposti. Questo ha permesso sia di conoscere le proprietà geomeccaniche del materiale sia di identificare l'eventuale presenza di sostanze pericolose come ad esempio l'amianto. Per questo scopo sono state infatti condotte, sul materiale di risulta del sondaggio, sistematiche analisi visive da un Geologo qualificato e specifiche analisi di laboratorio.

Inoltre, a seguito del riscontro nel materiale di scavo di una concentrazione naturale ma superiori ai limiti della Colonna A, tab. 1 all. 5 D. Lgs. 152/2006 di Arsenico, tali analisi sono state integrate con il controllo dei metalli pesanti, in modo da poter conoscere in anticipo eventuali situazioni potenzialmente critiche e di conseguenza gestirle in modo adeguato.

Successivamente a questa prima analisi tutti i materiali estratti dal cunicolo sono stati depositati sulle piattaforme di campionamento, situate in prossimità dell'imbocco denominate P1, P2, P3 e P4 nella figura seguente.



**Figura 7 - Piattaforme di campionamento, presenti nell'area di cantiere**

Le piattaforme di campionamento, di capacità complessiva massima di stoccaggio pari a circa 10.000 m<sup>3</sup>, sono localizzate in prossimità dell'ingresso del cunicolo, al fine di limitare il trasporto del materiale dal fronte di scavo alle zone di scarico.

Le piattaforme, ognuna di capacità massima di circa 2.500-3.500 m<sup>3</sup>, sono state opportunamente realizzate (pavimentate/impermeabilizzate e dotate d'idoneo sistema di raccolta delle acque

meteoriche con successivo invio all'impianto di trattamento acque presente sul sito) al fine di impedire il contatto del materiale escavato direttamente sul terreno naturale.

La velocità di riempimento delle aree di stoccaggio è derivata prioritariamente dalla velocità di avanzamento dello scavo in galleria; durante la fase 1, in cui le tecniche di scavo sono di tipo tradizionale, tale volumetria si è raggiunta in tempi dell'ordine di alcune settimane. Le tempistiche sono invece state ridotte durante la fase 2 (scavo con TBM). In questa fase la velocità di produzione volumetrica è stata di circa 5-10 gg.

La formazione di ogni cumulo, dal momento della produzione all'interno del cunicolo, al deposito sulle piattaforme di campionamento, è stata seguita mediante opportuni Form di Gestione materiali scavati, che ne hanno tracciato in modo univoco il percorso del materiale, il deposito, il campionamento e la successiva analisi effettuata secondo le analisi previste dal D. Lgs. 152/86 Art. 186. Ogni cumulo è stato pertanto identificato in modo univoco, tramite numerazione progressiva e intervallo fra le chilometriche (pk) di provenienza del materiale, tramite appositi cartelli apposti sui muri divisorii delle piazzole.

Le attività di prelievo sono state eseguite nei seguenti casi:

- al raggiungimento della capacità massima della piazzola di stoccaggio;
- su volumetrie inferiori, nel caso venisse evidenziata una variazione di litologia;
- al cambio di modalità di scavo.

Le attività di prelievo sono state eseguite sui cumuli secondo una pianificazione che ha previsto campionamenti di tipo casuale (random) sull'intero volume del materiale stoccato (in applicazione al p.to 4.2.1.1 Norme UNI 10802). I campioni sono stati prelevati in modo spaziale sia sulla superficie del cumulo che nel corpo del cumulo con l'ausilio di un escavatore munito di benna. Mediamente, è stato prelevato un campione ogni circa 250 m<sup>3</sup> (quindi ad esempio 12 incrementi per un cumulo di 3.000 m<sup>3</sup>, ragionando in un'ottica cautelativa rispetto al minimo di 8 prelievi per una volumetria di 5.000 m<sup>3</sup>), i quali sono stati successivamente miscelati in modalità equiponderale; il campione medio finale generato, previa omogeneizzazione e quartatura, viene sottoposto alle indagini analitiche.

Le procedure di dettaglio della modalità di prelievo sono state concordate con ARPA Piemonte che ha effettuato numerosi campionamenti in parallelo per la verifica dei risultati analitici del laboratorio incaricato.

Per la componente Amianto, considerata la più critica, sono stati infatti effettuati numerosi confronti tecnici con l'Ente di Controllo per la definizione di specifiche procedure, sia per quanto riguarda il prelievo del campione in campo, che per le attività di preparazione e di analisi del campione in laboratorio.

Le determinazioni analitiche alle quali è stato sottoposto il campione medio finale riguardano principalmente:

- Amianto
- Metalli
- Idrocarburi
- VOC e SVOC.

Nello specifico:

- Tal quale  
Frazione sottovaglio < 20 mm (analisi frazione solida e confronto con la Tab 1 All. 5 D. Lgs. 152/06)
- Test di cessione  
Frazione sopravaglio > 20 mm (analisi sull'eluato in CO<sub>2</sub> e confronto con la Tab 2 All. 5 D. Lgs. 152/06).

Per ogni campione sono state quindi preparate n.2 aliquote per le analisi chimiche da effettuarsi: sul sottovaglio < 20 mm e sul sopravaglio > 20 mm.

Per il sottovaglio, le analisi chimiche sono state effettuate sull'aliquota di granulometria inferiore a 2 mm e la concentrazione finale dei diversi analiti è stata determinata riferendosi alla totalità dei materiali secchi, comprensiva anche dello scheletro campionato. Lo scheletro è stato definito come la frazione di materiale compreso tra 2 cm e 2 mm.

Le determinazioni chimico-fisiche sono state eseguite utilizzando metodologie ufficialmente riconosciute, tali da garantire l'ottenimento di valori 10 volte inferiori rispetto ai valori di concentrazione limite.

Il materiale proveniente dalle attività di scavo del tunnel, una volta depositato, campionato e successivamente analizzato, rispettando quanto precedentemente indicato, è stato ufficialmente classificato, ovvero:

- se il materiale aveva dei valori analitici inferiori ai parametri indicati nella colonna A di Tabella 1 allegato 5, al titolo V, parte IV del D. Lgs 152/2006 e s.m.i, è stato considerato idoneo per riempimenti e conseguentemente reso disponibile per la messa a dimora nel sito di deposito de La Maddalena;
- nel caso il materiale aveva valori analitici superiori ai parametri indicati nella colonna A di Tabella 1 allegato 5, al titolo V, parte IV del D. Lgs 152/2006 e s.m.i, esso è stato considerato rifiuto e gestito e smaltito dall'Appaltatore esecutore dello scavo del cunicolo, secondo quanto disposto in materia ambientale.

Le attività di campionamento sui cumuli e le successive analisi chimiche sono sempre state eseguite in tempi compatibili con la velocità di scavo e con le operazioni di stoccaggio del materiale nel sito di deponia.

La tempistica di restituzione dei dati, inizialmente di circa 7-10 gg lavorativi per le analisi complete, è stata variata, in accordo con gli Enti di Controllo, per meglio adattarsi alle esigenze di produzione, risultando così conclusa dopo soli 2-3 giorni lavorativi.

Nella pratica è stato concordato con gli Enti di Controllo che attraverso la prima verifica sul solo tal quale (Colonna A, tab. 1 all. 5 D. Lgs. 152/2006) il materiale potesse essere considerato come disponibile al carico, senza quindi dover attendere i risultati del test di cessione; in ogni caso successivamente sempre allegati al modulo di gestione del cumulo.

Si fa presente che il materiale estratto durante le attività di perforazione per l'esecuzione dell'opera di scarico delle acque trattate dall'impianto di depurazione nella Dora Riparia (microtunnel) è stato gestito come il materiale estratto durante lo scavo del cunicolo.

Di tutto il materiale effettivamente scavato dal cunicolo o da altre lavorazioni (movimenti terra e perforazioni) interne al cantiere circa l'1% non è risultato idoneo alla messa a dimora nel sito

deposito de La Maddalena, nello specifico circa 100 m<sup>3</sup> per contaminazione di idrocarburi (Cumulo 7, proveniente dallo scavo del microtunnel) e circa 3.500 m<sup>3</sup> per presenza naturale di Arsenico (Cumuli 8 e 9). Oltre ai cumuli 7, 8 e 9, è stato classificato come rifiuto il cumulo 138, pari a circa 4200 m<sup>3</sup> relativo allo scavo con metodo tradizionale (con uso esplosivo) della vasca di accumulo acque alla pk 4+130. Il materiale eccedeva i limiti di riferimento per il parametro idrocarburi C>12. Tutti i restanti campioni esaminati con le determinazioni analitiche sopra descritte hanno presentato risultati inferiori ai parametri indicati nella Colonna A di Tabella 1 allegato 5, al titolo V, parte IV del D. Lgs 152/2006 e s.m.i.

### 3.7 L'accompagnamento dell'opera e il controllo da parte delle autorità competenti

Preliminarmente alla descrizione del Piano di Monitoraggio Ambientale e del Sistema di Gestione Ambientale è opportuno evidenziare il ruolo che hanno avuto le autorità competenti nella impostazione e verifica puntuale in merito al controllo ambientale delle opere.

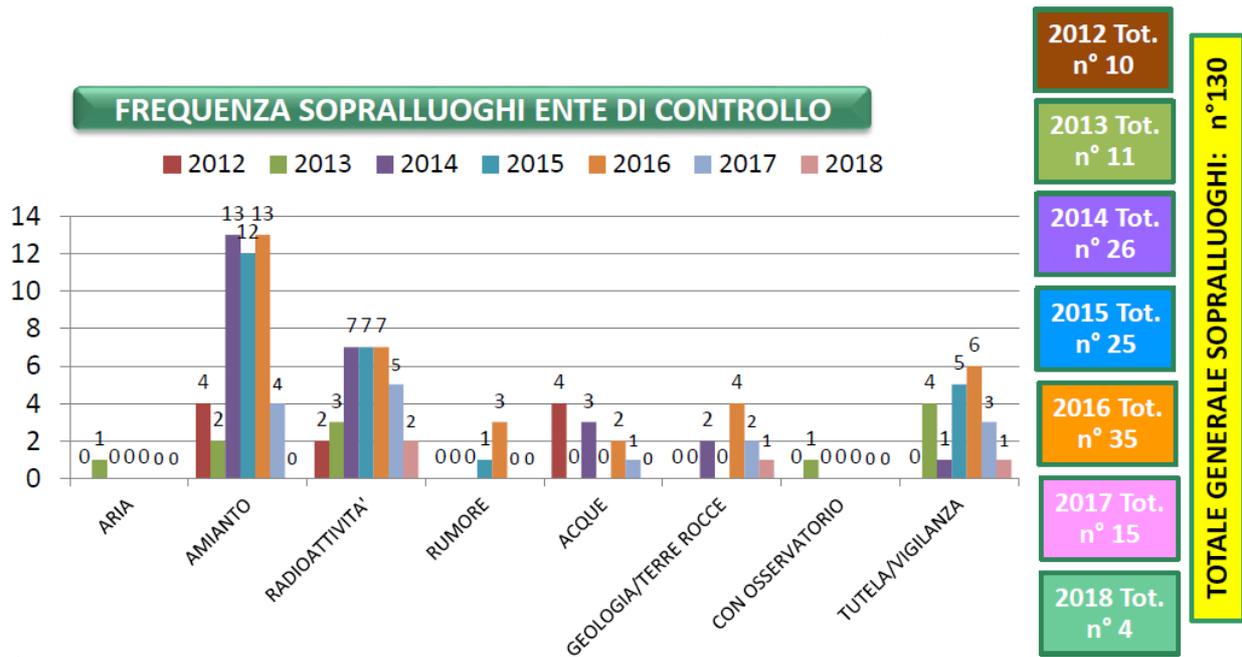
Il concetto di “Accompagnamento” dell'opera è chiaramente citato nella prescrizione 101 della Delibera CIPE 86/2010 di seguito riportato:

*È indispensabile che l'accompagnamento ambientale del progetto, che prende origine dalle valutazioni ambientali preventive e che prosegue con le misure di monitoraggio fino alle verifiche di attuazione di competenza ministeriale, sia basato su un adeguato sistema che sorvegli l'esecuzione delle opere, esamini i dati di monitoraggio, verifichi le azioni correttive messe in atto a seguito di anomalie, dia supporto alla soluzione di imprevisti ed emergenze ambientali. A tal fine si dovrà concordare con ISPRA ed Arpa Piemonte:*

- un piano operativo nell'ambito del Sistema di Gestione Ambientale;*
- le effettive misurazioni da effettuarsi per il monitoraggio in funzione delle fasi di lavorazione in cantiere;*
- predisporre il Progetto di Monitoraggio Ambientale dell'opera in accordo con ISPRA e Arpa.*

In particolare Arpa Piemonte, nell'ambito dell'accompagnamento ambientale dell'opera ha eseguito:

- la valutazione dei dati prodotti da LTF/TELT con predisposizione di report periodici pubblicati sul sito dell'Agenzia;
- approfondimenti e verifiche di dettaglio in caso di criticità emerse (problemi strumentali, tempistiche di restituzione dati, ecc.);
- circa 50 tavoli tecnici con LTF/TELT e 130 sopralluoghi presso il cantiere e/o nei siti direttamente o indirettamente interessati dai lavori;
- attività di controllo e campionamenti in doppio per verificare attività di monitoraggio.



### 3.8 Il Sistema di Controllo Integrato

Al fine di rispondere in maniera adeguata alle prescrizioni indicate in fase autorizzativa e per garantire un opportuno presidio ambientale del cantiere, è stato sviluppato un sistema integrato costituito da un Piano di Monitoraggio Ambientale (PMA) e da un Piano di Gestione Ambientale (PGA). I dettagli delle due strutture e la loro interazione sono illustrate di seguito.

1. il Piano di Monitoraggio Ambientale ha avuto la finalità di valutare l'impatto delle attività di cantiere sull'ambiente esterno, accertando lo stato ambientale delle aree interessate prima dell'avvio delle attività e monitorandone l'evoluzione in fase realizzativa;
2. il Piano di Gestione Ambientale ha integrato il SGA del cantiere ad un piano di controllo interno consentendo di:
  - a. monitorare le componenti ambientali a salvaguardia della salute dei lavoratori;
  - b. monitorare le componenti ambientali al fine di correlare i risultati con quelli del monitoraggio esterno;
  - c. conoscere l'origine di possibili/eventuali criticità ambientali generate dalle attività di cantiere.

I due sistemi sono stati necessari al fine di garantire un completo controllo di tutte le componenti e permettere l'immediata correlazione tra i dati acquisiti e le possibili cause, in caso di superamenti di soglia degli indicatori monitorati.

A tale scopo sono stati previsti con periodicità settimanale incontri congiunti negli uffici di cantiere tra tutte le figure interessate.

#### 3.8.1 La gestione dei risultati e le interfacce tra i diversi responsabili

Le riunioni ambientali di cantiere sono state indette dal Responsabile Ambientale della DL e vi hanno partecipato un rappresentante della Committenza, i Responsabili Ambientali o delegati

delle Imprese coinvolte, nello specifico l'ATI incaricata dello scavo del cunicolo e l'ATI incaricata della messa a dimora del materiale, affiancati dai Responsabili dei rispettivi sistemi di controllo ambientale attivati internamente all'area di cantiere ed il Responsabile del Monitoraggio Ambientale sull'area esterna.

Lo scopo degli incontri, in situazione ordinaria, è stato quindi quello di valutare i dati restituiti dalle stazioni di monitoraggio relative alle tre aree di indagine, area a servizio delle attività di scavo, sito di deponia del materiale e area esterna, al fine di identificare eventuali correlazioni tra i dati acquisiti dai controlli interni, e quindi le attività lavorative, ed i dati registrati nel territorio circostante.

L'analisi dei dati dell'area esterna rispetto ai livelli di soglia ha permesso di evidenziare tempestivamente eventuali situazioni anomale ed indicatori di potenziali impatti sulle singole componenti monitorate.

L'analisi dei dati dell'area interna rispetto ai relativi livelli di soglia appositamente stabiliti, affiancata alla sintesi delle attività di cantiere in corso nei periodi di indagine, ha permesso invece di verificare l'influenza delle stesse sulle matrici ambientali interessate e quindi identificare le sorgenti di emissione potenzialmente responsabili degli eventuali impatti evidenziati dai dati del monitoraggio esterno.

Il successivo confronto tra i dati esterni, i dati interni e tutte le informazioni al contorno disponibili (dati meteorologici, dati campionati in parallelo dagli Enti di Controllo, dati delle reti di monitoraggio provinciali e/o regionali, etc.) ha permesso infine, in sede di riunione, di effettuare una prima interpretazione dei dati e dei relativi trend e concordare eventuali azioni da applicare tempestivamente.

I documenti ambientali dei singoli soggetti interessati hanno presentato infatti, in base alle risultanze dei monitoraggi, le procedure utili a determinare le condizioni di assetto operativo della rete di monitoraggio, che in situazione ordinaria è definita di Sorveglianza. L'eventuale riscontro di un deterioramento delle condizioni ambientali registrato dalle stazioni di monitoraggio interne al cantiere o nell'area esterna avrebbe determinato il passaggio ad un assetto operativo di intensificazione dei monitoraggi, necessario alla verifica dei dati precedentemente acquisiti ed alla loro eventuale conferma, al fine di dimensionare gli adeguati interventi finalizzati al ripristino delle condizioni originarie. L'analisi completa dei dati è stata invece riportata nei report mensili.

Al fine di minimizzare gli impatti ambientali delle attività di cantiere, negli specifici documenti sono state identificate, per ogni singola componente, delle azioni "proattive" mirate da applicarsi nella normale conduzione del cantiere oltre a delle azioni "reattive" da mettere in atto in caso di necessità.

Per azioni proattive si intendono tutte quelle attività (procedure e dispositivi) mitigative pianificate al fine di una corretta gestione ambientale, mentre le azioni reattive sono tutte quelle azioni individuate, e poi applicate, in risposta alle diverse situazioni che si sarebbero potute generare nel corso del monitoraggio a seguito dell'analisi dei dati campionati.

Nel corso delle riunioni la DL ha verificato che tutte le azioni proattive precedentemente programmate venissero applicate nel modo corretto dalle figure preposte, indicando eventualmente le azioni reattive necessarie.

Queste ultime possono essere state di varia natura a seconda delle esigenze e sono andate dalla verifica della corretta applicazione del sistema di gestione ambientale, a semplici rimodulazioni di alcune attività in modo ad esempio da evitarne la sovrapposizione a soluzioni più complesse come la programmazione di nuove attività di monitoraggio, la redazione e l'applicazione di specifiche procedure per lo svolgimento di attività lavorative considerate critiche ed il relativo controllo, fino alla progettazione e alla messa in opera di interventi di mitigazione quali ad esempio barriere acustiche ed opere di convogliamento delle acque.

In caso di superamento di alcune soglie delle componenti più significative, secondo un protocollo concordato con ARPA Piemonte, sarebbe stata aperta una procedura di "Anomalia". La gestione delle anomalie prevedeva la compilazione di una scheda all'interno della quale venivano sintetizzate e descritte le possibili cause, le azioni intraprese per la mitigazione del dato anomalo e gli effetti delle azioni tempestivamente intraprese, riportando sinteticamente la documentazione di riferimento disponibile.

La scheda in oggetto veniva compilata dalla DL che si occupava della sua trasmissione alla Committenza ed agli Enti di Controllo preposti. Secondo la procedura la scheda prevedeva una chiusura dell'anomalia a seguito dell'applicazione delle eventuali azioni correttive e pertanto il rientro del dato al di sotto delle soglie prefissate.

In sede di riunione venivano inoltre affrontati, quando necessario, gli opportuni confronti necessari alla revisione dei documenti ambientali ed all'ottemperanza delle eventuali richieste ed osservazioni pervenute in corso d'opera.

A seguito delle problematiche evidenziate dagli Enti di Controllo, sia in sede di sopralluogo che in sede di verifica delle procedure analitiche adottate e della documentazione prodotta, venivano discusse le controdeduzioni necessarie e concordate le strategie di intervento, sotto il coordinamento della DL.

A tale scopo sono stati previsti con periodicità settimanale incontri congiunti negli uffici di cantiere tra tutte le figure interessate.

### ***3.8.2 Portale Unico del Sistema Informativo Territoriale***

Ai fini di una immediata attivazione di eventuali azioni mitigative in Corso d'Opera, inoltre, è stato definito un adeguato Protocollo di Restituzione Dati e Sistema di Gestione dei Flussi Informativi mediante l'implementazione e l'attivazione di un Sistema Informativo dinamico inserito in rete e accessibile da portale unico.

Di seguito si riporta lo schema generale del Sistema di Gestione dei Flussi Informativi che ha integrato tutte le funzioni di controllo ambientale afferenti al Proponente attraverso la Direzione Lavori (DL) e la funzione di Responsabile Ambientale (RA) e che sovrintendevano le attività del cantiere mediante l'interazione diretta con il Responsabile del Sistema di Gestione Ambientale del Contraente (RSGA) e con il Responsabile del Piano di Monitoraggio Ambientale esterno (PM).

Lo schema rappresenta le interazioni principali tra tutti i soggetti chiave deputati al controllo ambientale del cantiere in relazione alle lavorazioni attivate e alle situazioni ambientali registrate all'interno dell'area di cantiere e all'esterno nei punti recettori di potenziale impatto.

I flussi decisionali sono rappresentati con linea continua.

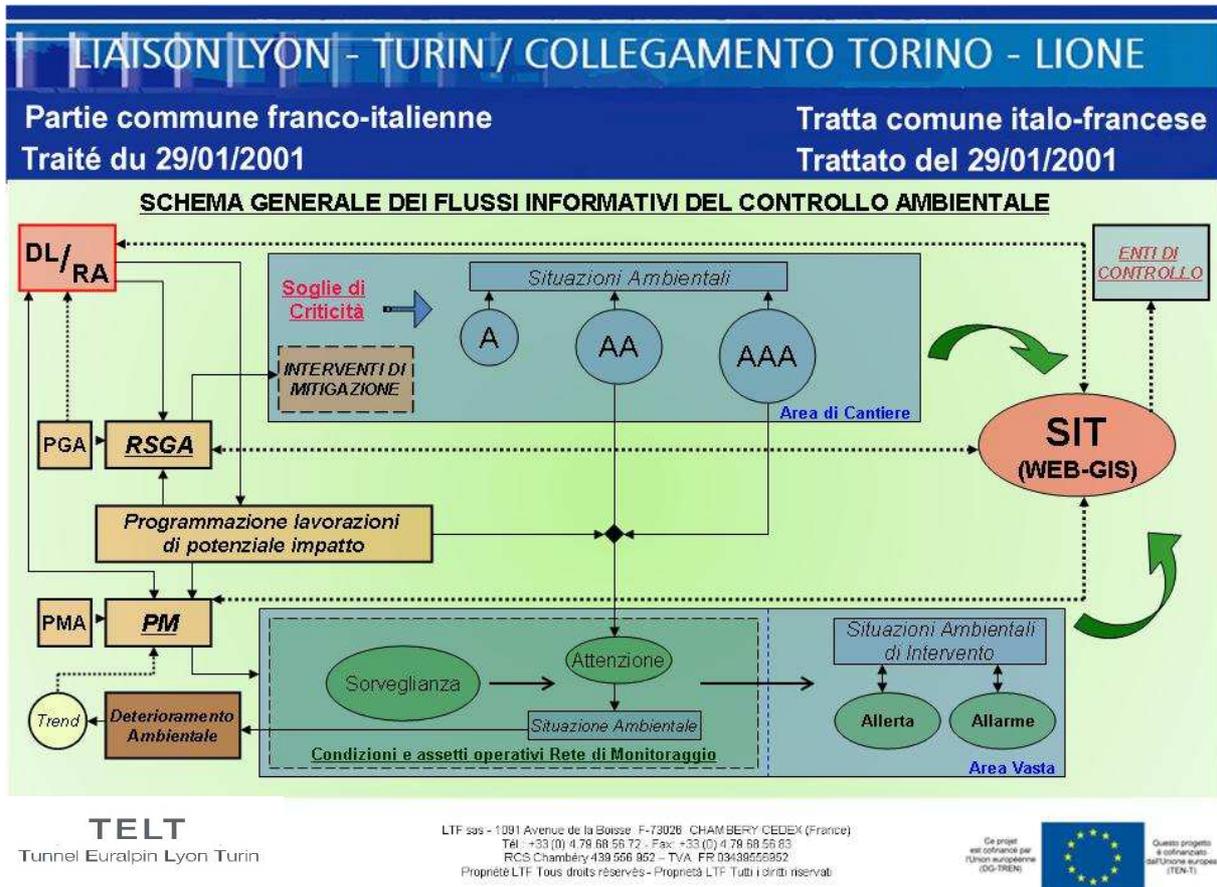


Figura 8 – Schema generale dei flussi informativi del controllo ambientale

Attraverso il Sistema Informativo Territoriale WEB-GIS ora denominato S.I.G.M.A.-Sistema Informativo Gestionale Monitoraggio Ambientale, che costituiva il Portale Unico per il controllo ambientale, i dati acquisiti da tutta la rete di monitoraggio sono confluiti in tempo reale in apposito Database Relazionale strutturato e resi immediatamente disponibili per consultazione, oltre che alle Funzioni dei Responsabili Ambientali di Ambito ai diversi operatori del controllo ambientale e all’Ente di Controllo, con profili di accesso definiti per le diverse Aree Tematiche di competenza.

Il Sistema S.I.G.M.A. provvedeva, oltre che all’acquisizione, storicizzazione e validazione dei dati ambientali registrati, anche all’esportazione automatica dei dati acquisiti sul Database Ambientale di ARPA Piemonte.

Per la componente ATMOSFERA – Qualità dell’Aria con la stessa cadenza giornaliera i dati erano anche resi fruibili ad ARPA Piemonte attraverso il Sistema Regionale di CSI Piemonte AriaWeb, per il necessario confronto con i dati delle altre stazioni di monitoraggio della Qualità dell’Aria prodotti sul territorio regionale da Arpa Piemonte.

Il Sistema Informativo è stato dotato anche di una sezione documentale che includeva tutta la principale reportistica di esercizio, una funzione di “ALARM MANAGER” (Modulo per la notifica automatica in tempo reale ai soggetti deputati al controllo ambientale dei dati progressivamente acquisiti, comparati con le soglie ambientali definite), un modulo per la

visualizzazione di “ANDAMENTI e SOGLIE” (Modulo grafico e alfanumerico per la consultazione ed elaborazione dei dati storici del monitoraggio ambientale) e il “MODULO WEB-GIS” con rappresentazioni multicriteriali in mappa.

Per l’esame di dettaglio dei dati dei monitoraggi eseguiti e dei Report periodici settimanali e mensili si rimandava pertanto alla consultazione del Portale Unico.

### ***3.8.3 Il dettaglio dei due sistemi***

Al fine di permettere una migliore comprensione degli esiti del monitoraggio svolto, si riporta nei capitoli successivi una sintesi dei due sistemi di monitoraggio presentati, estratta dai rispettivi documenti di riferimento.

Per gli aspetti di dettaglio si rimanda pertanto ai documenti stessi, in dettaglio:

- Per il PMA
  - MAD\_MA3\_FEN\_0292 (revisione D del 04/04/2017)
  - MAD\_MA3\_SER\_0019 (revisione B del 10/04/2018)
- Per il PGA
  - MAD\_EXE\_VEN\_0096 (revisione P del 16/12/2016)
  - MAD\_EXE\_VEN\_0861 (revisione H del 06/03/2018)

## **3.9 Il Piano di Monitoraggio Ambientale**

### ***3.9.1 Il Piano di monitoraggio nelle fasi anti-operam e realizzativa***

Ai sensi della prescrizione n° 19 della Delibera CIPE 86/2010 la redazione del Piano di Monitoraggio Ambientale (PMA) è stata condivisa con Arpa Piemonte ed ISPRA secondo il modello P.S.R. (Pressione-Stato-Risposta) in funzione delle potenziali pressioni sull’ambiente. Il Piano ha integrato le indicazioni di carattere scientifico, tecnico e metodologico emerse nell’ambito dei numerosi incontri tematici coordinati da Arpa Piemonte.

Il piano è stato articolato nelle seguenti componenti ambientali:

- Atmosfera
- Amianto
- Ambiente idrico superficiale e sotterraneo
- Radiazioni ionizzanti
- Rumore e Vibrazioni
- Suolo e sottosuolo
- Componenti biotiche

Le stazioni di monitoraggio sono state posizionate in un’area di circa 15 km intorno al cantiere e la loro ubicazione è stata definita a seguito di specifici sopralluoghi congiunti con Arpa Piemonte. Di seguito si riporta la planimetria dettagliata.

# Punti monitoraggio

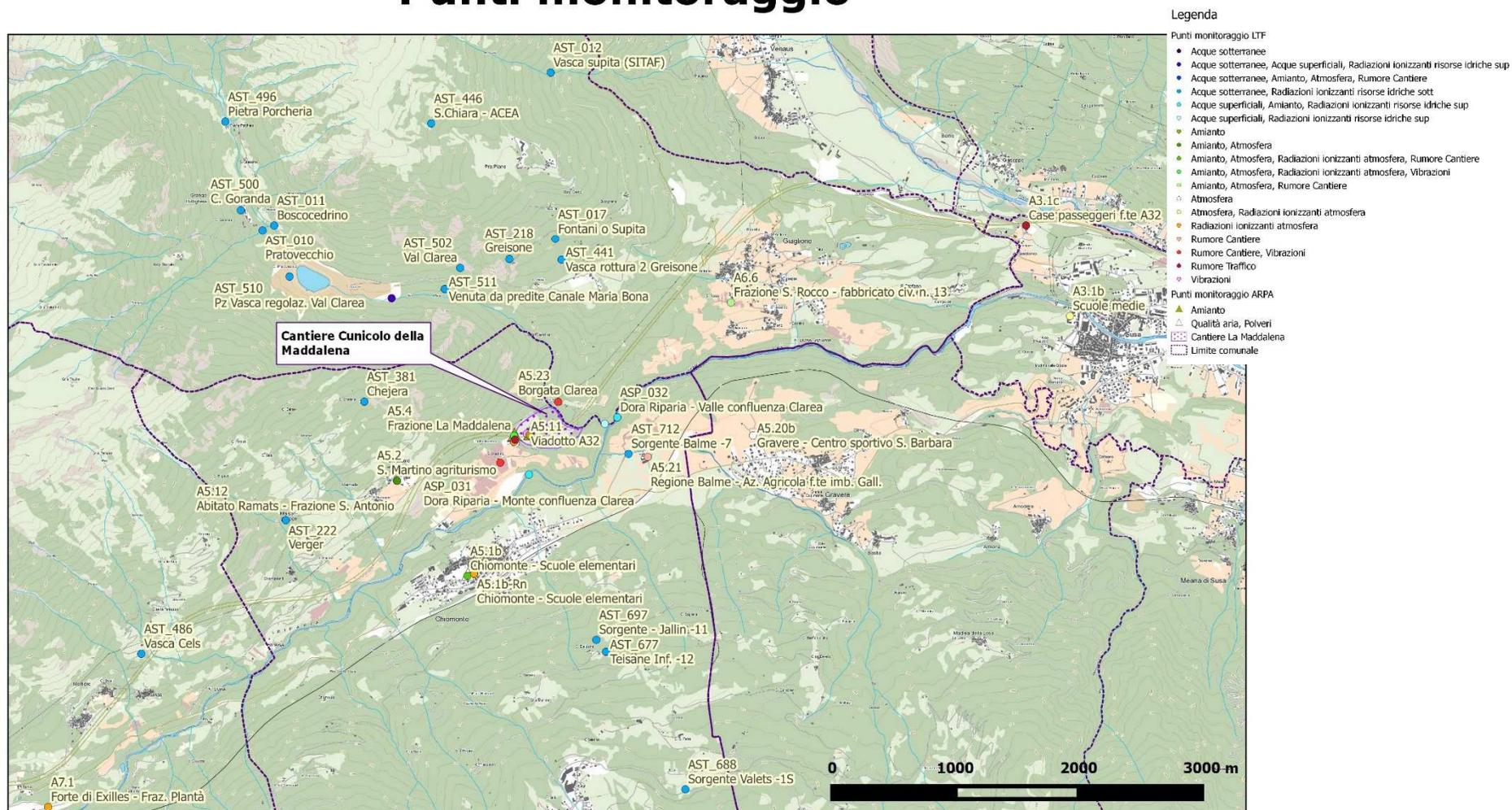


Figura 9 - Planimetria stazioni di monitoraggio esterno cantiere (Fonte ARPA Piemonte)

Relativamente alla fase di Corso d'Opera è stato progettato un assetto operativo del monitoraggio, caratterizzato dalle seguenti condizioni:

- **SORVEGLIANZA:** che assicurava la condizione minima di sorveglianza ambientale in ambiente potenzialmente indisturbato o in presenza di interferenze “trascurabili”
- **ATTENZIONE:** assetto operativo condizionato da potenziali interferenze ambientali e determinato dal riscontro di un repentino deterioramento dello stato ambientale registrato dalle stazioni di monitoraggio ubicate all'interno o nelle immediate vicinanze del cantiere (stazioni “sentinella”)
- **INTERVENTO:** in caso di impatto accertato prevedeva la predisposizione e l'eventuale attivazione di immediati interventi mitigativi sulle cause che li avevano determinati.

La pianificazione esecutiva delle attività di monitoraggio ambientale, ovvero “la condizione di esercizio della rete di monitoraggio in corso d'opera” è stata caratterizzata dalle seguenti macrofasi di lavorazione:

- Macrofase 1: sistemazione aree di cantiere, scotico del terreno vegetale, formazione piani di lavoro, Bonifica Ordigni Bellici, indagini archeologiche;
- Macrofase 2: formazione di barriere paramassi e opere di presidio all'imbocco del cunicolo;
- Macrofase 3: scavo dell'imbocco e del tratto di galleria naturale realizzata in DBM;
- Macrofase 4: montaggio in piazzale antistante l'imbocco della TBM;
- Macrofase 5: scavo mediante TBM;
- Macrofase 6: smontaggio TBM, realizzazione vasche a pKm 4+091, realizzazione di piano viabile in galleria e smobilizzo del cantiere.

Considerato che la macrofase 3 – scavo in DBM, la cui durata temporale prevista era di 9 mesi, è stata caratterizzata da un livello di attività del cantiere estremamente ridotto, con avanzamento di scavo non superiore a 1m/giorno, corrispondente al volume max. di materiale estratto di circa 50 m<sup>3</sup>/giorno nell'arco di un singolo turno di 8 ore lavorative, le modalità operative del Monitoraggio Ambientale sono state opportunamente differenziate e distinte in:

- Fase 1: assetto operativo per scavo in DBM (macrofasi 1 ÷ 4);
- Fase 2: assetto operativo per scavo meccanizzato (TBM-macrofase 5);
- Fase 3 assetto operativo per lavori a finire (macrofase 6).

La descrizione del Piano di Monitoraggio Ambientale, di seguito riportata, è da riferirsi in linea generale alla **Fase 2**, che è quella che ha caratterizzato la gran parte della durata del cantiere.

Per la **Fase 1** sono stati infatti introdotti opportuni adeguamenti, per i cui dettagli si rimanda agli specifici elaborati (cfr. schede di sintesi della Sez. B elab. MAD\_MA3\_FEN\_0292).

Allo stesso modo, anche la definizione della **Fase 3 – di Corso d'Opera per le lavorazioni a finire**, ha portato a variazioni delle modalità operative del monitoraggio, che hanno interessato specificatamente le seguenti componenti:

- Amianto: modalità operative con variazione degli assetti operativi per la Fase 3 (cfr. Prot. ARPA 22689/22.04 del 15/03/2017);

- Clima acustico: attivazione delle misure di Rumore Cantiere (RC) presso il punto A5.4- RC – Area Museale La Maddalena in vista della restituzione dell’area al Comune di Chiomonte (Verbale Tavolo Tecnico del 08/11/2016);
- Risorse idriche sotterranee: inserimento della Sorgente AST-701-Rigaud su richiesta del Comune di Chiomonte e precisazioni sulle modalità di variazione dell’assetto operativo del monitoraggio – Punto C – Casi particolari (cfr. Prot. ARPA 21966/22.04 del 15/03/2016);
- Radiazioni ionizzanti:
  - o Atmosfera – Inserimento della soglia di Attenzione e adeguamento della soglia di Intervento. Aggiunta della misura del 40K nella Spettrometria gamma.
  - o Ambiente Idrico – Inserimento della sorgente AST-701-Rigaud e riduzione della frequenza di campionamento per l’assetto operativo di sorveglianza da bimestrale a Trimestrale.
  - o Adeguamento delle soglie di Attenzione e Intervento alle disposizioni del D. Lgs. 15 febbraio 2016 n.28 (cfr. verbale Tavolo Tecnico ARPA del 19/07/2016).

### **3.9.1.1 Atmosfera**

Gli **Indicatori di Qualità** considerati per la componente in esame sono elencati di seguito:

- Polveri Aerodisperse (PO):
  - o PTS (Metalli) – Depositazioni totali (DEP)
  - o Particelle respirabili
  - o Metalli: (As, Be, Cd, Co, Hg, Ni, Pb, Se, Zn).
- Inquinanti da Traffico Veicolare (QA) primari e secondari:
  - o Ossidi Azoto (NO, NO<sub>2</sub>)
  - o Monossido di Carbonio (CO)
  - o Biossido di zolfo (SO<sub>2</sub>)
  - o Ozono (O<sub>3</sub>)
  - o Polveri Aerodisperse (PM<sub>10</sub>-PM<sub>2,5</sub>)
  - o Benzene
  - o Benzo(a)Pirene

Le **Aree territoriali** e le **stazioni di monitoraggio** considerate sono distinte di seguito:

– **Qualità aria traffico, polveri respirabili (PM<sub>10</sub>, PM<sub>2,5</sub>):**

**A3** – Comune di SUSA

A3.1b – Scuole Medie

**A5** – Comuni di CHIOMONTE - GRAVERE

A5.1b – Scuole elementari

A5.4 – Frazione La Maddalena

A5.20b – Gravere – Centro Sportivo S. Barbara

**A6** – Comune di GIAGLIONE

A6.6 – Frazione S. Rocco

– **Polveri aerodisperse (PTS-Metalli), Deposizioni totali (DEP):**

**A5 - Comuni di CHIOMONTE - GRAVERE**

- A5.1b – Chiomonte, Scuole elementari (PTS + DEP)
- A5.4 – Frazione La Maddalena (PTS + DEP)
- A5.12 – Abitato Ramats – Frazione S. Antonio
- A5.Met2 – Gravera – Molaretto

**A6 – Comune di GIAGLIONE**

- A6.6 – Frazione S. Rocco

Nella fase realizzativa dell’opera, in considerazione di quanto sopra si è previsto pertanto il seguente schema di monitoraggio della condizione di sorveglianza:

- Monitoraggio PM<sub>10</sub> in continuo all’interno del cantiere;
- Monitoraggio PM<sub>10</sub> in continuo con restituzione oraria – n.1 stazione (A5.4);
- Monitoraggio QA traffico – n.3 stazioni (A5.4, A5.1b, A5.20b), n.2 campagne annuali di 20 giorni nei periodi primaverile/estivo e autunnale/invernale;
- Monitoraggio PM<sub>10</sub> – in continuo su n.5 stazioni (A5.4, A5.1b, A5.20b, A6.6, A3.1b), con modalità sequenziale sulle 24h.

**Criteri quali-quantitativi per la definizione degli assetti operativi**

Sulla base dei valori ambientali registrati nella fase di ante-operam sono state definite le soglie ambientali di Attenzione e di Intervento ai valori corrispondenti ai seguenti Percentili della serie di dati registrata:

- Soglia di ATTENZIONE: valore corrispondente al **75esimo Percentile**
- Soglia di INTERVENTO: valore corrispondente al **95esimo Percentile**

Di seguito si riportano i valori sperimentali elaborati in base al suddetto criterio e i relativi valori di primo impianto proposti:

a) **POLVERI sottili aerodisperse:**

<b>Soglie di Attenzione e di Intervento</b>				
<i>Valori sperimentali</i>				
<i>Stazione</i>	<b>Soglia di Attenzione (75° percentile dei valori medi giornalieri) [µg/m<sup>3</sup>]</b>		<b>Soglia di Intervento (95° percentile dei valori medi giornalieri) [µg/m<sup>3</sup>]</b>	
	<i>PM<sub>10</sub></i>	<i>PM<sub>2,5</sub></i>	<i>PM<sub>10</sub></i>	<i>PM<sub>2,5</sub></i>
<i>3,1b</i>	31,1	14,4	40,6	23,7
<i>5,1b</i>	25,9	13,9	63,6	21
<i>5,4</i>	40,6	17,4	59,2	24,4
<i>5,20b</i>	27,7	18,5	33,6	25,1

<b>Soglie di Attenzione e di Intervento Valori di primo impianto proposti</b>				
<i>Stazione</i>	<b>Soglia di Attenzione [<math>\mu\text{g}/\text{m}^3</math>]</b>		<b>Soglia di Intervento [<math>\mu\text{g}/\text{m}^3</math>]</b>	
	<i>PM<sub>10</sub></i>	<i>PM<sub>2,5</sub></i>	<i>PM<sub>10</sub></i>	<i>PM<sub>2,5</sub></i>
<i>3,1b</i>	<b>30</b>	<b>15</b>	<b>40</b>	<b>25</b>
<i>5,1b</i>	<b>30</b>	<b>15</b>	<b>60</b>	<b>25</b>
<i>5,4</i>	<b>40</b>	<b>20</b>	<b>60</b>	<b>25</b>
<i>5,20b</i>	<b>30</b>	<b>20</b>	<b>40</b>	<b>25</b>

Tabella 5 – Polveri sottili – soglie

b) CO, NO<sub>2</sub>, SO<sub>2</sub>, Benzene:

<b>Soglie di Attenzione e di Intervento Valori sperimentali</b>								
<i>Stazione</i>	<b>Soglia di Attenzione (75° percentile dei valori medi giornalieri) [<math>\mu\text{g}/\text{m}^3</math>]</b>				<b>Soglia di Intervento (95° percentile dei valori medi giornalieri) [<math>\mu\text{g}/\text{m}^3</math>]</b>			
	<i>CO*</i>	<i>NO<sub>2</sub></i>	<i>SO<sub>2</sub></i>	<i>Benzene</i>	<i>CO*</i>	<i>NO<sub>2</sub></i>	<i>SO<sub>2</sub></i>	<i>Benzene</i>
<i>3,1b</i>	0,3	16,3	8,0	N.D.	0,4	24,8	8,6	N.D.
<i>5,1b</i>	0,3	14,7	1,2		0,4	21,2	1,7	
<i>5,4</i>	0,3	76,2	6,8		0,4	163	7,4	
<i>5,20b</i>	0,3	18,4	4,6		0,3	34,1	5,6	

Tabella 6– CO<sub>2</sub>, NO<sub>2</sub>, SO<sub>2</sub>, Benzene - soglie

\*valori soglia di concentrazione espressi in  $\text{mg}/\text{m}^3$ .

Soglie di Attenzione e di Intervento Valori di primo impianto proposti								
Stazione	Soglia di Attenzione [µg/m <sup>3</sup> ]				Soglia di Intervento [µg/m <sup>3</sup> ]			
	CO**	NO <sub>2</sub>	SO <sub>2</sub>	Benzene	CO**	NO <sub>2</sub>	SO <sub>2</sub>	Benzene
3,1b	0,3	15	8	3,5*	0,4	25	10	4,5*
5,1b	0,3	15	1,5		0,4	25	2	
5,4	0,3	80	7		0,4	165	8	
5,20b	0,3	20	5		0,4	35	6	

Tabella 7 – CO<sub>2</sub>, NO<sub>2</sub>, SO<sub>2</sub>, Benzene - soglie

\* - valori soglia rispettivamente pari al 75% e 95% del limite di Legge.

\*\* - valori soglia di concentrazione espressi in mg/m<sup>3</sup>.

Il passaggio tra i diversi assetti operativi è avvenuto con le seguenti modalità:

**a) POLVERI (PM<sub>10</sub>):**

La condizione di ATTENZIONE era attivabile a seguito del superamento della relativa soglia ambientale o di segnalazione da parte di RA dell'attivazione di lavorazioni di potenziale impatto o del riscontro di un costante e significativo incremento delle situazioni emissive registrate all'interno del cantiere ed acquisite secondo le procedure previste dal SGA del Contraente, confermati dagli andamenti orari registrati presso la stazione A5.4 nell'arco temporale di almeno 3 giorni consecutivi.

Azioni conseguenti:

- preavviso a RA/RSGA per la predisposizione degli adeguati provvedimenti.

La condizione di INTERVENTO era attivabile a seguito del superamento della relativa soglia ambientale in uno o più punti recettori monitorati nell'arco temporale di almeno 3 ulteriori giorni consecutivi.

Azioni conseguenti:

- preavviso al RA/RSGA per l'attuazione dei necessari interventi.

La riduzione alla originale condizione di sorveglianza avveniva dopo il riscontro di normali livelli ambientali ristabilizzati per almeno 3 giorni consecutivi.

**b) QA Traffico:**

Per tutti gli altri inquinanti monitorati in continuo a mezzo di Laboratorio Mobile si sono applicati gli stessi criteri, con variazione del periodo di osservazione che è passato da 3 a 7 giorni consecutivi.

Pertanto, la condizione di ATTENZIONE si è attivata a seguito del superamento delle relative soglie ambientali riferite ai valori medi giornalieri registrati nell'arco temporale di almeno 7 gg di uno o più indicatori.

Azioni conseguenti:

- prosecuzione dei rilievi senza soluzione di continuità fino al riscontro di normali livelli ambientali ristabilizzati nell'arco temporale di almeno 7 gg consecutivi.
- preavviso all'RSGA per l'individuazione e la predisposizione di eventuali opportuni interventi.

La condizione di INTERVENTO era attivabile a seguito del superamento delle relative soglie ambientali confermati nell'arco temporale di almeno 7 gg consecutivi.

Azioni conseguenti:

- segnalazione al RA/RSGA per l'attivazione degli adeguati provvedimenti di mitigazione.

Le suddette condizioni sono comunque state valutate e confermate da ulteriori evidenze quali:

- l'esame e la valutazione del regime anemologico osservato nel periodo di monitoraggio;
- l'esame degli andamenti osservati dalle stazioni regionali di riferimento per le zone di interesse;
- il carico emissivo del cantiere.

### **3.9.1.2 Amianto**

Gli **Indicatori di Qualità** considerati per la componente sono elencati di seguito:

- Fibre d'amianto aerodisperse (AM-SEM)
- Fibre d'amianto in acque superficiali (AM-ASP-SEM)

Relativamente alle modalità di monitoraggio ed alle metodologie di campionamento e analisi si è fatto riferimento a quanto previsto nella fase ante operam.

Le **Aree territoriali** e le **stazioni di monitoraggio** considerate sono distinte di seguito:

#### **A5 – Comuni di CHIOMONTE – GRAVERE**

A5.C – Perimetro esterno cantiere (attivata nella fase realizzativa dell'opera)

A5.1b – Chiomonte, Scuole elementari

A5.4 – Frazione La Maddalena

A5.12 – Abitato Ramats – Frazione S. Antonio

A5.Met2 – Graverè – Molaretto

#### **A6 – Comune di GIAGLIONE**

A6.6 – Frazione S. Rocco

Per l'ambiente idrico sono stati previsti controlli nei corpi recettori superficiali in corrispondenza delle seguenti sezioni:

ASP-031 (ex A5.7) – Dora Riparia, monte confluenza Clarea (AM-ASP-SEM)

ASP-032 (ex A5.10) – Dora Riparia, valle confluenza Clarea (AM-ASP-SEM)

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

In Corso d'opera la fase di **SORVEGLIANZA** è stata garantita mediante l'attivazione contemporanea della stazione A5.C al perimetro del cantiere e A5.4 che ha rappresentato il punto recettore più ravvicinato.

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

- Fase 1: campionamenti su 3 giorni consecutivi con frequenza quindicinale e con estensione giornaliera limitata al turno di lavoro (8 ore);
- Fase 2: 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;
- Fase 3: come fase 2 ma con frequenza ridotta a quindicinale per la stazione A5.4, ad eccezione che per la fase 3B (cfr. tabella di seguito).

### Criteri quali-quantitativi per la definizione degli assetti operativi

Gli assetti operativi del monitoraggio esterno cantiere sono stati definiti secondo la seguente tabella:

Stato	Limite di riferimento	Punti di monitoraggio	Frequenza campionamenti	
<b>Sorveglianza</b>	valore determinato durante l'ante opera	A5.C - A5.4	Fase 1	3 gg. ogni 15 gg. per il turno di 8 h
			Fase 2/3B*	3 gg. ogni 7. il 1° giorno 24 h e poi 8 h
<b>Attenzione</b>	se il livello di rischio è RA-1 + RA-3 (prospezione sul fronte di scavo)	A5.C - A5.4 A5.12 - A5.1b	Fase 1	3 gg. ogni 7 gg. per il turno di 8 h
	superamento delle soglie all'interno del cantiere		Fase 2/3B*	Tutti i giorni 24/24 h
<b>Intervento</b>	>1 f/l	<b>Tutti e 6 i punti</b>	<b>Tutti i giorni 24/24 h</b>	

(\*)-3B: con eventuali adeguamenti per copertura di anticipi o posticipi di volate (scavo con esplosivo)

**Tabella 8 – Assetti operativi**

La condizione di **ATTENZIONE** era attivabile a seguito delle prospezioni sul fronte di scavo con riscontro dei livelli di rischio da RA-1 a RA-3 o variazioni del carico emissivo del cantiere segnalati da RA (superamento soglie ambientali interno cantiere secondo le previsioni di PGA).

Azioni conseguenti:

- attivazione contemporanea delle n.2 stazioni aggiuntive (A5.1b e A5.12) ubicate presso i recettori più prossimi all'area di cantiere, con copertura temporale giornaliera per tutto il turno di lavoro e nella Fase 1 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 era consentita nel caso in cui nella sequenza successiva non è stata confermata la suddetta condizione ambientale.

Lo stato di **INTERVENTO** era attivabile 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 ff/L.

Azioni conseguenti:

- determinazione della situazione di preallarme e immediata segnalazione a RA/RSGA, con attivazione della condizione di INTERVENTO e l'attivazione di immediati provvedimenti di mitigazione previsti dal PGA;
- prosecuzione dei rilievi senza soluzione di continuità con copertura temporale giornaliera di 24 ore su tutte le stazioni di monitoraggio previste;
- apertura della scheda di anomalia e relativo inoltro a RA.

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, attiva la situazione di **ALLARME**.

Azioni conseguenti:

- segnalazione a RA/RSGA;
- segnalazione all'Organo di Vigilanza.

La riduzione alle normali condizioni di sorveglianza era condizionata alla verifica degli effetti ambientali prodotti dalle misure adottate dalla DL.

### ***3.9.1.3 Rumore e vibrazioni***

Gli indicatori di qualità considerati sono di seguito elencati:

- Rumore da attività di cantiere (RC);
- Rumore da traffico veicolare (RT) diretto e indotto;
- Vibrazioni (VB).

Le aree territoriali e le stazioni di monitoraggio per le componenti sono di seguito riportate:

- **Rumore da cantiere (RC):**
  - **A5** – Comuni di CHIOMONTE-GRAVERE:
    - A5.1b – Chiomonte, Scuole elementari;
    - A5.2 – San Martino Agriturismo;
    - A5.4-RC – Frazione La Maddalena (attivazione a valle della restituzione dell'area museale)
    - A5.20 – Graverè, abitazioni f.te piana Balme;
    - A5.21 – Regione Balme f.te imocco Ovest gall. Giaglione;
    - A5.23 – Borgata Clarea
  - **A6** – Comuni di GIAGLIONE:
    - A6.6 – Frazione San Giovanni
- **Rumore da traffico (RT):**
  - **A3** – Comune di SUSA:
    - A3.1 – Case passeggeri;

A3.6 – A32, Svincolo per Borgone (stazione non attivata già in AO perché inaccessibile).

- **A5** – Comuni di CHIOMONTE-GRAVERE:  
A5.4 – RT - Frazione La Maddalena;

– **Vibrazioni:**

- **A5** – Comuni di CHIOMONTE-GRAVERE:
  - A5.2 – San Martino agriturismo;
  - A5.4 – Frazione La Maddalena;
  - A5.11 – Viadotto A32
  - A5.23 – Borgata Clarea

Di seguito si riportano i criteri quali – qualitativi per la definizione degli assetti operativi.

**Rumore cantiere**

Condizione di **SORVEGLIANZA**: ripetizione dei rilievi con cadenza mensile o bimestrale concentrando i rilievi nelle situazioni di maggiormente significative dal punto di vista acustico.

Condizione di **ATTENZIONE**: attivabile, su comunicazione del RA, a seguito del persistere del superamento delle soglie presso la centralina fissa posta all'interno dell'area di cantiere, nonostante le azioni correttive previste dal PGA del cantiere.

Condizione di **INTERVENTO**: attivabile a seguito del riscontro di un superamento dei valori limite di immissione riscontrati presso i punti ricettori esterni al cantiere e/o a seguito di segnalazione di disturbo.

Azioni conseguenti:

- Esecuzione tempestiva di rilievi nel corso dei quali, se necessario, si sarebbero sospese le attività di cantiere;
- Verifica del rispetto del valore limite differenziale;
- Segnalazione a RA e DL per l'attivazione degli ulteriori interventi di mitigazione previsti al PGA di cantiere.

La riduzione alla originaria condizione di **sorveglianza** avveniva al ristabilirsi del rispetto dei valori limite di immissione presso i punti ricettori esterni.

**Rumore traffico**

Condizioni di **SORVEGLIANZA**: ripetizione dei rilievi con cadenza bimestrale.

Condizione di **ATTENZIONE/INTERVENTO**: attivabile a seguito del riscontro di un superamento dei valori limite di immissione dell'infrastruttura stradale pari a 70 dBA diurno/60 dBA notturno.

Azioni conseguenti:

- Intensificazione della frequenza dei rilievi (mensile);
- Segnalazione a DL finalizzata alla verifica ed ottimizzazione dei flussi di approvvigionamento per limitare l'impatto acustico diretto o indotto.

La riduzione alla originaria condizione di **sorveglianza** avveniva al ristabilirsi del rispetto dei valori limite di immissione presso i punti ricettori esterni.

## **Vibrazioni**

Condizione di **SORVEGLIANZA**: ripetizione dei rilievi due volte all'anno concentrando i rilievi nelle situazioni di maggiormente significative dal punto di vista vibrazionale.

Condizione di **ATTENZIONE**: attivabile, su comunicazione del RA, a seguito del superamento delle soglie previste dalla UNI 9614 presso una delle stazioni di monitoraggio individuate.

Condizione di **INTERVENTO**: attivabile a seguito del riscontro del persistere del superamento delle soglie previste dalla UNI 9614 presso una delle stazioni di monitoraggio e/o a seguito di segnalazione di disturbo.

Azioni conseguenti:

- Intensificazione della frequenza dei rilievi (mensile);
- Segnalazione a DL finalizzata alla verifica delle lavorazioni di cantiere.

La riduzione alla originaria condizione di **sorveglianza** avveniva al ristabilirsi del rispetto dei valori soglia presso le stazioni di monitoraggio.

### **3.9.1.4 Ambiente idrico**

#### **Monitoraggio degli impatti attesi**

Il monitoraggio degli impatti attesi è stato focalizzato al controllo specifico dei seguenti fenomeni:

- **Alterazioni quantitative** dei corpi idrici sotterranei/complessi idrogeologici e superficiali conseguenti allo scavo della galleria ed agli emungimenti autorizzati con concessione specifica ai sensi del DPGR 29/07/03 n. 10/R.10.
- **Alterazioni qualitative dei corpi idrici sotterranei/complessi idrogeologici** correlate a significative alterazioni quantitative.
- **Alterazioni qualitative dei corpi idrici superficiali** da riferirsi allo scarico degli effluenti dell'impianto di trattamento chimico-fisico.

Le frequenze di monitoraggio legate al controllo delle alterazioni quantitative hanno avuto cadenza mensile mentre quelle legate alle alterazioni qualitative hanno avuto cadenza trimestrale.

In fase realizzativa sono stati previsti monitoraggi immediati a seguito di eventi accidentali, mirati al controllo di parametri specifici dell'alterazione prodotta, con modalità e frequenze condivise con l'organo di vigilanza.

#### **Monitoraggio dei corpi idrici sotterranei**

Per le alterazioni di carattere quantitativo sono previsti i seguenti punti:

**A5 – Comune di Chiomonte:**

Acque sotterranee **sinistra Dora:**

AST -222 Verger

AST -381 Chejera

AST – 701 Rigaud-1

Acque sotterranee in **destra Dora:**

AST – 677 Teisane inf. 12

AST- 688 Valette -15

AST – 697 Jallin -11

AST 712 – Località Balme

**A6** – Comune di Giaglione:

AST – 010 Pratovecchio  
AST – 011 BoscoCedrino (in continuo)  
AST – 012 Vasca Supita  
AST - 017 Fontani Supita  
AST - 218 Greisone  
AST – 441 Vasca rottura 2 greisone  
AST – 446 S. Chiara  
AST – 496 Pietra Porchera  
AST – 500 C.na Goranda  
AST – 510 Piezometro IREN

**A6** – Comune di Exilles:

AST – 486 Vasca Cels

Nelle seguenti tabelle i set di parametri di controllo mensile e trimestrale relativi ai corpi idrici sotterranei.

CORPI IDRICI SOTTERRANEI		Unità di misura	
<b>SET PARAMETRI DEL CONTROLLO MENSILE</b>			
Parametri in-situ	01	Temperatura acqua	°C
	02	Conducibilità	µS/cm
	03	Concentrazione ioni idrogeno	pH
	04	Potenziale Redox	mV
	05	Ossigeno disciolto	%
	06	Portata	l/s
<b>SET PARAMETRI AGGIUNTIVI DEL CONTROLLO TRIMESTRALE</b>		-	
Analisi di Laboratorio	7	Alcalinità M	meq/l
	8	Alcalinità P	meq/l
	9	Durezza totale	°F
	10	Durezza calcica	°F
	11	Cloruri	mg/l
	12	Solfati	mg/l
	13	Calcio	mg/l
	14	Magnesio	mg/l
	15	Potassio	mg/l
	16	Sodio	mg/l
	17	Ferro	mg/l

Tabella 9 – Set di parametri di controllo mensile e trimestrale

Nella seguente tabella si riportano i valori di soglia, riesaminati almeno ogni biennio di monitoraggio.

	UTL1	UTL5	UTL95	UTL99
<b>AST_010 PRATOVECCHIO</b>				
Temperatura acqua (°C)	-	-	9,66	10,40
Conducibilità (µS/cm)	-	-	205,1	217,8
pH (unità pH)	7,12	7,32	8,37	8,57
Potenziale Redox (mV)	0	0	284,9	339,0
Ossigeno Disciolto (%)	52,4	58,9	93,9	100,5

	UTL1	UTL5	UTL95	UTL99
<b>AST_011 BOSCOCEDRINO</b>				
Temperatura acqua (°C)	-	-	8,71	9,16
Conducibilità (µS/cm)	-	-	190,0	199,0
pH (unità pH)	7,13	7,32	8,29	8,47
Potenziale Redox (mV)	0	25,0	341,3	453,4
Ossigeno Disciolto (%)	58,7	65,4	100,4	107,1
<b>AST_218 GREISONE</b>				
Temperatura acqua (°C)	-	-	9,69	10,04
Conducibilità (µS/cm)	-	-	203,3	213,1
pH (unità pH)	7,37	7,46	8,37	8,46
Potenziale Redox (mV)	0	0	311,8	378,2
Ossigeno Disciolto (%)	47,8	54,8	91,6	98,6
<b>AST_381 CHEJERA</b>				
Temperatura acqua (°C)	-	-	14,55	17,30
Conducibilità (µS/cm)	-	-	220,2	252,5
pH (unità pH)	6,90	7,17	8,56	8,83
Potenziale Redox (mV)	0	0	349,3	419,6
Ossigeno Disciolto (%)	64,6	68,8	90,8	95,0
<b>AST_446 S. CHIARA</b>				
Temperatura acqua (°C)	-	-	10,23	11,90
Conducibilità (µS/cm)	-	-	254,3	268,9
pH (unità pH)	6,41	6,60	8,50	8,69
Potenziale Redox (mV)	0	3,8	307,1	364,4
Ossigeno Disciolto (%)	51,2	59,0	100,6	108,5
<b>AST_496 PIETRA PORCHERA</b>				
Temperatura acqua (°C)	-	-	16,86	19,84
Conducibilità (µS/cm)	-	-	258,9	271,2
pH (unità pH)	7,12	7,34	8,54	8,77
Potenziale Redox (mV)	0	16,2	351,4	415,4
Ossigeno Disciolto (%)	54,9	61,9	98,7	105,7

**Tabella 10 – Valori soglia e di intervento**

I valori di portata sono stati comparati con le curve di esaurimento naturale ottenute nel corso del monitoraggio di Ante-operam (cfr. Doc. MAD-MA3-FEN-0102-0-PA-NOT).

Per rendere confrontabili le serie di portata disponibili, connotate da ordini di grandezza differenti, si è proceduto ad una indicizzazione dei valori di portata tra 0 e 1 (100%) durante i periodi di esaurimento.

La tabella seguente sintetizza i parametri caratteristici degli esaurimenti monitorati. Per ciascuna sorgente i parametri da prendere in considerazione sono stati:

- Durata del periodo di esaurimento;
- Portata iniziale, portata finale, riduzione di portata nel periodo;
- Tasso di esaurimento naturale (decremento percentuale giornaliero di portata);
- Valore medio e deviazione standard dei periodi di esaurimento qualora ne siano disponibili più di uno.

Punto di monitoraggio	data iniz.	data fin.	Qiniz	Qfin	Durata esaurimento (giorni)	Riduzione Q	Tasso esaurimento Q %/gg	Tasso esaurimento Q %/gg	
								media	$\sigma$ (dev. Standard)
Pratovecchio (AST_010)	22/02/2012	24/05/2012	7,20	4,70	92	35%	0,38		
	19/09/2012	27/02/2013	6,78	3,26	161	52%	0,32		
	17/07/2013	18/09/2013	7,70	6,00	63	22%	0,35		
	25/06/2014	28/08/2014	7,30	6,18	64	15%	0,24	0,32	0,06
Boscocedrino (AST_011)	17/01/2012	24/04/2012	10,00	7,70	98	23%	0,23		
	19/09/2012	30/01/2013	12,70	6,50	133	49%	0,37		
	21/08/2013	28/11/2013	10,90	8,72	99	20%	0,20		
	28/11/2013	19/02/2014	11,21	8,54	83	24%	0,29		
	25/06/2014	28/08/2014	11,90	9,65	64	19%	0,30		
	19/11/2014	18/02/2015	13,40	7,55	91	44%	0,48	0,31	0,10
Greisone (AST_218)	24/10/2012	18/12/2012	1,41	0,80	55	43%	0,79		
	24/10/2013	22/01/2014	1,36	0,71	90	48%	0,53	0,66	0,18
Chejera (AST_381)	30/05/2012	23/10/2012	0,14	0,01	146	94%	0,65	0,60	0,17
	17/07/2013	24/10/2013	0,05	0,01	99	73%	0,74		
	19/03/2014	16/10/2014	0,13	0,015	211	88%	0,42		
S. Chiara (AST_446)	21/06/2012	30/01/2013	1,20	0,05	223	96%	0,43	0,62	0,27
	21/08/2013	24/10/2013	1,16	0,56	64	52%	0,81		
C. Pietra Porchera (AST_496)	26/03/2012	30/05/2012	0,50	0,07	65	86%	1,32	0,91	0,46
	28/05/2013	18/09/2013	0,34	0,18	113	47%	0,42		
	24/07/2014	16/10/2014	0,56	0,10	84	82%	0,98		

**Tabella 11 – Valori soglia e di intervento**

Per quanto si riferisce al monitoraggio delle precipitazioni e degli isotopi, da riferirsi esclusivamente alla fase di ANTE-OPERAM, tale attività è terminata decorso un anno idrologico di misure avviate nella suddetta fase e concluse avendo acquisito una completa rappresentazione della variabilità spaziale e temporale della composizione di isotopi stabili che ha consentito di interpretare le altezze di ricarica dei gruppi sorgivi monitorati.

Riguardo ai potenziali effetti attesi nella fase di CORSO d'OPERA sullo stato quantitativo e qualitativo dei corpi idrici sotterranei, analogamente a quanto è stato previsto per il monitoraggio Ante-operam esterno per la componente acque sotterranee, si è ritenuto che la caratterizzazione geochimica e isotopica delle acque di venuta da galleria avrebbe potuto fornire

ulteriori elementi di approfondimento per la valutazione degli eventuali possibili impatti in superficie sui corsi d'acqua, sorgenti e pozzi, causati dalla realizzazione della galleria stessa. Ad integrazione di quanto sopra è stato definito uno specifico protocollo in caso di intercettazione di venute d'acqua significative nel corso dello scavo.

#### **A) - Stato quantitativo degli acquiferi sotterranei**

Il monitoraggio dello stato quantitativo è stato finalizzato a cogliere tempestivamente gli effetti sul regime di portata potenzialmente indotti dagli scavi profondi in roccia nel cunicolo-pilota (drenaggio profondo); effetti che sono stati identificati con riferimento all'attuale modalità di esaurimento naturale delle sorgenti, connotate da una ricarica "rapida" per effetto della circolazione sub-superficiale di versante (nella litozona fratturata ed alterata del substrato o nei terreni detritici di copertura del medesimo) e di subalveo (nei depositi alluvionali di fondovalle).

Sono state definite le soglie di transizione del regime di esaurimento "naturale" verso modalità di esaurimento "potenzialmente critiche".

Tali soglie, corrispondenti ad incrementi successivi del tasso di esaurimento "naturale", hanno determinato la transizione dello stato di monitoraggio da **SORVEGLIANZA** ad **"ATTENZIONE"** e successivamente da attenzione a **"INTERVENTO"**.

La transizione tra le suddette soglie è avvenuta con riferimento alla determinazione del regime di portata "naturale" (connotato da una variabilità sito-specifica propria, dipendente dai parametri idrologici condizionanti i cicli di ricarica e di esaurimento: pluviometria, fusione nivale), e alla conseguente identificazione di modalità di esaurimento "anomale". Per tale finalità, è stato considerato prioritariamente un insieme di sorgenti ritenute particolarmentesignificative (cfr. Doc. ARPA Piemonte del 29/05/2015), in relazione alla posizione planoaltimetrica rispetto al tracciato in progetto, alla continuità delle serie di portata disponibili e/o ai volumi erogati, per le quali sono stati definiti puntualmente i parametri statistici degli idrogrammi di esaurimento in regime naturale, in assenza di fenomeni di drenaggio da parte della galleria in fase di realizzazione (in quanto seguiti da regolari cicli di ricarica).

Le sorgenti sono pertanto state assunte come riferimento assoluto ai fini della valutazione dei potenziali impatti conseguenti alla realizzazione dell'opera.

Per ciascuna sorgente rappresentativa di cui sopra, è stato preso come riferimento il "tasso di esaurimento naturale", che esprime la riduzione (percentuale) di portata su base giornaliera, definita in base alla serie dei dati pregressi acquisiti.

Tale grandezza non assume un valore assoluto per ciascuna sorgente rappresentativa, in quanto dipende da parametri idrologici caratteristici di ciascun periodo (ad esempio, dalla durata ed entità della ricarica meteorica, dello scioglimento nivale etc.).

Ai fini della valutazione dello scostamento dal "tasso di esaurimento giornaliero naturale", e quindi per definire le soglie "di attenzione" e "di intervento" è stato considerato come riferimento lo scarto espresso con un importante incremento del medesimo, comprensivo anche della deviazione standard rilevata.

La soglia di transizione tra il monitoraggio di **"Sorveglianza"** e il monitoraggio **"di Attenzione"** è stata identificata con il seguente criterio:

- Riduzione di portata dopo 30 giorni dal monitoraggio precedente, di entità al tasso di riduzione giornaliero naturale  $Q(\%)/gg$  incrementato della deviazione standard ( $a$ )

La soglia di transizione tra il monitoraggio "**di Attenzione**" e il monitoraggio "**di Intervento**" è stata fissata mediante il seguente criterio:

- Riduzione di portata dopo 15 giorni dal monitoraggio "di Attenzione", di entità ad uno scostamento del 50% del tasso di riduzione giornaliero  $Q(\%)/gg$  incrementato della deviazione standard ( $\alpha$ ).

Si riportano nel seguito i parametri caratteristici che esprimono le soglie di transizione suddette, relativamente alle sorgenti considerate.

Punto di monitoraggio	Soglia di attenzione: Riduzione dopo 30 gg $\geq$ ai valori	Soglia di intervento: Riduzione dopo 15 gg $\geq$ ai valori
Pratovecchio (AST_010)	11,46	16,3
Boscocedrino (AST_011)	12,33	17,0
Greisone (AST_218)	25,19	35,1
Chejera (AST_381)	23,02	32,1
S. Chiara (AST_446)	26,60	35,9
C. Pietra Porchera (AST_496)	40,90	54,5

**Tabella 12 – Parametri caratteristici che esprimono le soglie di attenzione**

Le transizioni tra gli assetti operativi, determinate in base ai suddetti criteri ma in assenza di situazioni descritte al successivo punto B non hanno comportato l'apertura di scheda di anomalia.

**B) - Andamento delle portate delle venute d'acqua in galleria**

La transazione dello stato di monitoraggio dal regime di **SORVEGLIANZA** ad **ATTENZIONE** è stata regolata secondo le modalità definite dal "Protocollo operativo in caso di venute d'acqua in galleria", redatto in corso d'opera al fine di identificare tempestivamente eventuali condizioni di drenaggio profondo nel corso delle attività di scavo. Secondo tale protocollo è stato previsto il passaggio allo stato di **ATTENZIONE** in caso di intercettazione durante lo scavo di venute pari o superiori a 10 l/s (puntuali o diffuse in un tratto di 10 m) e pertanto l'attivazione di controlli mirati su tutte le sorgenti potenzialmente impattabili sulla base del loro posizionamento rispetto al punto di intercettazione della venuta secondo le procedure sopra riportate.

**C) - Situazioni particolari**

In caso di superamenti delle soglie di attenzione individuate a carico di ciascuna sorgente, relativamente ai parametri chimico-fisici 'in situ' (soglie superiori UTL 95 o inferiori UTL5), l'attivazione del monitoraggio di **ATTENZIONE** è stata subordinata alla contemporanea rilevazione di venute d'acqua in galleria con una portata superiore a 10 l/s.

Se, a seguito di un successivo ricontrollo, eseguito entro 48 ore dalla data della prima misura, il valore di uno o più parametri chimico-fisici fosse stato confermato, si sarebbe determinata l'attivazione dello stato di **INTERVENTO**.

L'attivazione dello stato di **INTERVENTO** si determinava anche nel caso di superamento della soglia superiore UTL99 o inferiore UTL1, riscontrato a carico di ciascuna sorgente, contestualmente al superamento della soglia di portata delle venute d'acqua in galleria di 10 l/s. La transizione dall'assetto di sorveglianza all'assetto di attenzione comportava la segnalazione al RA/RSGA per l'esecuzione dei necessari controlli previsti dal PGA e l'apertura di specifica scheda di anomalia.

La segnalazione di transizione all'assetto di intervento veniva estesa alla DL per l'attivazione dei necessari interventi di mitigazione previsti.

Il ritorno all'originario assetto di sorveglianza veniva determinato dal riscontro di valori 'normali', confermati da almeno 2 controlli successivi, eseguiti a distanza di 48 ore.

L'assetto operativo di attenzione si è attivato anche nel caso di variazioni del comportamento globale dei parametri significativi, quali l'aumento contemporaneo a ridosso delle specifiche soglie UTL superiori e inferiori nei valori di più parametri, anche in assenza di superamenti di tali soglie, nonché dal riscontro di trend crescenti o decrescenti, anche in assenza di superamenti delle rispettive soglie UTL superiori o inferiori. Quest'ultima condizione doveva essere valutata in un arco temporale più ampio, nell'ambito di una più approfondita valutazione eseguita in occasione della redazione della reportistica annuale.

Qualora si fossero accertati rilasci di sostanze contaminanti in prossimità delle sorgenti individuate, la transizione all'assetto di attenzione era da ritenersi immediatamente attivata.

I suddetti criteri di attivazione dei diversi assetti operativi sono rimasti validi fatto salvo eventuali revisioni in base a più approfondite valutazioni ambientali eseguite in occasione della reportistica annuale.

Azioni conseguenti:

- Attivazione dell'adeguato assetto operativo di monitoraggio;
- Segnalazione a RA e all'Ente di Controllo.

### **Monitoraggio dei corpi idrici superficiali**

I corpi idrici potenzialmente interferiti dalla realizzazione dell'opera e pertanto oggetto di monitoraggio sono stati i seguenti:

- Corpo Idrico omogeneo **Cod. CI 04SS3N170PI** – Dora Riparia
- Corpo Idrico omogeneo **Cod. CI 134SS3N127PI** – CLAREA

I punti individuati si sono localizzati in corrispondenza del T. Clarea e del F. Dora Riparia. Lungo il primo corso d'acqua si sono previsti due punti di monitoraggio: uno localizzato poco a valle della vasca di modulazione dell'impianto idroelettrico della società IREN e uno a monte della confluenza nel F. Dora Riparia. Per quest'ultimo corso d'acqua è stata prevista la presenza di due punti di monitoraggio, localizzati rispettivamente a monte e a valle dell'opera di scarico del cantiere.

In aggiunta ai punti sotto indicati è stata prevista l'effettuazione di un monitoraggio annuale anche negli ambienti sorgentizi del SIC IT1110027 per Macrobentos e Anfibi.

**A5** – Comune di CHIOMONTE:

ASP-001 – Clarea, monte confluenza Dora Riparia

ASP-033 – Clarea, valle vasca accumulo Pont Ventoux

ASP-031 – Dora Riparia, valle discarica Colombera

ASP-032 - Dora Riparia, valle confluenza Clarea

SIC IT1110027 -"Boscaglie di Tasso di Giaglione" (Macrobentos, Anfibi)

Le acque di scarpata/versante considerate più critiche, principalmente legate al dilavamento della viabilità sono state raccolte da canaletta apposita posta lungo il perimetro del cantiere e confluite nell'impianto di depurazione acque.

L'attività di monitoraggio relativo alla fase di ante-operam per il progetto di realizzazione del cunicolo esplorativo della Maddalena ha previsto le seguenti misure e analisi:

- misure chimico-fisiche in sito mensili per tutti i punti della rete di monitoraggio per le acque superficiali (S);
- analisi chimiche, biologiche e radiometriche trimestrali/semestrali su campioni prelevati ed analizzati in laboratorio (C, B, R);
- analisi tossicologiche semestrali su campioni prelevati ed analizzati in laboratorio (T).

Nelle tabelle che seguono sono riportati in dettaglio i set dei parametri del controllo mensile e trimestrale relativi ai corpi idrici sotterranei. Al fine dell'elaborazione di un valore tipo-specifico nell'eventualità che un risultato analitico fosse inferiore al Limite di Quantificazione (LdQ) della metodica analitica utilizzata è stato applicato il 50% del valore del limite di quantificazione (v. All.1 p.to A.2.8 DMA 8/11/2010 n 260).

<b>CORPI IDRICI SUPERFICIALI</b>			<b>Unità di misura</b>
<b>SET PARAMETRI DEL CONTROLLO MENSILE</b>			
<b>Parametri in-situ</b>	1	<b>Portata</b>	<b>m<sup>3</sup>/s</b>
	2	<b>Temperatura acqua</b>	<b>°C</b>
	3	<b>Temperatura aria</b>	<b>°C</b>
	4	<b>Conducibilità a 20°C</b>	<b>µs/cm</b>
	5	<b>Concentrazione idrogenionica</b>	<b>pH</b>
	6	<b>Redox</b>	<b>mV</b>
	7	<b>Ossigeno disciolto</b>	<b>mg/l</b>
	8	<b>Ossigeno disciolto (% saturazione)</b>	<b>%</b>
<b>SET DEI PARAMETRI AGGIUNTIVI DEL CONTROLLO TRIMESTRALE</b>			<b>Unità di misura</b>
<b>Analisi di Laboratorio</b>	9	<b>Solidi sospesi totali</b>	
	10	<b>Alcalinità M</b>	<b>meq/l</b>
	11	<b>Alcalinità P</b>	<b>meq/l</b>
	12	<b>Azoto ammoniacale come N</b>	<b>mg/l</b>
	13	<b>Azoto nitrico come N</b>	<b>mg/l</b>
	14	<b>Azoto nitroso come N</b>	<b>mg/l</b>
	15	<b>Azoto totale come N</b>	<b>mg/l</b>
	16	<b>Cloruri</b>	<b>mg/l</b>
	17	<b>Solfati</b>	<b>mg/l</b>
	18	<b>Calcio</b>	<b>mg/l</b>
	19	<b>Magnesio</b>	<b>mg/l</b>
	20	<b>Sodio</b>	<b>mg/l</b>
	21	<b>Potassio</b>	<b>mg/l</b>
	22	<b>Arsenico</b>	<b>mg/l</b>
	23	<b>Cromo (VI)</b>	<b>µg/l</b>
	24	<b>Cadmio</b>	<b>µg/l</b>
	25	<b>Cromo totale</b>	<b>µg/l</b>
	26	<b>Ferro</b>	<b>µg/l</b>
	27	<b>Manganese</b>	<b>µg/l</b>
	28	<b>Mercurio</b>	<b>µg/l</b>
	29	<b>Nichel</b>	<b>µg/l</b>
	30	<b>Piombo</b>	<b>µg/l</b>
	31	<b>Rame</b>	<b>µg/l</b>
	32	<b>Zinco</b>	<b>µg/l</b>
	33	<b>Fosforo totale</b>	<b>µg/l</b>
	34	<b>Idrocarburi totali (come n-esano)</b>	<b>µg/l</b>
	35	<b>Tensioattivi anionici (MBAS)</b>	<b>mg/l</b>
	36	<b>Tensioattivi non ionici (PPAS)</b>	<b>mg/l</b>
	37	<b>BOD5</b>	<b>mg/l</b>
	38	<b>COD totale</b>	<b>mg/l</b>

Tabella 13 – Set di parametri

Nell'assetto operativo di **SORVEGLIANZA** del corso d'opera è stato previsto esclusivamente il monitoraggio del Corpo Idrico Dora Riparia in due punti localizzati rispettivamente:

- ASP\_031 – a monte dell'area di cantiere
- ASP\_032 – a valle dell'area di cantiere e della confluenza T. Clarea

Per i suddetti punti di controllo ARPA Piemonte ha ridefinito, con l'impiego degli stimatori UTL95 e UTL99 (cfr. Doc. ARPA del 29/05/2015) i valori soglia di attenzione e di intervento per i parametri chimico-fisici del controllo mensile rilevabili in situ. Per i parametri pH, % di ossigeno disciolto e potenziale redox sono state stimate anche le soglie inferiori coerenti con il 5° ed il 1° percentile. Data l'elevata correlabilità dei dati di ante-operam tra i due punti di misura è stato calcolato un unico valore soglia in riferimento ai parametri monitorati, applicabile ad entrambi i punti di monitoraggio, come riportato nella tabella di seguito.

	UTL1	UTL5	UTL95	UTL99
<b>ASP_031, ASP_032</b>				
<b>DORA RIPARIA</b>				
Temperatura acqua (°C)	-	-	16,35	19,33
Conducibilità (µS/cm)	-	-	1131	1352
pH (unità pH)	8,02	8,09	8,78	8,85
Potenziale Redox (mV)	48,9	75,0	210,6	236,7
Ossigeno Disciolto (%)	89,9	92,3	104,8	107,1

Per il parametro portata non si è ritenuto necessario calcolare un livello di attenzione.

In base agli elementi progettuali disponibili si è escluso l'utilizzo, emissione o perdita di sostanze ricomprese nelle tabelle 1/A e 1/B del D.M.A. 8 novembre 2010 n. 260 e che tali sostanze potessero interferire con le acque superficiali.

Per la valutazione degli elementi di qualità chimico-fisici si è fatto riferimento agli andamenti osservati nella fase di ANTE-OPERAM; l'andamento dei dati di monitoraggio in corso d'opera è stato confrontato con i dati registrati nella fase precedente, e la rilevazione di trend crescenti o decrescenti per uno o più parametri messa in relazione con i dati dei parametri in situ.

Gli elementi di qualità biologici sono stati espressamente indicati nella prescrizione CIPE ed evidenziati nelle successive tabelle.

Valori riferiti al Corpo Idrico omogeneo **Cod. CI 04SS3N170PI** – Dora Riparia

<b>CORPI IDRICI SUPERFICIALI</b>		<b>Unità di misura</b>	<b>range Valori Tipo-specifici (*)</b>	<b>Valore max Tipo-specifico</b>
40	<b>Macrobenthos (MHP)</b>	Indice faunistico (0-14)	8-9	n.a.
41	<b>Fauna Ittica</b>	Indice abbondanza	2c Trota fario	n.a.

CORPI IDRICI SUPERFICIALI		Unità di misura	range Valori Tipo-specifici (*)	Valore max Tipo-specifico
42	<b>Escherichia Coli</b>	UFC/100 ml	0÷576	960

(\*)-10°P÷90°P e Max. dei valori registrati in ante-operam (solo per parametro n.42)  
n.a. – Non Applicabile

Valori riferiti al Corpo Idrico omogeneo **Cod. CI 134SS3N127PI – CLAREA**

CORPI IDRICI SUPERFICIALI		Unità di misura	range Valori Tipo-specifici (*)	Valore max Tipo-specifico
40	<b>Macrobenthos (MHP)</b>	Indice faunistico (0-14)	9-10	n.a.
41	<b>Fauna Ittica</b>	Indice abbondanza	3b Trota fario	n.a.
42	<b>Escherichia Coli</b>	UFC/100 ml	0÷576	960

(\*)-10°P÷90°P e Max. dei valori registrati in ante-operam (solo per parametro n.42)  
n.a. – Non Applicabile

Coerentemente con quanto previsto dalla Dir 2000/60/CE si è proceduto con il campionamento dei macroinvertebrati acquatici.

Il passaggio agli assetti operativi di attenzione e di intervento è stato previsto qualora i superamenti delle specifiche soglie fossero state registrate nel punto a valle del cantiere senza una analoga variazione nel punto a monte.

Con riferimento ai valori soglia definiti dagli UTL5 e UTL95 per i parametri in situ l'assetto operativo di ATTENZIONE è stato previsto quando un nuovo dato di misura ha superato il valore dello specifico UTL superiore o inferiore.

Qualora a seguito di un ricontrollo da eseguirsi entro le 48 ore successive dalla data della misura il valore di uno o più parametri chimico-fisici fosse stato confermato ciò avrebbe determinato lo stato di INTERVENTO e l'apertura di specifica scheda di anomalia.

L'attivazione dello stato di INTERVENTO è stata prevista anche nel caso di superamento della soglia superiore UTL99 o inferiore UTL1.

In riferimento ai valori tipo-specifici calcolati per gli elementi di qualità biologica, gli assetti operativi si sono definiti con i medesimi criteri sopra specificati.

La transizione dall'assetto di sorveglianza all'assetto di attenzione ha comportato la segnalazione al RA/RSGA per l'esecuzione dei necessari controlli previsti dal PGA e l'apertura di specifica scheda di anomalia.



ASP- 031 – Dora Riparia, valle discarica Colombera

ASP-032 – Dora Riparia, valle confluenza Clarea

Acque sotterranee **in sinistra Dora:**

AST-010 – Pratovecchio

AST-011 – Boscocedrino

AST-012 – Vasca Supita

AST-017 – Fontani Supita

AST-217 – Greisone

AST-222 – Verger

AST-441 – Vasca rottura 2 greisone

AST-446 – S. Chiara

AST-486 – Vasca Cels

AST-381 – Chejera

AST-496 – Pietra Porchera

AST-500 – C. Goranda

AST-701 – Rigaud

Acque sotterranee **in destra Dora:**

AST-677 – Teisane inf. 12

AST-697 – Jallin -11

AST-688 – Valette-15

AST-712 – Località Balme

I criteri quali-quantitativi per la definizione degli assetti operative sono stati così definiti:

### A) Componente Atmosfera

Indicatore **PTS-Rad**

Lo stato di ATTENZIONE è stato previsto in caso di superamento delle seguenti soglie:

- Misura Beta totale  $4 \times 10^{-3}$  Bq/m<sup>3</sup>
- Misura Alfa totale  $0,3 \times 10^{-3}$  Bq/m<sup>3</sup>
- Spettrometria gamma (misura del pacco mensile dei filtri):  $4 \times 10^{-2}$  Bq/m<sup>3</sup> per la serie del <sup>238</sup>U (<sup>214</sup>Pb)

Non è prevista una soglia di attenzione per i radionuclidi della serie del <sup>232</sup>Th (<sup>212</sup>Pb) e per il <sup>40</sup>K.

Lo stato di INTERVENTO è stato previsto in caso di superamento delle seguenti soglie:

- Misura Beta totale  $5 \times 10^{-3}$  Bq/m<sup>3</sup>
- Misura Alfa totale  $0,5 \times 10^{-3}$  Bq/m<sup>3</sup>
- Spettrometria gamma (misura del pacco mensile dei filtri):  $4 \times 10^{-2}$  Bq/m<sup>3</sup>  
Per i radionuclidi della serie del <sup>238</sup>U (<sup>214</sup>Pb) e del <sup>232</sup>Th (<sup>212</sup>Pb) e  $1 \times 10^{-2}$  Bq/m<sup>3</sup> per il <sup>40</sup>K.

Indicatore **Rn**

Livello di ATTENZIONE 40 Bq/m<sup>3</sup> (media in periodo di campionamento di 1 settimana)

Livello di INTERVENTO 80 Bq/m<sup>3</sup> (media in periodo di campionamento di 1 settimana)

Il riscontro di valori ambientali che hanno determinato gli stati di attenzione e di intervento sono stati prontamente segnalati a RA e DL per la predisposizione e attivazione delle necessarie misure di prevenzione previste dal PGA.

## B) Risorse idriche

Livelli di ATTENZIONE (D. Lgs. 15/02/16 n. 28)

- Misura Beta totale 0,5 Bq/l
- Misura Alfa totale 0,1 Bq/l

In caso di superamento dei livelli di attenzione è stata prevista la determinazione della concentrazione di attività dell' $^{238}\text{U}$  e successivamente di quella di  $^{226}\text{Ra}$  e  $^{228}\text{Ra}$ .

Livello di INTERVENTO proposto

Criterio di dose indicativa di 0,1 mSv/anno (D. Lgs. 15/02/16 n. 28)

Il riscontro di valori ambientali che hanno determinato gli stati di attenzione e di intervento sono stati prontamente segnalati a RA e DL per la predisposizione e attivazione delle necessarie misure di prevenzione previste dal PGA.

### 3.9.1.6 Suolo e sottosuolo

Gli **Indicatori di Qualità** considerati per la componente sono elencati di seguito:

- Caratterizzazione pedologica di dettaglio – fase di post-opera per area di cantiere.
- Parametri fisico-chimici su campioni disturbati prelevati dai cumuli di stoccaggio temporaneo:
  - pH, sostanze organiche totali;
  - Capacità di scambio cationico e base di scambio;
  - HC >12, Metalli pesanti, IPA (fine cantiere).
- Erosione per variazioni dello stato di regimazioni di acque superficiali
- Fenomeni di degradazione per compattazioni o sversamenti di sostanze potenzialmente tossiche (osservazioni qualitative inserite nel protocollo del controllo geomorfologico).
- Definizione dell'Indice QBS-ar lungo i transetti di monitoraggio vegetazione.
- Determinazione Indice Qualità Biologica dei suoli.

Le **Aree territoriali** e le **stazioni di monitoraggio** considerate sono distinte di seguito:

**A5** – Comuni di CHIOMONTE

A5.4 – Area ristretta di monitoraggio (area di approfondimento)

Tale area è stata definita in corrispondenza in coerenza con l'ambito di osservazione relativo alla componente FAUNA.

Nella fase di Ante-Operam si è proceduto finalizzando l'attività alla conoscenza della copertura pedologica ai fini del ripristino ambientale post-opera, nonché alla valutazione degli aspetti qualitativi del suolo interessato dalle attività di cantiere.

### 3.9.1.7 Componenti biotiche

Gli indicatori di qualità sono elencati nel seguito:

- Fauna
  - Popolamento faunistico di invertebrati e vertebrati
    - Fauna acquatica (ITF) metodica quantitativa APAT e qualitativa R. Piemonte
    - Fauna acquatica (GAMB) osservazione notturna
    - Fauna acquatica (ANFI) metodica APAT
    - Invertebrati acquatici (IA) metodica APAT
    - Fauna vertebrata terrestre transetti campione
    - Fauna vertebrata (CHI) punti di ascolto
    - Fauna vertebrata (SCO) hair – tube
    - Fauna vertebrata (CER) pellets group count
    - Fauna vertebrata (CAR) trappole fotografiche
    - Avifauna (PAS, RAN) transetti e punti di ascolto
  - Vegetazione ecosistemi
    - Elementi floristici e vegetazionali
    - Biodiversità degli ambienti boschivi del SIC 1110027
    - Aspetti fisionomici – strutturali della vegetazione
    - Caratterizzazione generale della vegetazione riferita al sistema EUNIS

### Aree territoriali e stazioni di monitoraggio

- Fauna: A5 – Comune di Chiomonte
  - A5.V – Area vasta di monitoraggio
  - A5.A – Area ristretta di monitoraggio (approfondimento)
  - A5.S – Area del SIC IT 1110027 (ITF, IA, GAMB, ANFI)
  - A5.5 – Clarea, monte confluenza Dora Riparia ITF, IA (ASP-001)
  - A5.7 – Dora Riparia, monte confluenza Clarea ITF, IA (ASP-031)
  - A5.10 – Dora Riparia, valle confluenza Clarea ITF, IA (ASP-032)
- Vegetazione Ecosistemi: A5 – Comune di Chiomonte
  - A5.A – Area ristretta di monitoraggio (approfondimento)

### 3.9.2 Il Piano di Monitoraggio Ambientale a conclusione delle attività di scavo – Fase 3 e 4

Come già esposto in precedenza, a seguito della conclusione delle attività di scavo TBM del Cunicolo Esplorativo de La Maddalena, avvenuta a febbraio 2017, è stata attivata la **Fase 3**, rappresentata dalle attività di smontaggio della TBM, la realizzazione della vasca di accumulo delle acque in galleria a pk 4+100 circa ed il trasporto del relativo materiale, lo smontaggio della rotaia e parte degli impianti del cunicolo e il completamento della sistemazione del sito di deposito del materiale scavato.

Al termine di queste attività è stata attivata la **Fase 4**, caratterizzata per circa un mese dalle attività di smontaggio e smobilizzo delle ultime installazioni di cantiere e successivamente dalle sole attività di manutenzione ordinaria degli impianti in galleria e dell'impianto di depurazione delle acque. Per tale periodo sono rimasti in funzione all'interno dell'aria di cantiere, oltre

all'illuminazione e l'antincendio, i soli impianti di ventilazione galleria e di depurazione delle acque.

Le fasi di cui sopra hanno generato la rimodulazione delle attività di monitoraggio rispetto alle normali condizioni di esercizio, per i cui dettagli si rimanda agli specifici elaborati progettuali (cfr. Doc. MAD\_MA3\_SER\_0019 revisione B del 10/04/2018).

In generale, viste le ridotte attività di cantiere, si è introdotto il principio di sorveglianza limitata al monitoraggio del punto nell'ambiente di vita più prossimo al cantiere (primo anello), con attivazione eventuale dei punti più remoti esclusivamente nei casi di criticità.

Le attività di monitoraggio sono state quindi rimodulate secondo quanto indicato nella seguente tabella riepilogativa, nella quale sono riportate in rosso le modifiche rispetto alla fase precedente:

CONFRONTO PMA MADDALENA - Attività 2018					
Componenti ambientali	Tipologia indagine	FASE 3		FASE 4	
		Punti	Frequenza	Punti	Frequenza
Ambiente idrico Superficiale	Parametri in situ	ASP-001-031-032-033	mensile	ASP-001-031-032-033	mensile
	Parametri chimici e biologici	ASP-001-031-032-033	trimestrale	ASP-001-031-032-033	trimestrale
	Indicatori biologici - Macrobenthos	ASP-001-031-032-033	trimestrale	ASP-001-031-032-033	trimestrale
Ambiente idrico Sotterraneo	Parametri in situ	AST-010-011-012-017-218-222-441-446-486-31-496-500-701 AST-510 AST-677, 688, 697, 712	mensile	AST-010-011-012-017-218-222-441-446-486-31-496-500-701 AST-510 AST-677, 688, 697, 712	mensile
	Parametri chimici	AST-010-011-012-017-218-222-441-446-486-31-496-500-701	trimestrale	AST-010-011-012-017-218-222-441-446-486-31-496-500-701	semestrale
Atmosfera	DEP-Deposizioni	A5.4	trimestrale		
	QA-Qualità Aria Traffico: NO-NO2-Nox (camp. 20gg)	A5.4-A5.1b-A5.20b	trimestrale	A5.1b + A5.2	semestrale
	QA-Qualità Aria Traffico: BENZENE (camp. 20gg)	A5.4-A5.1b-A5.20b	trimestrale		
	QA-Qualità Aria Traffico: Benzol(a)Pirene su PM10 (camp. 20gg)	A5.4-A5.1b-A5.20b	trimestrale		
	QA-Qualità Aria Traffico: PM10 (camp. 20gg)	A5.4-A5.1b-A5.20b	trimestrale		
	QA-Qualità Aria Traffico: Metalli su PM10 (camp. 20gg)	A5.4-A5.1b-A5.20b	trimestrale		
	Polveri PM10 (in continuo contaparticelle)	A5.4	continuo	A5.4	continuo
Polveri PM10 (sequenziale)	A5.4-A5.1b-A5.20b-A3.1-A6.6	continuo	A5.4 - A5.1b	continuo	
Amianto	Amianto aerodisperso	A5.4-A5.C	settimanale	A5.4 + A5.2	bimestrale
	Amianto acque superficiali	ASP-031-032	bimestrale	ASP-001-031-032-033	trimestrale
Rumore	RC-Rumore cantiere	A5.1b-A5.21	mensile	A5.1b	mensile
	RC-Rumore cantiere	A5.Met2-A6.6	bimestrale	A6.6	mensile
	RC-Rumore cantiere presidiato	A5.4-A5.23	mensile	A5.4	mensile
	RI-Rumore traffico	A3.1c	bimestrale		
Vibrazioni	Effetti sugli edifici	A5.2-A5.4-A5.23	trimestrale	A5.4	semestrale
Radiazioni ionizzanti	Attività Alfa-beta totale acque superficiali	ASP-001-031-032-033	bimestrale	ASP-031-032	trimestrale
	Attività Alfa-beta totale acque sotterranee	AST-010-011-012-017-218-222-441-446-486-31-496-500-701	semestrale	AST-010-011-012-017-218-222-441-446-486-31-496-500-701	semestrale
	Attività Alfa-beta su PTS (settimanale)	A5.4-A7.1	continuo	A5.4 + A5.2	semestrale
	Spettrometria gamma su PTS (misura mensile)	A5.4-A7.1	continuo	A5.4 + A5.2	semestrale
Suolo	SUO - Indice QBS-ar e contr. Geomorfologico	A5.A	semestrale	A5.A	semestrale
Vegetazione	VEGE - Censimento e trend evolutivi-carta tematica	A5.A	annuale	A5.A	annuale
Fauna	ITF - Censimento Pesci	ASP-001-031-032-033	annuale	ASP-001-031-032-033	annuale
	ANFI - Censimento anfibi	A5.A	annuale	A5.A	annuale
	CHI - Trend evolutivo Chiroteri	A5.A-6 punti	mensile mag-ott	A5.A-6 punti	mensile mag-ott
	PAS - Trend evolutivo passeriformi	2/6 punti in alternanza	annuale	2/5 punti in alternanza	annuale
	Lepidotteri - Zerynthia			area cantiere Maddalena	annuale

Tabella 14 – Tabella di riepilogo delle attività di monitoraggio di Fase 3 e 4

### 3.10 Il Piano di Gestione Ambientale

Il Piano di Gestione Ambientale è lo strumento di controllo utilizzato all'interno del cantiere per garantire la massima attenzione agli aspetti ambientali durante le lavorazioni.

Il Piano infatti integra il Sistema di Gestione Ambientale del cantiere, composto dalle procedure di tutela dell'ambiente per le lavorazioni significative, ad un piano di monitoraggio interno, consentendo quindi un completo controllo degli aspetti ambientali interessati.

Nello specifico, sono considerati potenzialmente soggetti a una modifica del proprio stato in seguito ad una pressione generata dalle attività cantieristiche le componenti elencate di seguito:

- Componente atmosferica (all'interno di tale componente viene considerato anche il Monitoraggio delle fibre di amianto aerodisperso);
- Componente acustica (Rumore);
- Vibrazioni strutturali;
- Qualità delle acque: acque di scarico (prima dell'immissione nel recettore finale);
- Suolo e sottosuolo;
- Radiazioni ionizzanti (radioattività).

L'avvio del Monitoraggio Ambientale in corso d'opera all'interno del cantiere è stato coincidente con le attività correlate allo scavo con metodologia tradizionale del cunicolo, iniziato il 21/01/2013. Il Piano di monitoraggio è stato suddiviso in più fasi, in quanto tali fasi hanno richiesto un'operatività di cantiere, e quindi un impatto sulle matrici ambientali, notevolmente diverso:

- FASE 1: scavo in tradizionale del primo tratto di cunicolo, compreso il periodo di fermo scavo per il montaggio della TBM;
- FASE 2: scavo con TBM fino al termine della galleria esplorativa;
- FASE 3: smontaggio TBM, realizzazione vasca a pk 4+130, trasporto del cumulo 138 e sistemazione cunicolo;
- FASE 4: smobilizzo del cantiere.

La Fase 3 è stata per comodità suddivisa in A, B e C, in quanto vi è stata una diversa pressione delle componenti ambientali monitorate. La Fase 3A è consistita nelle operazioni di smontaggio TBM e sistemazione iniziale del cunicolo; la Fase 3B è coincisa con il periodo di scavo della vasca di rilancio delle acque a pk 4+130 e il trasporto del cumulo di materiale estratto; la Fase 3C, invece, è rappresentata dal periodo successivo, in cui è stato ulteriormente sistemato il cunicolo.

In base alle risultanze analitiche ottenute per singolo parametro monitorato, si sono definite diverse soglie limite (ove applicabili) che generano, al loro superamento, una serie di interventi per la verifica/tutela ambientale con l'attivazione di sistemi di mitigazione e contromisure.

La codifica di tali soglie è la seguente:

- **Soglia di Sorveglianza = A**
- **Soglia di Attenzione = AA**
- **Soglia di Intervento = AAA**

La definizione delle diverse soglie, concordata con gli Enti, ovviamente non è stata univoca ma trattata separatamente per le diverse matrici ambientali prese in esame.

In particolare, dato il tipo di monitoraggio applicato al sito e all'assenza di valori di bianco di riferimento sito specifici, i valori di **A** (soglia di sorveglianza) di alcune componenti sono stati definiti ed aggiornati, in accordo con gli Enti di controllo, in corso d'opera.

Nella tabella seguente si riporta una sintesi delle azioni di verifica e delle responsabilità in funzione dei valori misurati:

Valore	Azioni di verifica	Responsabilità
Valore < A	nessuna	Comunicazione dati a Committenza secondo lo schema organizzativo previsto
A < valore < AA	Verifica dei trend (applicazione delle carte di controllo ai singoli parametri monitorati)	Trasmissione dei valori da parte del resp. monitoraggi al referente ambientale/direzione cantiere delle risultanze del monitoraggio
AA < valore < AAA	Eventuale riesecuzione delle misure nel più breve tempo possibile Verifica dei trend (carte di controllo) Supporto alla Committenza per identificazione sorgenti	Trasmissione da parte del resp. monitoraggi al referente ambientale/direzione cantiere delle risultanze del monitoraggio
Valore > AAA	Supporto alla Committenza per identificazione sorgenti, l'eventuale fermo cantiere è responsabilità della Committenza Riesecuzione delle misure nel più breve tempo possibile Verifica dei trend	Trasmissione da parte del resp. monitoraggi a referente ambientale/direzione cantiere delle risultanze del monitoraggio

**Tabella 15 – Azioni di intervento in funzione della classificazione delle soglie**

Per ottimizzare la gestione del monitoraggio è stato invece elaborato uno schema generale sotto forma di schema a blocchi, che ha subito modifiche nella parte di azioni e reazioni in base alla componente ambientale considerata.

Per azioni proattive si intendono tutte quelle attività (procedure e dispositivi) mitigative pianificate nella fase PLAN di gestione del monitoraggio, che sono indicate componente per componente nei relativi paragrafi e riportate nella tabella di seguito allo schema.

Le azioni reattive sono tutte quelle azioni individuate e poi applicate in risposta alle diverse situazioni che possono generarsi nel corso del monitoraggio a seguito delle analisi (fase di CHECK) del monitoraggio dei dati campionati per le diverse matrici ambientali (fase DO) rispetto alle diverse soglie fissate.

Chiaramente tali azioni di mitigazione dipendono dalla configurazione delle attività di cantiere nel periodo in cui sono rilevati i valori di Attenzione e Intervento.

Le diverse situazioni che si presentano sono state valutate dalle figure preposte in modo da identificare le azioni correttive o le mitigazioni che permettessero di rientrare nei limiti previsti nel più breve tempo possibile.

Per una più facile comprensione del funzionamento dello schema decisionale si espone di seguito una breve descrizione delle fasi decisionali e dei relativi percorsi secondo il ciclo di Deming PDCA.

- PLAN: Lo schema prevede una prima fase di pianificazione, in cui viene fornito l'elenco delle azioni proattive, componente per componente, che necessariamente si applicano alla normale conduzione del cantiere e ai relativi monitoraggi;
- DO: Questa fase, alimentata da quanto pianificato in termini di azioni e controlli nella fase precedente, consiste essenzialmente nell'esecuzione delle diverse attività di monitoraggio che prevedono l'acquisizione, oltre che dei valori dei diversi parametri ambientali scelti come riferimenti per le diverse componenti, anche di tutte quelle informazioni utili alla corretta analisi dei dati raccolti;
- CHECK: Nello schema progettato, in questa fase, il cui input è rappresentato dai dati raccolti nella fase precedente, si procede alla validazione dei risultati, all'analisi sistematica dei trend (carte di controllo) e al loro confronto con le informazioni disponibili al contorno (ad esempio dati del monitoraggio esterno al cantiere, eventuali dati campionati da ARPA, dati meteorologici, ecc.). L'output di fase è un METADATO che contiene informazioni sul valore campionato, sul suo trend e sul suo "peso" rispetto alla situazione al contorno (si pensi ad esempio ad un dato di  $PM_{10}$  oltre soglia AAA registrato in un periodo invernale a bassa diffusività atmosferica in cui tale livello può essere stato riscontrato diffusamente anche nel territorio provinciale e/o regionale);
- ACT: In questa fase si procede infine all'analisi dei dati validati, insieme ai relativi trend e ai dati al contorno rispetto alle soglie fissate:
  - o  $ACT < A$ : in questa situazione, essendo i dati al di sotto della soglia di sorveglianza fissata, si procede al solo aggiornamento del database di monitoraggio secondo le tempistiche e i metodi concordati;
  - o  $A \leq ACT < AA$ : per dati al di sopra della soglia di sorveglianza ma inferiori a quella di attenzione si procede all'aggiornamento del database e alla valutazione dell'incremento registrato mediante analisi del METADATO in output dalla fase di check ed eventuale acquisizione di ulteriori informazioni sito specifiche mediante esecuzione di indagini ad hoc (spot);
  - o  $AA \leq ACT < AAA$ : in questa situazione, con dati al di sopra della soglia di attenzione, si procede all'aggiornamento del database ed alla comunicazione della criticità a RA, DC e DL. Si procede quindi alla valutazione dell'incremento del dato registrato, mediante analisi del METADATO in output dalla fase di check. Congiuntamente viene attivata una serie di controlli, procedure e misurazioni per stabilire se la sorgente responsabile degli incrementi registrati sia interna od esterna al cantiere:
    - Nel caso in cui la sorgente sia esterna al cantiere, si procede alla sola comunicazione alla committenza;
    - Nel caso la sorgente sia interna si cerca di stabilire se l'emissione che causa il superamento della soglia AA sia episodica (anomala) oppure sistemica.

Nel primo caso si procede con l'eliminazione dell'anomalia in funzione della relativa tipologia; nell'eventualità che il superamento sia dovuto al normale funzionamento di una sorgente (macchinario e/o attività) si procede ad un propedeutico controllo della corretta applicazione delle azioni proattive previste. Nel caso si riscontri una non corretta applicazione di tali azioni si procede alla apertura di una non conformità/azione correttiva che potrebbe portare alla revisione di quanto pianificato nella fase PLAN e alla sua verifica mediante l'analisi dei valori in output dal. Nel caso invece non si siano riscontrate carenze nella

gestione delle attività, si procede alla applicazione ITERATIVA, nel tentativo di riportare i livelli del parametro che ha violato la soglia AA al di sotto delle azioni reattive individuate e alla verifica della loro efficacia mediante analisi dei nuovi dati monitorati. Tale procedura iterativa termina nel momento in cui il livello del parametro di riferimento è rientrato sotto la soglia di attenzione o qualora tale procedura sia divenuta non economicamente sostenibile. In questo ultimo caso si procede primariamente, qualora previsto, alla richiesta di deroga (ad es. per la componente Rumore) e alla verifica del rispetto di questa nuova soglia di attenzione AA. Secondariamente, nel caso non si riesca a rispettare ancora la soglia AA (di deroga o meno) fissata, si procede al fermo dei mezzi e/o delle attività responsabili delle violazioni registrate e al controllo dei livelli raggiunti dopo il fermo

- $ACT \geq AAA$ : In questo caso si procede alla verifica di ottemperanza di tutti i punti previsti nel caso precedente ( $AA \leq ACT < AAA$ ), con la sola eccezione che nel caso il valore del parametro che fa registrare il superamento della soglia AAA non rientri sotto il livello di allarme si procede primariamente al fermo dei mezzi e/o delle attività responsabili delle violazioni registrate con relativa verifica dell'efficacia. Secondariamente, nel caso non si riesca ancora a far rientrare l'allarme, si procede nell'ordine con la relativa verifica:
  - a comunicare alla Direzione Lavori e alla Committenza la situazione di allarme;
  - ad istituire una unità di crisi per la gestione dell'allarme;
  - alla verifica delle condizioni di rischio e all'eventuale fermo dell'avanzamento dei lavori.

Lo schema gestionale è stato pensato per essere applicato alle differenti matrici ambientali senza modificare i vari percorsi decisionali ma semplicemente, caso per caso, individuando l'insieme delle azioni proattive e reattive specifiche.

Si precisano infine le seguenti scelte progettuali di gestione:

1. Per le azioni indicate come proattive/reattive deve considerarsi la loro applicazione già in sede di pianificazione (fase PLAN) ed una loro eventuale, qualora possibile, intensificazione nella fase reattiva (fase ACT);
2. Per le componenti per le quali si sono individuate solo azioni proattive si procede, nel caso di violazione della soglia AA, direttamente o alla richiesta di deroga, qualora applicabile, o al fermo dei mezzi e/o delle attività al fine di consentire i controlli del caso; in condizioni di valori sopra soglia di allarme si procede o al fermo dei mezzi e/o delle attività o alla comunicazione a D.L. e Committenza, all'apertura di una unità di crisi, alla verifica delle condizioni di rischio e all'eventuale fermo avanzamento al fine di consentire i controlli del caso.

### **3.10.1 Qualità dell'aria – Fase 1**

In termini generali il monitoraggio della componente Atmosfera per le attività di un qualsiasi cantiere di questa tipologia è finalizzato alla valutazione dell'impatto derivante da:

- Polveri
- Immissioni gassose

Il sistema di monitoraggio, in ottemperanza alla prescrizione CIPE n. 87, è stato strutturato con la seguente architettura:

sigla stazione	parametri misurati	metodi analitici	frequenza di misura	tempistica restituzione dati (da termine campagna misura)	formato restituzione dati (*)
PM-FISSO	PM10	UNI EN 12341	giornaliera (media su 24 ore)	7 gg	rapporto di prova cartaceo o .pdf
PM-CAMP	PM10	UNI EN 12341	bimestrale 7 gg	7 gg	rapporto di prova cartaceo o .pdf
PM-FISSO	IPA (benzo(a)pirene su PM10	UNI EN 15549:2008	giornaliera (media su 24 ore)	9 gg	rapporto di prova cartaceo o .pdf
	metalli (Pb, Cd, As, Ni) su PM10	UNI EN 14902:2005	giornaliera (media su 24 ore)	9 gg	
DEPO-1	granulometria	ISO 13320 o metodo equivalente	bimestrale	10 gg	rapporto di prova cartaceo o .pdf
	Polvere depositata	gravimetria	bimestrale	10 gg	
	Metalli su polvere depositata (set 152/2006)	EPA 6020A:2007, EPA 3060A 1996 + EPA 7196A 1992	bimestrale	10 gg	
	IPA su polveri depositate (set 152/2006)	EPA 8270D 2007	bimestrale	10 gg	

(\*) oltre al formato indicato i dati sono forniti anche in formato elettronico per ottemperare alle esigenze operative di una gestione complessiva di monitoraggio per le diverse componenti ambientali e temporali

Tabella 16 – Sistema di monitoraggio qualità dell’aria

La localizzazione dei siti di monitoraggio per la qualità dell’aria nella Fase 1 è riportata nella figura seguente.

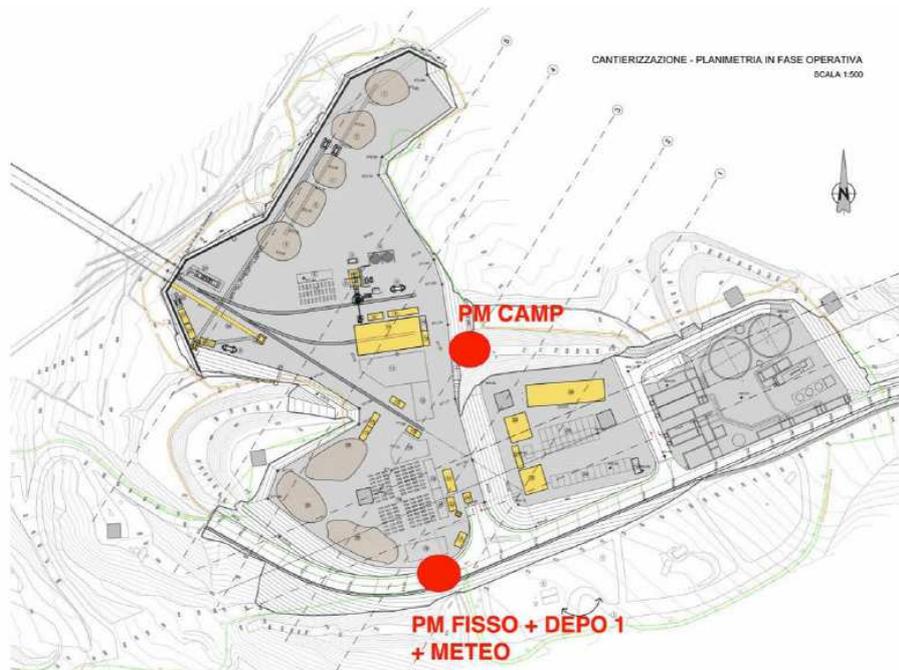


Figura 10 – Localizzazione dei siti di monitoraggio per la qualità dell’aria (Fase 1)

Per la componente in esame si è fatto riferimento alle seguenti soglie:

Parametro	Valore A	Valore AA	Valore AAA
PM10	Soglia di valutazione superiore – 70% AA	50 ug/m3 – Media 24 h Valore Limite DLgs 155/2010	AA+30% per due giorni consecutivi
Metalli su PM10	Pb 70% AA As 60% AA Cd 60% AA Ni 70% AA	Pb 0,5 ng/m3* As 6,0 ng/m3** Cd 5,0 ng/m3** Ni 20 ng/m3** * Valore Limite ** Valore Obiettivo DLgs 155/2010	Pb AA+30% per due giorni consecutivi AsAA+30% per due giorni consecutivi CdAA+30% per due giorni consecutivi NiAA+30% per due giorni consecutivi
IPA su PM10	Benzo(a)pirene 60% AA	1 ng/m3 Valore Obiettivo DLgs 155/2010	AA+30% per due giorni consecutivi

Tabella 17 – Soglie di riferimento per la qualità dell'aria

### 3.10.2 Monitoraggio dell'amianto aerodisperso – Fase 1

La misura dell'amianto aerodisperso in situazioni ordinarie è stata eseguita su n. 3 postazioni nelle modalità riportate nel seguente schema.

sigla stazione	parametri misurati	metodi analitici	frequenza di misura	tempistica restituzione dati (da termine campagna misura)	formato di restituzione dati (*)
postazioni ASB-1-2-3	fibre di amianto aerodisperso	DM 6/9/94 GU nr 288 10/12/1994 All. 2B	3 gg ogni 15 gg (turno 8h)	48 ore	rapporto di prova cartaceo o .pdf

(\*) oltre al formato indicato i dati sono forniti anche in formato elettronico per ottemperare alle esigenze operative di una gestione complessiva di monitoraggio per le diverse componenti ambientali e temporali

Tabella 18 – Sistema di monitoraggio qualità dell'aria per le fibre aerodisperse

È stata inoltre prevista l'attivazione del monitoraggio in oggetto durante le eventuali fasi di utilizzo dell'esplosivo al fronte con classe di rischio vigente RA-1, RA-2, o RA-3. In questo caso la misura viene effettuata nelle stesse postazioni sui turni di 8 h in cui viene utilizzato tale metodo di scavo.

L'ubicazione delle postazioni ASB-1-2-3 è riportata in figura.



Figura 11 – Localizzazione delle postazioni per il monitoraggio delle fibre di asbesto (Fase 1)

Nella tabella seguente si riportano i valori limite per la componente in oggetto.

Tali limiti identificano le condizioni di Sorveglianza (A), Attenzione (AA) e Intervento (AAA).

Parametro	Valore A	Valore AA	Valore AAA
Fibre aerodisperse	1 ff/L (SEM)	1.6ff/L (SEM)	2ff/L (SEM)

Tabella 19 – Soglie di riferimento per le fibre aerodisperse

I valori indicati in tabella sono stati definiti in ottemperanza alla delibera CIPE n. 81, che per gli ambienti di cantiere rimanda ai limiti indicati nel D.M. 06/09/94. Nel caso in esame si è scelto di considerare però valori di soglia più cautelativi, che si ritiene siano più appropriati date le caratteristiche dell'area di cantiere.

### 3.10.3 Rumore – Fase 1

La metodologia di misura è stata finalizzata al controllo delle caratteristiche di emissione sonora delle sorgenti presenti internamente al perimetro del cantiere, affinché esse non determinino superamenti delle soglie normative nelle aree esterne; il monitoraggio è servito ad assicurare, inizialmente e nel tempo, il rispetto dei requisiti emissivi di tali sorgenti, in particolare quelle che per loro caratteristica possono assimilarsi a sorgenti fisse. Il sistema è composto con la seguente architettura:

Sigla Stazione	Parametri Misurati	Metodi Analitici	Frequenza di misura	Templistica restituzione dati <small>(da termine campagna misura)</small>	Formato di restituzione dati (*)
RUM-CF	Leq(A)	Decreto 16/03/98	Continua	2 gg	Output numerico formato .xls
				Mensile	Relazione tecnica in formato .pdf
RUM-DS	Leq(A) + SPETTRO EMISSIVO	Decreto 16/03/98	Integrazione in corrispondenza dell'implementazione di nuove apparecchiature con emissioni sonore significative	10 gg	Relazione tecnica in formato .pdf

(\*) oltre al formato indicato i dati sono forniti anche in formato elettronico per ottemperare alle esigenze operative di una gestione complessiva di monitoraggio per le diverse componenti ambientali e temporali

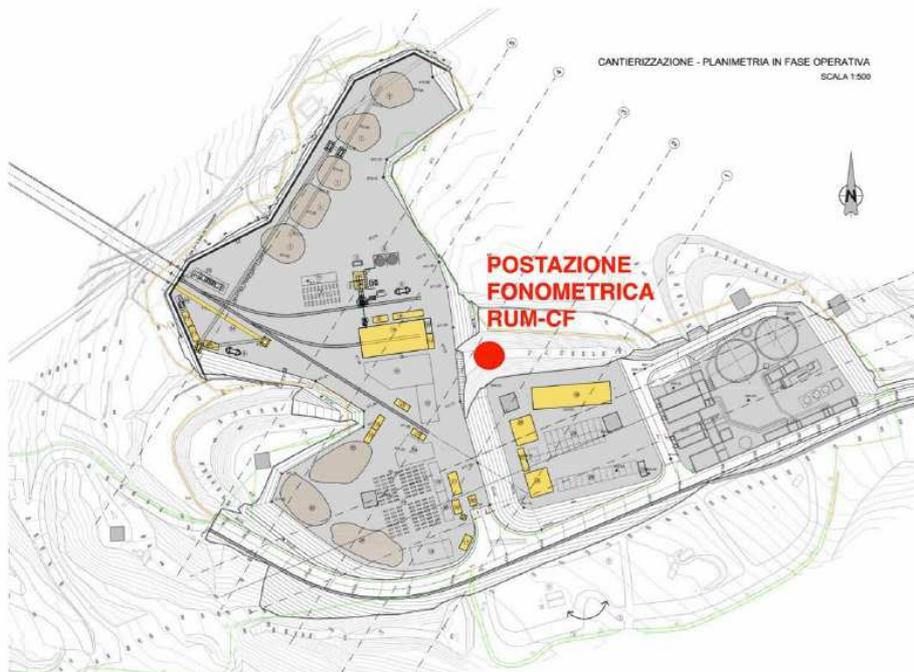
**Tabella 20 – Organizzazione delle misure per la valutazione del rumore ambientale**

La postazione RUM-CF è costituita da catena fonometrica classe I, composta da fonometro, microfono e preamplificatore ed è dotata di tutti gli accessori per l'alimentazione e lo scarico in remoto dei dati.

Le misure RUM-DS sono eseguite in prossimità delle sorgenti ad una distanza nota e tale da caratterizzare, oltre al livello equivalente ponderato A, anche gli spettri di emissione delle stesse, distinti in terzi di ottava.

Il rilievo è stato ripetuto per ogni fase del ciclo di lavorazione dell'impianto e/o attrezzatura, al fine di caratterizzare le emissioni nelle diverse modalità di funzionamento.

La localizzazione del punto di misura RUM-CF è riportata nella figura seguente:



**Figura 12 – Localizzazione della postazione fissa (RUM-CF) per il monitoraggio del rumore ambientale in continuo. La postazione discontinua (RUM-DS) verrà dislocata all'interno dell'area del cantiere in funzione dei macchinari utilizzati.**

La posizione dei punti RUM-DS non è riportata in quanto variabile in funzione del posizionamento, nel momento del rilievo, della sorgente indagata.

Il controllo giornaliero dei livelli di rumore rilevati presso la centralina RUM-CF ha consentito di verificare la necessità o meno di attivare lo strumento di deroga ai sensi dell'art. 6 della Legge 447/1995, laddove si prevedesse che in condizioni "standard" di lavoro siano superate, presso la stazione fissa di misura, le soglie massime di 71,0 dB(A) nel periodo diurno e di 62,0 dB(A) nel periodo notturno.

In tutti gli altri casi è stato previsto il seguente protocollo:

1. Fin tanto che il rilievo del rumore alla centralina fissa RUM-CF mostra valori inferiori alla citata soglia di 71,0 dB(A) nel periodo diurno e di 62,0 dB(A) nel periodo notturno, il cantiere è sottoposto ad un **"Assetto operativo di Sorveglianza"** dove il rumore alla centralina fissa viene "sorvegliato" in continuo e viene emesso apposito report ogni 48 ore, come da programma, in cui si esplicitano i livelli equivalenti e i livelli statistici ad intervalli orari.
2. Allorquando presso la centralina RUM-CF si verifica un superamento della soglia di 71,0 dB(A) nel periodo delle 16 ore diurne e di 62,0 dB(A) nel periodo delle 8 ore notturne (superamenti che si possono osservare nei report 48 ore) si emette una nota interna di "Superamento soglia" al Responsabile Ambientale di Cantiere e alla Direzione Lavori. In questi casi il cantiere continua a sottostare ad un "Assetto operativo di Sorveglianza".
3. Allorquando il superamento si verifica per 2 giorni consecutivi o per 3 giorni all'interno di un'unica settimana di lavoro (superamenti che si possono osservare nei report 48 ore) il protocollo di cantiere, che in questo caso è sottoposto ad un "Assetto operativo di Attenzione", prevede:
  - 3.1 "Segnalazione" di Superamento soglia al Responsabile Ambientale di Cantiere e al Responsabile Ambientale della Direzione Lavori.
  - 3.2 Individuazione ed analisi delle cause che hanno indotto il superamento.
  - 3.3 Se la causa riguarda sorgenti temporanee esterne al cantiere, il R.A. di Cantiere (RAC) emette apposita "Comunicazione" al R.A. della Direzione Lavori (RADL) che informa la committenza TELT e si attiva il monitoraggio esterno.
  - 3.4 Se la causa riguarda sorgenti temporanee interne al cantiere, ma è un'anomalia rispetto alle normali attività, il R.A. di cantiere emette "Nota" di riallineamento allo standard operativo finalizzata al ripristino delle normali condizioni lavorative che non determinano superamenti acustici. Tale "Nota" viene trasmessa al R.A. della Direzione Lavori che informa TELT ed ARPA.
  - 3.5 Se la causa non è un'anomalia, ma riguarda condizioni che si ripetono periodicamente nel ciclo lavorativo, si prevedono più livelli di azione in ordine ad una determinata priorità operativa che tiene conto di un approfondimento progressivo di analisi e di intervento:
    - Controllo della corretta applicazione del ciclo produttivo ed eventuale riallineamento allo standard operativo
    - Individuazione di una soluzione speditiva al problema che comprenda:
      - Modifiche all'operatività dei mezzi di cantiere in causa.
      - Modifiche al layout di cantiere.

- Nel caso non si rientri nell'ambito dei due punti precedenti, si prevede un controllo fonometrico presso gli edifici sensibili più vicini (Borgata Clarea), al fine di verificare se il contributo acustico indotto dal cantiere determini effettivamente un esubero rispetto ai limiti normativi negli ambiti esterni alle aree di lavoro. Si configurano due situazioni possibili:

- Nel caso la verifica fonometrica dia esito negativo, ovvero i valori rilevati risultino inferiori ai limiti normativi di soglia, il R.A. di cantiere emette "Nota" di riallineamento all'Assetto operativo di Sorveglianza del cantiere. In detta nota vengono descritti gli elementi specifici del problema con l'indicazione delle cause del superamento soglia, delle azioni che si sono messe in atto, ed i relativi risultati, finalizzate al ripristino delle normali condizioni lavorative che non determinano superamenti acustici. Tale "Nota" viene trasmessa al R.A. della Direzione Lavori che informa TELT ed ARPA.

- Nel caso la verifica fonometrica dia esito positivo, ovvero i valori rilevati risultino superiori ai limiti normativi di soglia, è necessario in prima battuta distinguere il contributo del rumore indotto dal cantiere da quello del rumore residuo; ciò perché, in alcuni casi, sulla base delle misurazioni effettuate anche nel corso della fase Ante Operam, il rumore residuo (ad es. quello indotto dall'autostrada A32) può essere di per sé maggiore dei limiti normativi di soglia. Stabilito che il contributo del rumore indotto dal cantiere, epurato dal rumore residuo, non determina superamenti di soglia, si rientra nelle condizioni operative del punto precedente.

Viceversa, stabilito che il contributo del rumore indotto dal cantiere determina effettivamente dei superamenti di soglia, è necessario definire delle azioni di intervento, siano esse sulle specifiche attività e/o macchinari di cantiere, siano esse sull'individuazione di ostacoli alla propagazione del rumore verso i ricettori esterni (barriere antirumore, ecc.). L'efficacia di tali azioni viene valutata mediante l'analisi di nuove misurazioni fonometriche, sia internamente al cantiere, presso la centralina fissa, sia esternamente al cantiere, presso i ricettori. Anche in questo caso, al termine delle operazioni e delle successive verifiche, il R.A. di cantiere emette "Nota" di riallineamento all'Assetto operativo di Sorveglianza del cantiere con le stesse modalità viste nel precedente punto. Tale "Nota" viene trasmessa al R.A. della Direzione Lavori che informa TELT ed ARPA.

- Nel caso infine in cui anche con le azioni di intervento sopra descritte non sia stato possibile raggiungere i limiti normativi di soglia, o nel caso in cui non sia stato possibile adottare delle azioni di intervento (ad es. per il conseguente instaurarsi di criticità di livello maggiore), si rende necessario attivare la procedura per la richiesta di deroga ai sensi dell'art. 6, lett. h della Legge n. 447 del 26/10/1995.

### 3.10.4 Vibrazioni – Fase 1

Il sistema è stato strutturato con la seguente architettura:

Sigla Stazione	Parametri Misurati	Metodi Analitici	Frequenza di misura	Tempistica restituzione dati (da termine campagna misura)	Formato di restituzione dati (*)
VIB-STRU	Velocità di picco dell'oscillazione	UNI9916	Eseguita ad ogni volata	Valore di picco del parametro misurato	Output numerico sistema di misura
				10 gg	Relazione tecnica in formato.pdf

(\*) oltre al formato indicato i dati saranno forniti anche in formato elettronico per ottemperare alle esigenze operative di una gestione complessiva di monitoraggio per le diverse componenti ambientali e temporali

**Tabella 21 – Organizzazione delle misure per la valutazione delle vibrazioni**

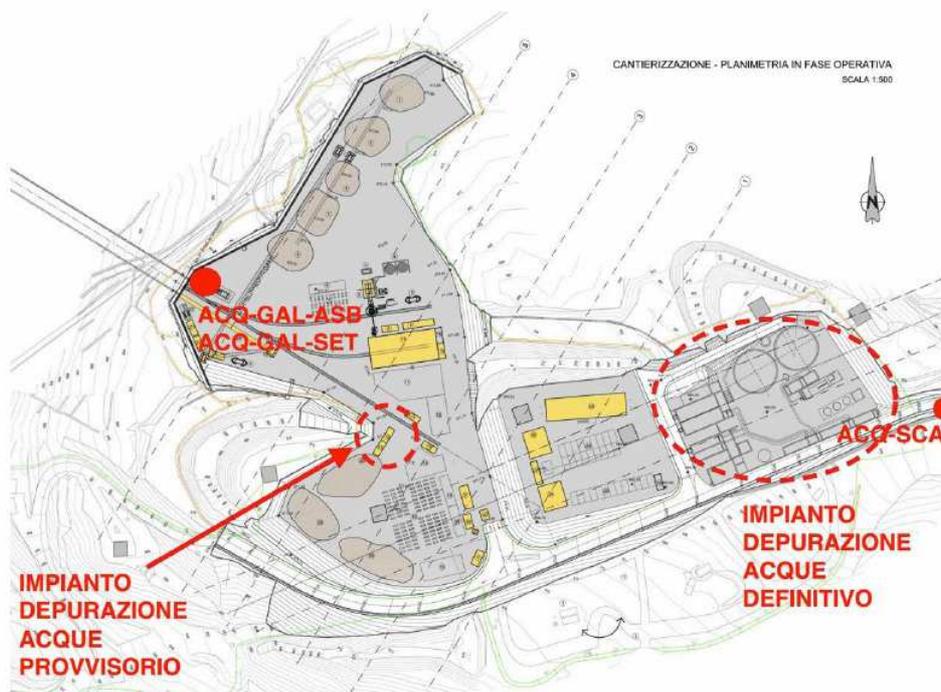
Il rilievo nel punto VIB-STRU è stato previsto per il controllo delle strutture durante l'utilizzo dell'esplosivo nella fase di scavo tradizionale. Tuttavia nella fase di scavo in tradizionale non è mai stato utilizzato esplosivo e pertanto non si è reso necessario l'attivazione del punto di monitoraggio.

### 3.10.5 Qualità dell'acqua – Fase 1

Le attività di monitoraggio sulle acque sono riconducibili solo alle acque di scarico ed alle acque di venuta dalla galleria.

Il cantiere si è dotato inizialmente di un impianto di trattamento di tipo provvisorio (fino approssimativamente all'autunno 2013); in quella data è terminata la costruzione dell'impianto definitivo, per cui le attività previste nella presente Fase 1 hanno coinvolto in successione, entrambi gli impianti.

Le aree in cui sono stati allocati gli impianti (provvisorio e definitivo) e i punti di campionamento sono riportati nella figura seguente.



**Figura 13 – Localizzazione degli impianti di depurazione provvisorio e definitivo**

Di seguito si riportano i dettagli del monitoraggio delle acque di galleria, il campionamento è stato effettuato secondo quanto previsto dal Metodo 1030/2003 Manuale APAT.

sigla stazione	parametri misurati	metodi analitici	frequenza di misura	tempistica restituzione dati (da termine campagna misura)	formato di restituzione dati (*)
ACQ-SCA	vedi tabella	vedi tabella 2.13	quindicinale	10gg	rappori di prova in formato cartaceo o .pdf
ACQ-GAL-ASB	asbesto	(DM 06/09/1994 All.1B GU n° 288 10/12/1994 SO)	quindicinale	72 ore	rappori di prova in formato cartaceo o .pdf
ACQ-GAL-SET	vedi tabella	vedi tabella 2.13	trimestrale	10gg	rappori di prova in formato cartaceo o .pdf

(\*) oltre al formato indicato i dati sono forniti anche in formato elettronico per ottemperare alle esigenze operative di una gestione complessiva di monitoraggio per le diverse componenti ambientali e temporali

**Tabella 22 – Attività di monitoraggio delle acque di scarico**

Le analisi chimiche che sono state eseguite sulle acque in uscita dall'impianto di depurazione sono riportate nella tabella seguente:

Parametro	Metodo analitico
pH	APAT CNR IRSA 2060 Man 29 2003
Conducibilità	APAT CNR IRSA 2030 Man 29 2003
Temperatura	APAT CNR IRSA 2100 Man 29 2003
Solidi Sospesi totali	APAT CNR IRSA 2090 B Man 29 2003
Colore	APAT CNR IRSA 2020 C Man 29 2003
Odore	APAT CNR IRSA 2050 Man 29 2003
BOD5	APAT CNR IRSA 5120 A/B Man 29 2003
COD	ISO 15705:2002
Metalli (elenco D.Lgs. 152/06)	EPA 6020A 2007 + APAT CNR IRSA 3150 C Man 29 2003 o POP 11849 2008 Rev.1
Cianuri totali	APAT CNR IRSA 4070 Man 29 2003 o APHA Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater 21th Ed.2005, 4500-CN-O
Solfuri	APAT CNR IRSA 4160 Man 29 2003
Solfiti	APAT CNR IRSA 4150 Man 29 2003
Solfati	APAT CNR IRSA 4020 Man 29 2003
Cloruri	APAT CNR IRSA 4020 Man 29 2003
Fluoruri	APAT CNR IRSA 4020 Man 29 2003
Fosforo totale	APAT CNR IRSA 4110 A2 Man 29 2003
Azoto ammoniacale	APAT CNR IRSA 4030 A2/C Man 29 2003 o APHA Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater 21th Ed. 2005, 4500-NH3 H
Azoto nitroso	APAT CNR IRSA 4050 Man 29 2003 o APHA Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater 21th Ed.2005, 4500-NO3-I
Azoto nitrico	APAT CNR IRSA 4020 Man 29 2003 o APHA Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater 21th Ed.2005, 4500-NO3-I
Azoto totale	APAT CNR IRSA 4060 Man 29 2003
Grassi e oli animali e vegetali	APAT CNR IRSA 5160 Man 29 2003
Idrocarburi totali	APAT CNR IRSA 5160 Man 29 2003
Solventi organici aromatici	EPA 8260C 2006
Solventi organici azotati	POP20011-R.0
Tensioattivi totali (MBAS+BIAS)	APAT MAN29/5170/03 + APAT MAN29/5180/03
Solventi clorurati	EPA 8260C 2006
Saggio di tossicità acuta	Daphnia Magna
Amianto	DM 06/09/1994 All.1B GU n° 288 10/12/1994 SO (SEM)

**Tabella 23 – Parametri analitici determinati sulle acque di scarico**

Come indicato precedentemente vengono riportati nelle tabelle seguenti i valori soglia.

parametro	Valore A	Valore AA	Valore AAA
ACQ-SCA Parametri chimici determinati sulle acque depurazione e galleria	50% del valore AAA	80% del valore AAA	Valori limite riportati in D.Lgs 152/2006 Parte III, all.5 Tab3

**Tabella 24 – Valori soglia applicati ai parametri chimici per le acque di scarico**

parametro	Valore unico AA
ACQ-GAL-ASB fibre amianto determinate nelle acque depurazione e galleria	Presenza fibre amianto

**Tabella 25 – Valori soglia relative alle fibre di amianto per le acque di scarico impianto di depurazione e le acque di venuta da galleria**

Per i campionamenti ACQ-GAL-ASB si è considerato come limite unico la sola presenza di fibre come indicato da ARPA Piemonte nella nota Prot. n.106866 del 22/12/2014. La preparazione dei campioni acquosi è avvenuta secondo procedura interna di dettaglio SOP/A003, conforme al D.M. 6/9/94, All.1B e condivisa con ARPA Piemonte, e l'ingrandimento utilizzato per osservare i campioni acquosi in SEM è 2000X.

Per i campionamenti ACQ-GAL-SET, per i quali sono stati analizzati i medesimi parametri delle acque di scarico, non vengono definiti limiti (salvo per la presenza di amianto per cui si è applicato il medesimo limite unico di ACQ-GAL-ASB) in quanto le analisi in oggetto hanno riguardato acqua in ingresso all'impianto di depurazione. I valori acquisiti sono stati pertanto utilizzati per monitorare la qualità delle acque in uscita dalla galleria ai fini della corretta gestione dell'impianto di depurazione.

Nel caso fosse rinvenuto amianto, i fanghi filtropressati contaminati prodotti dall'impianto di depurazione sarebbero stati trattati come rifiuto e sarebbero state applicate le procedure di smaltimento secondo la normativa vigente.

### **3.10.6 Protezione suolo e sottosuolo – Fase 1**

Data la tipologia di attività prevalente nel cantiere, ovvero lo scavo del cunicolo e conseguente estrazione e movimentazione di smarino (per una quantità totale di circa 340.000 mc), è stata di fondamentale importanza la verifica della qualità del materiale estratto in conformità alla normativa vigente, D.lgs. 152/2006 articolo 186 parte IV allegato 5 tabella 1 colonna A. Sono state quindi previste analisi al fine di verificare la compatibilità con una sistemazione definitiva del materiale estratto nel sito limitrofo al cantiere, denominato "sito di deponia", gestito da appaltatore diverso dall'impresa incaricata di realizzare il cunicolo esplorativo de "La Maddalena".

La cadenza di tali campionamenti è stata al massimo ogni circa 115 ml di scavo, risultando di gran lunga più cautelativa della prescrizione CIPE n. 49 che indica almeno 500 ml in condizioni normali e 250 ml in caso di variazioni litologiche.

Oltre alla valutazione della qualità dello smarino, al fine di identificare le litologie che sono state interessate alle attività di scavo, sono stati effettuati sondaggi a distruzione in avanzamento, tra loro sovrapposti e supervisionati dal geologo di cantiere, per valutare la presenza o meno di litotipi che potessero contenere asbesto nelle sue diverse forme e che potessero originare fibre aerodisperse nelle fasi di movimentazione.

In aggiunta sono stati eseguiti dei campionamenti sul materiale di cutting e sul fluido di perforazione.

Inoltre, su richiesta della DL e della Committenza, in caso di materiale contenente una concentrazione di Amianto totale diversa da "< 100 mg/Kg" (limite di rilevabilità dell'analisi con la metodica indicata) il materiale stesso non è stato considerato conforme alla messa a



Nel caso in cui, in seguito a sversamenti accidentali, parte dell'area risultasse contaminata da sostanze pericolose, era prevista la messa in sicurezza, al fine di rimuovere la fonte contaminante e successiva caratterizzazione secondo la tabella seguente:

Parametro	Metodo analitico
Granulometria	ASTM D422
Bulk density (peso specifico apparente)	ASTM D5057/90 (01)
RESIDUO SECCO	UNI EN 14346:2007 p.te A
pH	UNI EN 14346:2007 p.te A - POP 10952-R.0
METALLI (elenco D.Lgs. 152/06)	UNI EN 13657:2002 + EPA 6020A:2007, EPA 3060A 1996 + EPA 7196A 1992
Composti Aromatici (elenco D.Lgs. 152/06)	EPA 8260C 2006
Aromatici Policiclici	EPA 8270D 2007
PCB	EPA 3550B + EPA 8082A:2007
Idrocarburi C≤12	EPA 8015C 2007
Idrocarburi C>12	EPA 8015C 2007
Amianto totale	DM 06/09/1994 All.1B GU n° 288 10/12/1994 SO (SEM)
TOC	UNI EN 13137:2002
Oli minerali(C10-C40)	UNI EN 14039:2005
Su Test di Cessione	UNI EN 12457-2:2004
As	EPA 6020A:2007
Ba	EPA 6020A:2007
Cd	EPA 6020A:2007
Cr tot	EPA 6020A:2007
Cu	EPA 6020A:2007
Hg	EPA 6020A:2007
Mo	EPA 6020A:2007
Ni	EPA 6020A:2007
Pb	EPA 6020A:2007
Sb	EPA 6020A:2007
Se	EPA 6020A:2007
Zn	EPA 6020A:2007
Cl	APAT CNR IRSA 4020 Man 29 2003
F	APAT CNR IRSA 4020 Man 29 2004
SO4	APAT CNR IRSA 4020 Man 29 2005
In. Fenolo	APAT CNR IRSA 5070 A2 Man 29 2003
DOC	UNI EN 1484:1999
TDS	APHA 21ST ED. 2005, 2540C

**Tabella 28 – Parametri da sottoporre a misura per la caratterizzazione dei materiali ai fini dello smaltimento come rifiuti**

### 3.10.7 Radiazioni ionizzanti – Fase 1

Le attività di monitoraggio all'esterno del cunicolo sono state le seguenti:

Sigla stazione	Parametri misurati	Metodi analitici	Frequenza/luogo di misura	Tempistica e formato di restituzione dati
RAD-SMA	Gamma	Misura con sonda a scintillazione	Giornaliera sul cumulo di smarino in fase di riempimento	Giornaliera in formato elettronico (.pdf o .xls). Validazione dati mensile con Report Misure
RAD-PTS	Alfa, beta, gamma	Misure di radioattività alfa-beta gamma su filtri contenenti PTS campionate con pompe ad alto volume mediante contatore proporzionale a finestra sottile e mediante spettrometria gamma ad alta risoluzione (catena di rivelazione a HPGe)	Campionamento bisettimanale di 24 ore con flusso di circa 5 l/min.  Misure alfa/beta con periodicità bisettimanale  Misure gamma con periodicità mensile.	Rapporti in formato elettronico (.pdf) entro 10 gg dalla misura
CAMP-RAD	Gamma (concentrazione uranio/torio)	Misure su campioni di circa 1.6 Kg prelevati da smarino "fresco" mediante spettrometria gamma ad alta risoluzione con rivelatore a Geiperpuro	Campionamento all'occorrenza	Rapporti in formato elettronico (.pdf) entro 10 gg dalla misura

**Tabella 29 – Attività di monitoraggio sull'area di cantiere esterna al cunicolo**

Come riportato in tabella, con frequenza giornaliera (o comunque legata alla produzione di smarino) sono state effettuate delle misure di esposizione gamma ambientale, con la strumentazione indicata, sul cumulo in fase di riempimento con particolare attenzione al materiale più fresco. Questo tipo di misura sostituisce quella relativa al radon precedentemente indicata e viene implementata, in caso di situazioni dubbie, da misure di concentrazione massica di attività in Bq/Kg mediante spettrometria gamma a germanio iperpuro in geometria Marinelli su materiale "fresco" dei cumuli (CAMP-RAD).

Per quanto riguarda le radiazioni ionizzanti, invece, sono stati campionati dalla stazione RAD-PTS filtri con frequenza bisettimanale sui quali sono state effettuate misure alfa/beta; sugli stessi filtri sono state effettuate misure gamma con frequenza mensile.

Nella figura seguente è riportata la configurazione del monitoraggio per la Fase 1.



Figura 15 – Configurazione del sistema di monitoraggio delle radiazioni ionizzanti per la fase 1

Le attività di monitoraggio all’interno del cunicolo sono state le seguenti:

Sigla stazione	Parametri misurati	Metodi analitici	Frequenza/luogo di misura	Templstica e formato di restituzione dati
RAD-SMA	Gamma	Misura con sonda a scintillazione	Giornaliera su fronte scavo	Giornaliera in formato elettronico (.pdf o .xls). Validazione dati mensile con Report Misure
RAD-GAL	Concentrazione Gas Radon	Misure con strumentazione RAD7 – DURRIDGE	Campionamento mensile di 2h (1h a ventilazione spenta e 1h a ventilazione accesa) in prossimità del fronte di scavo	Validazione dati mensile con Report Misure

Tabella 30 – Attività di monitoraggio all’interno del cunicolo

All’interno del cunicolo sono state effettuate misure di concentrazione volumica di radon con frequenza mensile, o comunque legata all’avanzamento dello scavo, e misure di esposizione gamma con frequenza giornaliera con sonda a scintillazione. Le misure di concentrazione di radon sono state effettuate con strumentazione di tipo spettrometrico in grado di misurare tramite rivelatore al Si l’energia delle particelle alfa emesse dai discendenti del radon e del toron in una cavità emisferica di aria pompata e filtrata.

I valori di soglia per la concentrazione di radon, di uranio e torio e per l’esposizione gamma derivano dai dati ottenuti nei controlli ambientali effettuati finora, in base ai quali il fondo gamma si attesta su 0.13  $\mu\text{Gy/h}$ , la concentrazione di radon su circa 40Bq/mc e la concentrazione di U-238 e Th-232 su circa 70 Bq/Kg.

Per il valore di intervento (AAA) relativo al radon si utilizza il valore indicato nella prescrizione CIPE n. 15, anche se la legge attuale (D. Lgs. 241/00) prevede un valore superiore (500 Bq/mc).

Il limite di Sorveglianza (A) riportato in tabella per le componenti gas Radon e radiazioni Gamma è stato aggiornato in accordo con gli Enti di Controllo (prot. N. 00031033/2014 del 11/04/2014).

Parametro	A Limite di Sorveglianza	AA Limite di Attenzione	AAA Limite di Intervento	Note (*)
RAD-GAL Radon	200 Bq/mc	300 Bq/mc	400 Bq/mc	Delibera CIPE n. 15
RAD-SMA Gamma	0.25 µGy/h	0.5 µGy/h	1.0 µGy/h (*)	Fissato in base al limite di dose efficace annuale per la popolazione
CAMP-RAD Gamma (concentrazione di radionuclidi gamma-emittenti, uranio/torio)	300 Bq/Kg	800 Bq/Kg	1000 Bq/Kg (*)	Fissato in base ai limiti di concentrazione definiti dal D.Lgs. 241/00

**Tabella 31 – Valori soglia per le radiazioni ionizzanti e concentrazione di radionuclidi**

I limiti della concentrazione alfa/beta/gamma nelle PTS di seguito riportati sono stati stabiliti in accordo con la nota ARPA Prot. n. 72474 del 03/09/2014. Relativamente alla radiazione gamma i limiti di concentrazione sono da interpretarsi come limiti riferiti ad ogni radionuclide analizzato.

I limiti (A) Sorveglianza e (AA) Attenzione, essendo l'attività ancora sperimentale, sono suscettibili di variazione, in funzione dei risultati ottenuti e delle sensibilità effettivamente raggiunte.

Parametro	A Limite di Sorveglianza (mBq/mc)	AA Limite di Attenzione (mBq/mc)	AAA Limite di Intervento (mBq/mc)
ALFA	0.2	0.4	0.5
BETA	1.5	4	5
GAMMA	20	50	100

**Tabella 32 – Valori di soglia per la concentrazione alfa/beta/gamma delle PTS**

### 3.10.8 Qualità dell'aria – Fase 2

La sola differenza rispetto alla fase è consistita nell'aggiunta di un secondo deposimetro totale, ferme restando le metodologie e la configurazione di monitoraggio e le soglie assunte.

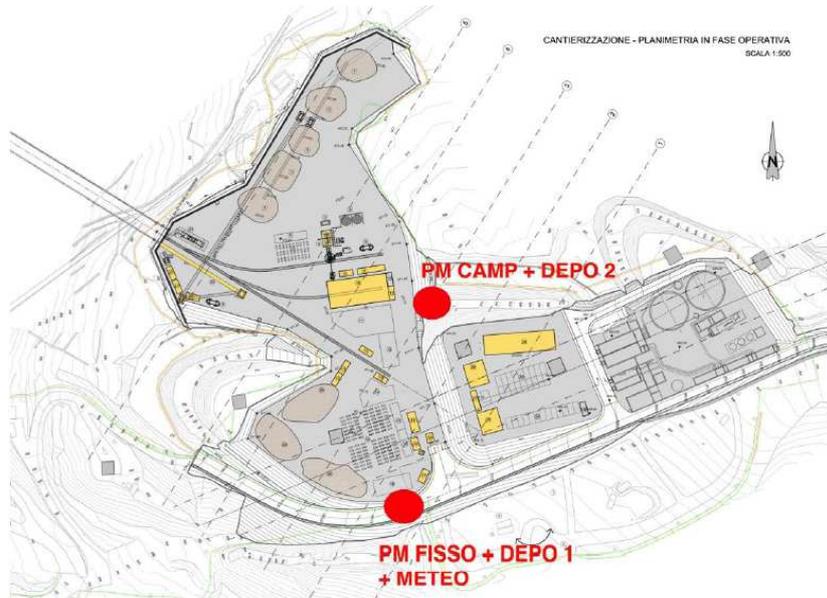


Figura 16 – Siti di monitoraggio per la fase 2

### 3.10.9 Amianto aerodisperso – Fase 2

Il controllo dell’amianto aerodisperso in situazioni ordinarie è stato effettuato nella sola postazione ASB-1, la quale è stata spostata nell’intorno dell’imbocco del cunicolo in posizione tale da garantire sia le esigenze operative del cantiere che la rappresentatività del campione prelevato.

La postazione ASB-2, invece, è stata mantenuta per essere attivata solo in caso di necessità nelle modalità descritte dal documento relativo alle linee guida di intervento in caso di ritrovamento di pietre verdi al fronte, mentre la postazione ASB-3 è stata eliminata. Sono rimasti invece invariati i livelli di soglia e le tempistiche di restituzione.

La situazione ordinaria è riportata nel seguente schema:

sigla stazione	parametri misurati	metodi analitici	frequenza di misura	tempistica restituzione dati (da termine campagna misura)	formato di restituzione dati (*)
postazione ASB-1	fibres di amianto aerodisperso	DM 6/9/94 GU nr 288 10/12/1994 All. 2B	3 gg ogni 7 gg (1° giorno 24 h e poi 8h)	48 ore	rapporto di prova cartaceo o .pdf

(\*) oltre al formato indicato i dati sono forniti anche in formato elettronico per ottemperare alle esigenze operative di una gestione complessiva di monitoraggio per le diverse componenti ambientali e temporali (vedere cap.4).

Tabella 33 – Monitoraggio qualità dell’aria per fibre aerodisperse

Di seguito è riportata l’ubicazione delle postazioni ASB 1-2.

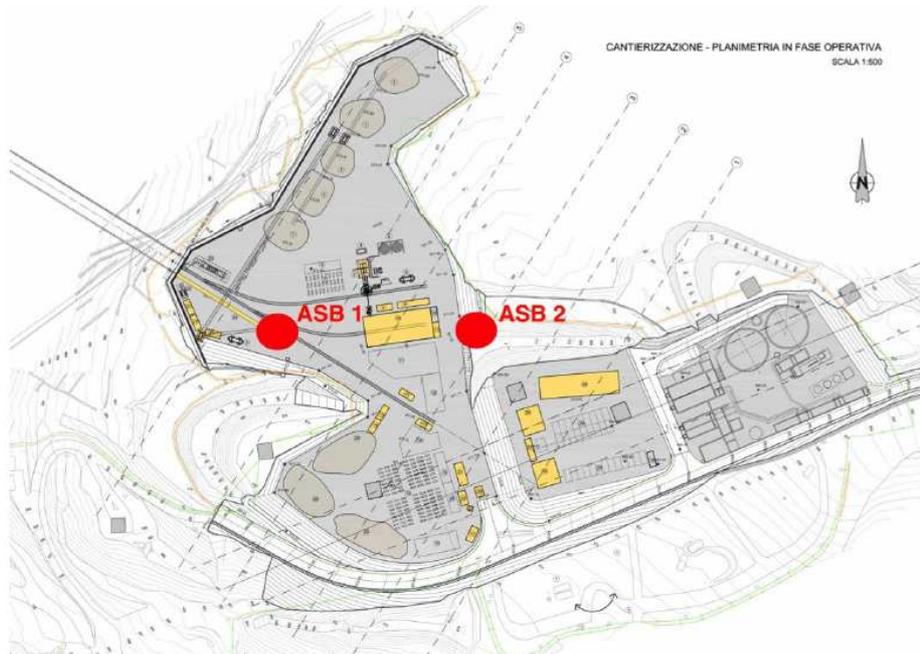


Figura 17 – Postazioni per il monitoraggio delle fibre di asbesto

### 3.10.10 Rumore – Fase 2

Il monitoraggio nel corso della FASE 2 è stato effettuato con identiche modalità della precedente FASE 1. Le metodologie di misura, controllo ed analisi del segnale rilevato sono quindi le stesse, ma cambiando i macchinari e le condizioni operative delle attività di lavoro, sia internamente al cunicolo, sia esternamente ad esso, si sono modificate anche le condizioni di propagazione del rumore all'interno delle aree di cantiere ed all'esterno, verso i ricettori.

Sono rimasti cioè invariati i limiti di riferimento acustico, mentre sono cambiate le “soglie” di riferimento del rumore in funzione del coefficiente “K” (calcolato mediante software di simulazione) definito come il fattore di correlazione tra i livelli sonori rilevabili nel punto RUM-CF e i punti ricettori esterni al cantiere. In relazione a detto fattore di correlazione e tenendo conto del rumore di fondo comunque presente anche in assenza di lavorazioni, è stato possibile individuare quel valore massimo misurabile giornalmente alla centralina RUMCF affinché non si verificasse un esubero dei limiti normativi presso i ricettori prossimi al cantiere. Sintetizzando, il controllo giornaliero dei livelli di rumore rilevati presso la centralina RUM-CF ha consentito di verificare il superamento dell'assetto operativo di “sorveglianza” e, quindi, il raggiungimento dell'assetto operativo di “attenzione”, laddove si prevedesse che in condizioni “standard” di lavoro fossero superate, presso la stazione fissa di misura, le soglie massime di 65,0 dB(A) nel periodo diurno e di 57,5 dB(A) nel periodo notturno.

Nell'eventualità che si rendessero necessari degli interventi atti a minimizzare il rumore all'esterno sui ricettori, mediante il software di simulazione sono stati dimensionati degli schermi acustici sulle sorgenti di rumore più significative. Detta configurazione ha definito un nuovo valore di “K” tale che le soglie massime presso la postazione di misura fissa RUM-CF in riferimento alla situazione con interventi antirumore, risultassero di 71,0 dB(A) nel periodo diurno e di 60,0 dB(A) nel periodo notturno.

### 3.10.11 Vibrazioni – Fase 2

Data la tecnica di scavo con TBM, il rilievo delle vibrazioni in prossimità delle pile del viadotto autostradale non è stato realizzato.

### **3.10.12**      *Qualità dell'acqua – Fase 2*

Anche per questo ambito non vi sono modifiche rispetto alla Fase 1 né a livello di frequenze di prelievo né a livello di tipologia di analisi.

### **3.10.13**      *Protezione del suolo e del sottosuolo – Fase 2*

Anche in questo caso l'assetto, in termini di indagini analitiche da eseguire sulle terre e rocce da scavo, non ha subito modifiche rispetto a quanto riportato nel Capitolo 4.11.6. Le metodologie di riferimento per la gestione delle terre e rocce da scavo sono sempre quelle riportate nel documento MAD\_EXE\_VEN\_0094.

La sola differenza è legata alla presenza, in loco, di un laboratorio mobile con cui, tramite analisi stereomicroscopica, si sono potute avere tempestive valutazioni in merito all'eventuale presenza di componente fibrosa all'interno del materiale di cutting proveniente dai sondaggi a distruzione in avanzamento. Qualora fosse stata riscontrata la presenza di fibre, si sarebbe potuta eseguire in sito un'analisi in MOCF con la tecnica della dispersione cromatica al fine di identificare la natura delle fibre stesse.

Tali indagini sono state condotte sistematicamente in cantiere e sono state confermate dalle analisi svolte successivamente sulle aliquote degli stessi campioni che sono stati inviati al laboratorio accreditato. In aggiunta alle analisi sopradescritte, per ogni sondaggio si sono realizzate analisi sul fluido di perforazione.

I campionamenti del materiale di cutting si sono effettuati secondo le modalità previste dal D. Lgs. 152/06.

### **3.10.14**      *Radiazioni ionizzanti – Fase 2*

Per la componente in oggetto, nella fase di scavo meccanizzato è stato attivato il monitoraggio in continuo dei raggi gamma e del radon in prossimità del fronte di scavo.

Di seguito le attività di monitoraggio realizzate all'esterno del cunicolo.

Sigla stazione	Parametri misurati	Metodi analitici	Frequenza/luogo di misura	Tempistica e formato di restituzione dati
RAD-SMA	Gamma	Misura con sonda a scintillazione	Giornaliera sul cumulo di smarino in fase di riempimento	Giornaliera in formato elettronico (.pdf o .xls). Validazione dati mensile con Report Misure
RAD-PTS	Alfa, beta	Misure di radioattività alfa-beta gamma su filtri contenenti PTS campionate con pompe ad alto volume	Campionamento continuo con flusso di circa 6 l/min.  Prelievo del filtro per misure alfa/beta con periodicità settimanale	Rapporti in formato elettronico (.pdf) entro 15 gg dalla data di prelievo
RAD-PTS	Gamma	Misure di radioattività alfa-beta gamma su pacchetto mensile di filtri contenenti PTS mediante spettrometria gamma ad alta risoluzione (catena di rivelazione a HPGe)	Campionamento continuo con flusso di circa 6 l/min.  Misure gamma con periodicità mensile.	Rapporti in formato elettronico (.pdf) entro 15 gg dalla data di prelievo
CAMP-RAD	Gamma	Misure su campioni di smarino di circa 1 Kg mediante spettrometria gamma ad alta risoluzione con rivelatore a Ge iperpuro	Campionamento semestrale	Rapporti in formato elettronico (.pdf) entro 15 gg dalla misura

**Tabella 34 – Attività di monitoraggio sull’area di cantiere esterna al cunicolo**

Le attività di monitoraggio all’interno del cunicolo, invece, sono descritte di seguito:

Sigla stazione	Parametri misurati	Metodi analitici	Frequenza/luogo di misura	Tempistica e formato di restituzione dati
TBM-GAMMA	Gamma	Misura in continuo con sensore installato sulla testa della TBM	Misura in continuo con sensore installato sulla testa della TBM	Giornaliera in formato elettronico (.pdf o .xls). Validazione dati mensile con Report Misure
TBM-RAD	Concentrazione Gas Radon	Misura in continuo con sensore installato sulla testa della TBM	Misura in continuo con sensore installato sulla testa della TBM	Giornaliera in formato elettronico (.pdf o .xls). Validazione dati mensile con Report Misure

**Tabella 35 – Attività di monitoraggio all’interno del cunicolo**

All’interno del cunicolo, quindi, le misure di concentrazione volumica di radon e le misure di esposizione gamma sono state effettuate in continuo con sensori posti sulla TBM in prossimità del fronte di scavo. Le misure di concentrazione di radon sono state effettuate con strumentazione “Pylon CRM1” o alternativamente “MIAM MR01”, mentre per le misure gamma si è utilizzato un contatore geiger “GuardianRay GRAY712-FO”.

Nelle tabelle seguenti si riportano i limiti relativi ai monitoraggi in cunicolo e sui cumuli di smarino.

Parametro	Soglia A o limite di sorveglianza	Soglia AA o limite di attenzione	Soglia AAA o limite di intervento	Note
TBM-RAD Radon	200 Bq/m <sup>3</sup>	300 Bq/m <sup>3</sup>	400 Bq/m <sup>3</sup>	Delibera CIPE N. 15
TBM-GAMMA Gamma	0.25 µGy/h	0.5 µGy/h	1.0µGy/h	Fissato in base ai limiti di dose annuale per la popolazione
RAD-SMA Gamma	0.25 µGy/h	0.5 µGy/h	1.0µGy/h	Fissato in base ai limiti di dose annuale per la popolazione
CAMP-RAD Gamma (concentrazione di radionuclidi gamma-emittenti, uranio/torio)	100 Bq/Kg	200 Bq/Kg	400 Bq/Kg	Nota ARPA Prot. n. 106866 del 22/12/2014

**Tabella 36 – Valori di soglia – Fase 2**

Per quanto riguarda i limiti applicati al monitoraggio dell'attività Alfa, Beta e Gamma sulle PTS, in accordo con gli Enti di Controllo, si è operato come di seguito.

I valori dei singoli limiti considerati sono i seguenti:

Parametro	A Limite di Sorveglianza (mBq/mc)	AA Limite di Attenzione (mBq/mc)	AAA Limite di Intervento (mBq/mc)
ALFA	0.4	0.6	0.8
BETA	1.5	4	5
GAMMA	1.5	4	5

**Tabella 37 – Valori di soglia postazione RAD-PTS – Fase 2**

Per le componenti alfa e beta, tali limiti sono stati applicati secondo la procedura seguente:

- attività Alfa (Beta) totale > A: verifica interna e segnalazione superamento ad Arpa (Ambiente e Natura);
- attività Alfa (Beta) totale > AA: segnalazione superamento ad Arpa, apertura scheda di anomalia, riduzione della polverosità attraverso bagnatura della zona, analisi di spettrometria gamma su campione di smarino relativo al cumulo in formazione nel periodo di campionamento del filtro, confronto dati con i valori di radioattività rilevati su altre componenti ambientali;
- attività Alfa (Beta) totale > valore limite AAA: segnalazione superamento ad Arpa, apertura scheda anomalia, riduzione della polverosità attraverso bagnatura della zona e verifica livelli di attività beta totale; se anche l'attività Beta (Alfa) totale > valore limite AAA: ufficializzazione stato di Intervento (AAA), segnalazione ad Arpa e attivazione procedure indicate nel documento MAD\_EXE\_VEN\_0853\_Piano di Lavoro Tipologico in caso di Radiazioni Ionizzanti.

L'ufficializzazione dello stato di intervento (AAA) per Alfa totale e Beta totale si è stabilito avvenisse solo a seguito del superamento contemporaneo della soglia (AAA) per entrambe le componenti, in caso contrario sarebbe stato formalizzato come superamento della soglia di Attenzione (AA).

Per approfondire l'eventuale correlazione tra le oscillazioni dei valori di attività misurati sui filtri PTS e l'andamento della polverosità dell'aria, a partire dal mese di maggio 2016 nella

postazione RAD-PTS sono stati utilizzati filtri precedentemente tarati, condizionati e pesati. In questo modo, in caso di richiesta dell'E.Q., sarebbe stato possibile fornire per ogni filtro anche il valore della concentrazione di PTS in modo da poter differenziare effettivi incrementi di attività da semplici aumenti della sola polverosità.

Per quanto riguarda invece la componente Gamma, si è stabilito fosse formalizzato il superamento della soglia di intervento (AAA) a seguito del confronto fra il valore misurato e il limite, a prescindere dai valori misurati per l'attività Alfa e Beta. Per tale componente, inoltre, si è stabilito si effettuasse il confronto dei valori misurati con i limiti solo per alcuni radionuclidi significativi, dei quali per alcuni sono stati considerati i limiti indicati, mentre per altri si è fatto riferimento ad un limite unico di Attenzione. Di seguito il dettaglio.

Radionuclidi	Energia	(A) Sorveglianza (mBq/mc)	(AA) Attenzione (mBq/mc)	(AAA) Intervento (mBq/mc)
144Ce	133,52	-	-	-
141Ce	145,44	-	-	-
212Pb	238,63	-	5	-
214Pb	295,22	1,5	4	5
140La	328,76	-	-	-
228Ac	338,40	-	-	-
214Pb	351,99	1,5	4	5
131I	364,49	-	-	-
125Sb	427,87	-	-	-
7Be	477,60	-	-	-
140La	487,02	-	-	-
140Ba	537,26	-	-	-
208Tl	583,10	-	5	-
134Cs	589,33	-	-	-
125Sb	600,60	-	-	-
134Cs	604,72	-	-	-
214Bi	609,32	1,5	4	5
131I	636,99	-	-	-
137Cs	661,66	-	-	-
95Zr	724,19	-	-	-
99Mo	739,50	-	-	-
95Nb	765,80	-	-	-
134Cs	795,86	-	-	-
140La	815,77	-	-	-
228Ac	911,07	-	5	-
228Ac	968,90	-	-	-
214Bi	1120,28	-	-	-
40K	1460,80	-	5	-
140La	1596,21	-	-	-
214Bi	1764,51	-	-	-

La configurazione del sistema di rilevamento per la fase 2 è risultata quindi la seguente:

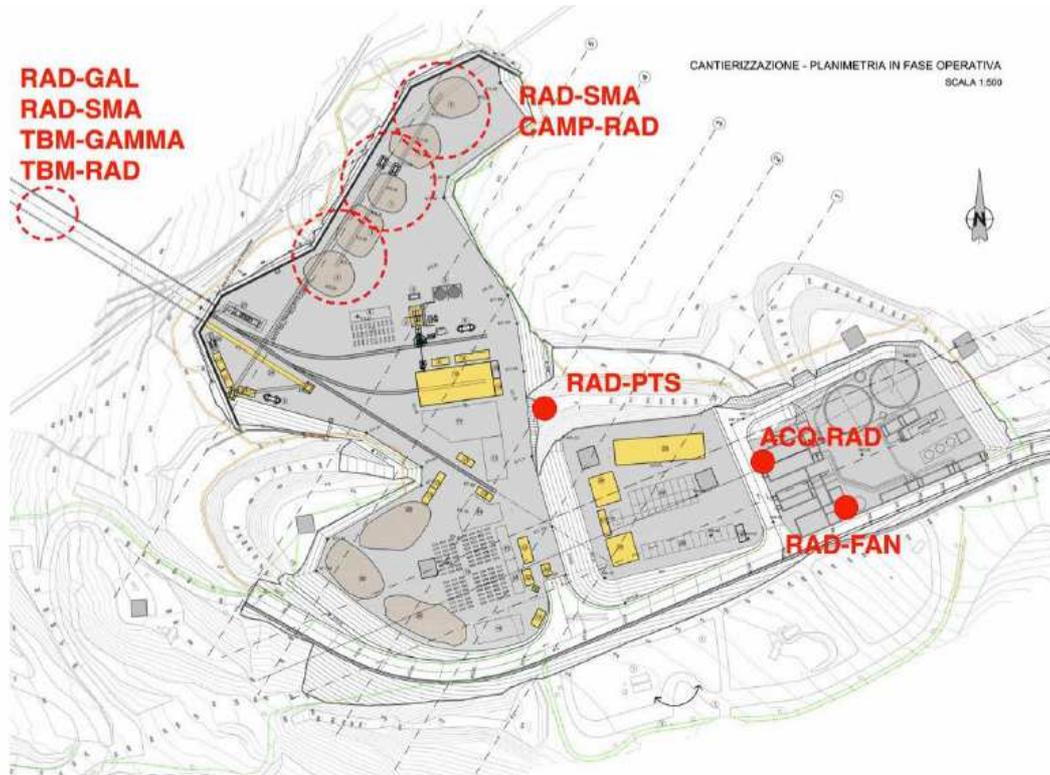


Figura 18 – Configurazione del sistema di rilevamento per la fase 2

### Monitoraggio delle acque

Con l'intercettazione delle acque di venuta di galleria nel corso delle attività di scavo e con l'inizio dello scarico delle acque trattate nel recettore finale, sono stati attivati i monitoraggi della componente in oggetto relativi alle acque come indicato nell'autorizzazione allo scarico precedentemente citata (Provincia di Torino n. 422-26047/2013 del 25/6/2013).

Il monitoraggio è avvenuto quindi sulle acque in ingresso all'impianto di depurazione (ACQ-RAD) che contengono le acque di venuta della galleria e sui fanghi disidratati (RAD-FAN) prodotti dallo stesso impianto nel corso delle operazioni di depurazione.

Si è trattato di un monitoraggio che ha riguardato essenzialmente la possibilità o meno di scaricare le acque medesime dopo il trattamento, in quanto il controllo dell'attività gamma e della concentrazione di radon in testa alla TBM avrebbe costituito di per sé un controllo sufficiente.

Per quanto riguarda il monitoraggio RAD-FAN, su richiesta degli Enti di controllo si è sostituita la misura sistematica della sola radiazione gamma con sonda a scintillazione in campo con la misura semestrale di concentrazione di radionuclidi con le stesse modalità e gli stessi limiti del monitoraggio CAMP-RAD.

Si riportano comunque le tabelle seguenti in analogia con le tabelle di cui sopra.

Sigla stazione	Parametri misurati	Metodi analitici	Frequenza/luogo di misura	Formato di restituzione dati
ACQ-RAD	Alfa/beta totale	Scintillazione liquida Tricarb	Settimanale	Rapporti in formato elettronico (.pdf) entro 10 gg dalla misura
RAD-FAN	Gamma	Misure su campioni di fanghi disidratati di circa 1 Kg mediante spettrometria gamma ad alta risoluzione con rivelatore a Ge iperpuro	Campionamento semestrale	Rapporti in formato elettronico (.pdf) entro 15 gg dalla misura

**Tabella 38 – Monitoraggio delle acque di venuta e di trattamento e dei fanghi disidratati**

### Valori di soglia per la concentrazione alfa/beta totale nelle acque

La concentrazione alfa/beta totale nelle acque viene è stata determinata mediante scintillazione liquida su campioni da 10 ml (vials da 20 ml con scintillatore) ottenuti per evaporazione lenta dai campioni prelevati in campo. I limiti o soglie di sorveglianza, attenzione e intervento sono riportati nella tabella seguente e sono stati variati in base alle indicazioni dell'Ente di Controllo competente riportate nel verbale del Tavolo Tecnico del 12/02/2016.

Parametro	Soglia a o limite di sorveglianza (Bq/lt)	Soglia AA o limite di attenzione (Bq/lt)	Soglia AAA o limite di intervento (Bq/lt)	Note
Alfa totale	0,25	0,5	5	(*)
Beta totale	0,5	1	10	(*)

(\*) Il limite di intervento si riferisce essenzialmente al limite di smaltimento all'esterno del cantiere o di immagazzinamento all'interno del cantiere stesso (art. 30, D.Lgs. 230/95 e s.m.i.). Se sarà necessario verrà avanzata richiesta di autorizzazione per smaltimenti o immagazzinamenti di fanghi con attività di maggiore concentrazione (art. 33, D.Lgs. 230/95 e s.m.i.).

**Tabella 39 –Valori di soglia per la concentrazione alfa/beta totale nelle acque**

#### 3.10.15 Qualità dell'aria – Fase 3B

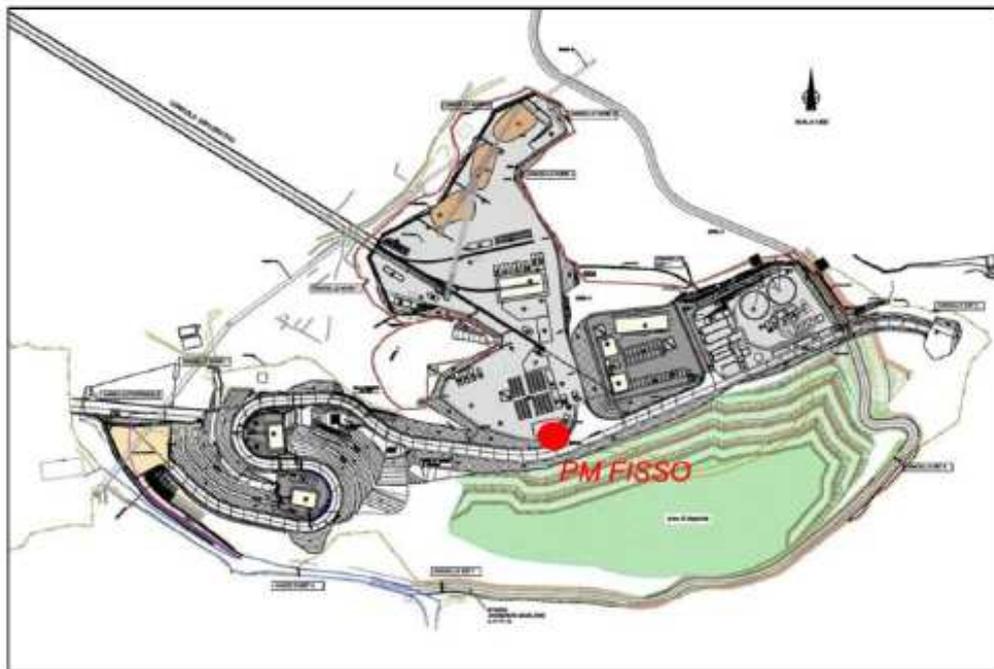
Il sistema di monitoraggio della qualità dell'aria, a seguito del cambio di attività in essere nel cantiere, e con specifico riferimento alla fase 3B (scavo della vasca di rilancio delle acque a pk 4+130 e trasporto del cumulo di materiale estratto) è stato riformulato con la seguente architettura:

sigla stazione	parametri misurati	metodi analitici	frequenza di misura	tempistica restituzione dati (da termine campagna misura)	formato restituzione dati (*)
PM-FISSO	PM10	UNI EN 12341	giornaliera (media su 24 ore)	7 gg	rapporto di prova cartaceo o .pdf
PM-FISSO	IPA (benzo(a)pirene su PM10	UNI EN 15549:2008	giornaliera (media su 24 ore)	9 gg	rapporto di prova cartaceo o .pdf
	metalli (Pb, Cd, As, Ni) su PM10	UNI EN 14902:2005	giornaliera (media su 24 ore)	9 gg	

(\*) oltre al formato indicato i dati sono forniti anche in formato elettronico per ottemperare alle esigenze operative di una gestione complessiva di monitoraggio per le diverse componenti ambientali e temporali (vedere cap. 4)

**Tabella 40 – Sistema di monitoraggio qualità dell’aria**

La localizzazione dei siti di monitoraggio per la qualità dell’aria nella fase in esame è riportata nella figura seguente.



**Figura 19 – Localizzazione dei siti di monitoraggio per la qualità dell’aria (Fase 3B)**

Le soglie di riferimento per la componente in esame sono le medesime delle fasi precedenti.

**3.10.16 Monitoraggio dall’amianto aerodisperso – Fase 3B**

Con riferimento alla fase e alla componente in esame, il monitoraggio realizzato in situazione ordinaria è riportato nel seguente schema.

sigla stazione	parametri misurati	metodi analitici	frequenza di misura	tempistica restituzione dati (da termine campagna misura)	formato di restituzione dati (*)
postazione ASB-1	fibres di amianto aerodisperso	DM 6/9/94 GU nr 288 10/12/1994 All. 2B	3 gg ogni 7 gg (1° giorno 24 h e poi 8h)	48 ore	rapporto di prova cartaceo o .pdf

(\*) oltre al formato indicato i dati sono forniti anche in formato elettronico per ottemperare alle esigenze operative di una gestione complessiva di monitoraggio per le diverse componenti ambientali e temporali (vedere cap.4).

**Tabella 41 – Sistema di monitoraggio dell’amianto aerodisperso**

L'ubicazione delle due postazioni di prelievo e i valori limite per la componente in esame sono le medesime già esposte analizzando le due fasi precedenti.

### 3.10.17 *Rumore – Fase 3B*

Il monitoraggio della matrice ambientale in esame è stato effettuato con identiche modalità delle fasi precedenti.

### 3.10.18 *Vibrazioni – Fase 3B*

L'esplosivo è stato utilizzato esclusivamente per la realizzazione della nicchia della vasca di rilancio acque; ma data la notevole distanza dall'imbocco (pk 4+130) non si è ritenuto necessario procedere al monitoraggio vibrazionale del viadotto.

### 3.10.19 *Qualità dell'acqua - Fase 3B*

Si riportano di seguito i dettagli del monitoraggio delle acque di galleria.

sigla stazione	parametri misurati	metodi analitici	frequenza di misura	tempistica restituzione dati (da termine campagna misura)	formato di restituzione dati (*)
ACQ-SCA	vedi tabella 2.13	vedi tabella 2.13	quindicinale	10gg	rapporti di prova in formato cartaceo o .pdf
ACQ-GAL-ASB	asbesto	(Procedura interna laboratorio SOP/A003 rev.1)	quindicinale	72 ore	rapporti di prova in formato cartaceo o .pdf

(\*) oltre al formato indicato i dati sono forniti anche in formato elettronico per ottemperare alle esigenze operative di una gestione complessiva di monitoraggio per le diverse componenti ambientali e temporali (vedere cap. 4).

**Tabella 42 – Attività di monitoraggio delle acque di scarico**

Per la definizione delle analisi chimiche, dello schema decisionale e delle relative azioni intraprese in funzione dei dati analitici ottenuti, si rimanda a quanto esposto per le fasi precedenti.

### 3.10.20 *Protezione suolo e sottosuolo – Fase 3B*

Con riferimento alla fase in esame è stato previsto un unico cumulo di materiale da caratterizzare, il quale è stato stoccato provvisoriamente in attesa delle analisi nelle piazzole già utilizzate durante la precedente attività di scavo con TBM.

Le attività di controllo e le soglie considerate sono state le medesime già esposte per le precedenti fasi di lavoro.

### 3.10.21 *Radiazioni ionizzanti – Fase 3B*

Con riferimento alla fase in esame, si espongono di seguito le attività di monitoraggio effettuate all'esterno e all'interno del cunicolo.

Sigla stazione	Parametri misurati	Metodi analitici	Frequenza/luogo di misura	Tempistica e formato di restituzione dati
RAD-SMA	Gamma	Misura con sonda a scintillazione	Giornaliera sul cumulo di smarino in fase di riempimento	Giornaliera in formato elettronico (.pdf o .xls). Validazione dati mensile con Report Misure
RAD-PTS	Alfa, beta	Misure di radioattività alfa-beta gamma su filtri contenenti PTS campionate con pompe ad alto volume	Campionamento continuo con flusso di circa 6 l/min. Prelievo del filtro per misure alfa/beta con periodicità settimanale	Rapporti in formato elettronico (.pdf) entro 15 gg dalla data di prelievo
RAD-PTS	Gamma	Misure di radioattività alfa-beta gamma su pacchetto mensile di filtri contenenti PTS mediante spettrometria gamma ad alta risoluzione (catena di rivelazione a HPGe)	Campionamento continuo con flusso di circa 6 l/min. Misure gamma con periodicità mensile.	Rapporti in formato elettronico (.pdf) entro 15 gg dalla data di prelievo
CAMP-RAD	Gamma	Misure su campioni di marino di circa 1 Kg mediante spettrometria gamma ad alta risoluzione con rivelatore a Ge iperpuro	Campionamento puntuale sul cumulo formato	Rapporti in formato elettronico (.pdf) entro 15 gg dalla misura

**Tabella 43 – Attività di monitoraggio effettuate all'esterno del cunicolo**

Sigla stazione	Parametri misurati	Metodi analitici	Frequenza/luogo di misura	Tempistica e formato di restituzione dati
RAD-SMA	Gamma	Misura con sonda a scintillazione	Misura giornaliera sul fronte di scavo	Giornaliera in formato elettronico (.pdf o .xls). Validazione dati mensile con Report Misure
CUN-RAD	Concentrazione Gas Radon	Misura in continuo con MIAM e Canary	Misura in continuo con sensore installato in galleria	Giornaliera in formato elettronico (.pdf o .xls). Validazione dati con Report Misure

**Tabella 44 – Attività di monitoraggio effettuate all'interno del cunicolo**

Nelle tabelle seguenti si riportano i limiti relativi ai monitoraggi in cunicolo e sui cumuli di smarino.

Parametro	Soglia A o limite di sorveglianza	Soglia AA o limite di attenzione	Soglia AAA o limite di intervento	Note
CUN-RAD Radon	200 Bq/m <sup>3</sup>	300 Bq/m <sup>3</sup>	400 Bq/m <sup>3</sup>	Delibera CIPE N. 15
RAD-SMA Gamma	0.25 µGy/h	0.5 µGy/h	1.0µGy/h	Fissato in base ai limiti di dose annuale per la popolazione
CAMP-RAD Gamma (concentrazione di radionuclidi gamma-emittenti, uranio/torio)	100 Bq/Kg	200 Bq/Kg	400 Bq/Kg	Nota ARPA Prot. n. 106866 del 22/12/2014

**Tabella 45 – Valori di soglia Fase 3B**

Per quanto riguarda i limiti da applicare al monitoraggio dell'attività Alfa, Beta e Gamma sulle PTS si è operato come esposto per la precedente Fase 2.

Anche la configurazione del sistema di rilevamento per la Fase 3B risulta sostanzialmente equivalente a quella della Fase 2, di cui si riporta un'immagine semplificativa.

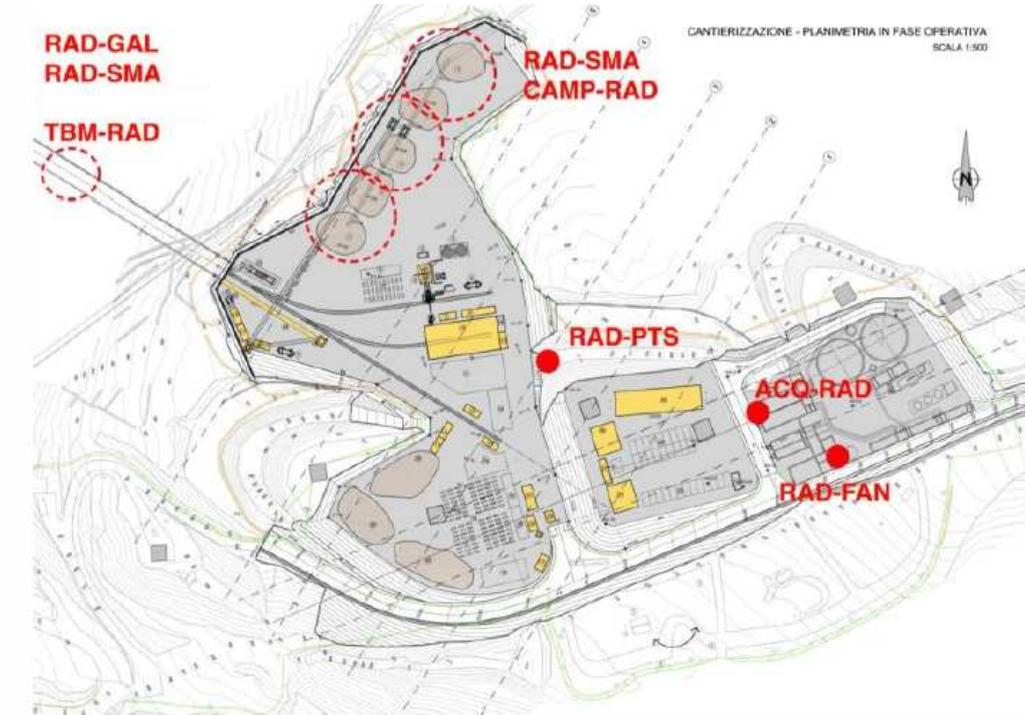


Figura 20 – Configurazione del sistema di rilevamento per la fase 3B

### Monitoraggio delle acque

Sono stati attivi in questa fase i monitoraggi della componente in oggetto relativi alle acque. Il monitoraggio è avvenuto sulle acque in ingresso all'impianto di depurazione (ACQ-RAD), che contengono le acque di venuta della galleria, e sui fanghi disidratati (RAD-FAN) prodotti dallo stesso impianto nel corso delle operazioni di depurazione, secondo le modalità esposte di seguito.

Sigla stazione	Parametri misurati	Metodi analitici	Frequenza/luogo di misura	Formato di restituzione dati
ACQ-RAD	Alfa/beta totale	Scintillazione liquida Tricarb	Bisettimanale	Rapporti in formato elettronico (.pdf) entro 10 gg dalla misura
RAD-FAN	Gamma	Misure su campioni di fanghi disidratati di circa 1 Kg mediante spettrometria gamma ad alta risoluzione con rivelatore a Ge iperpuro	Campionamento semestrale	Rapporti in formato elettronico (.pdf) entro 15 gg dalla misura

Tabella 46 – Monitoraggio delle acque di venuta e di trattamento e dei fanghi disidratati

I limiti o soglie di sorveglianza, attenzione e intervento sono le medesime esposte nelle fasi precedenti.

### **3.10.22**      *Qualità dell'aria – Fase 3A e 3C*

Per questa matrice ambientale non c'è stata differenza con la Fase 3B, in quanto la configurazione del monitoraggio è rimasta sostanzialmente invariata. Sono rimaste inoltre invariate le valutazioni Sorveglianza/Attenzione/Intervento valide per le precedenti fasi, così come la catena decisionale e di riferimento.

### **3.10.23**      *Monitoraggio dall'amianto aerodisperso – Fase 3A e 3C*

Per quanto concerne le fibre di amianto, non essendoci più scavo di materiale e trasporto dello stesso all'esterno del cunicolo e/o nel Sito di Deposito, tale monitoraggio non è stato più considerato significativo della reale pressione ambientale generata dal cantiere, ed è quindi stato eliminato.

È stata tuttavia mantenuta la possibilità di attivazione su richiesta della DL o Committente, in caso di anomalie nel monitoraggio esterno al cantiere e/o richieste da parte degli Enti di Controllo.

### **3.10.24**      *Rumore – Fase 3A e 3C*

Il monitoraggio nel corso delle Fasi 3A e 3C è stato effettuato con identiche modalità della Fase 3B.

### **3.10.25**      *Vibrazioni – Fase 3A e 3C*

Non essendo previste attività di scavo anche in questo caso non è stato ritenuto necessario procedere al monitoraggio vibrazionale del viadotto.

### **3.10.26**      *Qualità dell'acqua - Fase 3A e 3C*

Anche per questo ambito non vi sono state sostanziali modifiche rispetto a quanto descritto nella Fase 3B, né a livello di frequenze di prelievo, né a livello di tipologia di analisi. Tali attività hanno ricalcato quanto effettuato durante la Fase 2.

Il monitoraggio delle acque in uscita dal cunicolo ACQ-GAL-ASB non è stato effettuato, in quanto non essendo previste attività di scavo, tale analisi non è stata considerata significativa delle pressioni ambientali generate.

In figura si riporta l'ubicazione dei punti di prelievo delle acque.

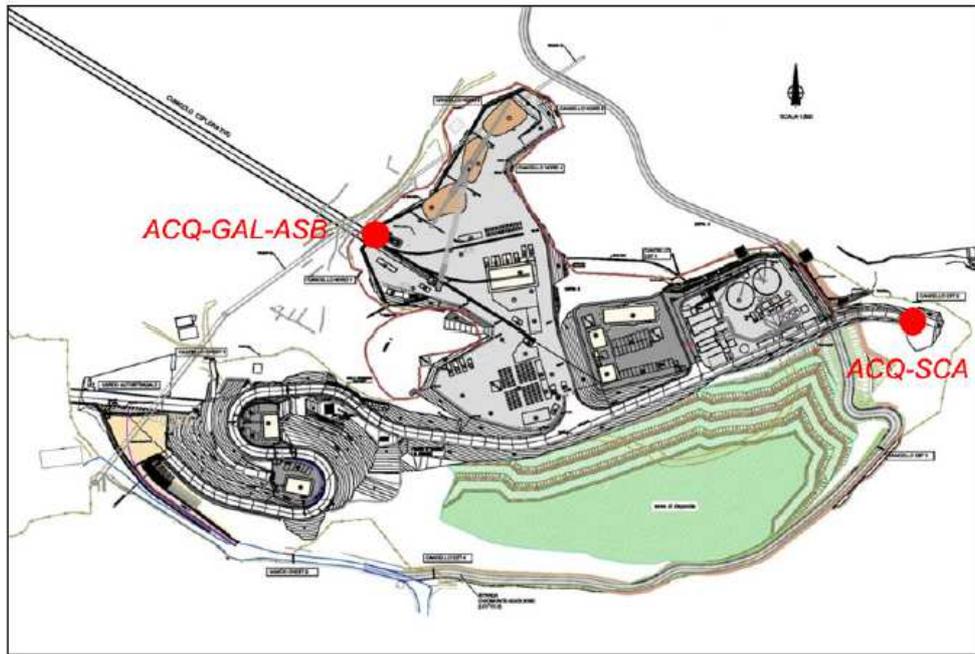


Figura 21 – Ubicazione dei punti di prelievo delle acque

### Controllo del parametro temperatura dell'acqua in scarico

In seguito all'A.U.A. rilasciata con determina 686-26213/2016 della Città Metropolitana di Torino e Provvedimento Autorizzativo Unico n. 411 del 29/09/2016 è stata richiesta dal Dirigente Risorse Idriche di definire una modalità di controllo del parametro temperatura al fine di garantire il rispetto del limite di legge. Il D. Lgs. 152/2006 prescrive che per il corso d'acqua ricettore dello scarico la variazione massima tra temperature medie di qualsiasi sezione del corso d'acqua a monte e a valle del punto di immissione non superi i 3 °C.

E' stata sviluppata a tale proposito una procedura che ha normato le operazioni da effettuare per la regolazione della temperatura allo scarico in funzione del rispetto del limite imposto dal suddetto Decreto.

#### 3.10.27 *Protezione suolo e sottosuolo – Fase 3A e 3C*

In relazione alle specifiche fasi in esame, non essendo state previste attività di scavo, per l'eventuale caratterizzazione delle terre e rocce da scavo si è fatto riferimento alle procedure e alle metodologie di valutazione delle fasi pregresse.

#### 3.10.28 *Radiazioni ionizzanti – Fase 3A e 3C*

Per la componente in oggetto, essendo assente lo scavo di materiale e trasporto dello stesso all'esterno del cunicolo e/o nel sito di Deposito, non sono state effettuate attività di monitoraggio all'esterno del cunicolo.

Le attività di monitoraggio che hanno riguardato l'interno del cunicolo sono state le seguenti.

Sigla stazione	Parametri misurati	Metodi analitici	Frequenza/luogo di misura	Tempistica e formato di restituzione dati
CUN-RAD	Concentrazione Gas Radon	Misura in continuo con sensore installato in galleria	Misura in continuo con sensore. E misure puntuali tramite Canary.	Giornaliera in formato elettronico (.pdf o .xls). Validazione dati mensile con Report Misure

**Tabella 47 – Attività di monitoraggio all'interno del cunicolo**

Per i limiti di riferimento applicati si rimanda alla tabella già esposta per la precedente Fase 3B.

Il monitoraggio delle Alfa, Beta e Gamma sulle PTS, non essendo previste attività di scavo, non è stato eseguito.

### Monitoraggio delle acque

Come già descritto nella precedente Fase 3B, il monitoraggio è avvenuto sulle acque in ingresso all'impianto di depurazione (ACQ-RAD) che contengono le acque di venuta della galleria, e sui fanghi disidratati (RAD-FAN) prodotti dallo stesso impianto nel corso delle operazioni di depurazione.

Si riportano dunque le tabelle delle analisi e dei limiti applicati per la fase in esame.

Sigla stazione	Parametri misurati	Metodi analitici	Frequenza/luogo di misura	Formato di restituzione dati
ACQ-RAD	Alfa/beta totale	Scintillazione liquida Tricarb	Mensile	Rapporti in formato elettronico (.pdf) entro 10 gg dalla misura
RAD-FAN	Gamma	Misure su campioni di fanghi disidratati di circa 1 Kg mediante spettrometria gamma ad alta risoluzione con rivelatore a Ge iperpuro	Campionamento semestrale	Rapporti in formato elettronico (.pdf) entro 15 gg dalla misura

**Tabella 48 – Monitoraggio delle acque di venuta e di trattamento dei fanghi disidratati**

Parametro	Soglia a o limite di sorveglianza (Bq/lt)	Soglia AA o limite di attenzione (Bq/lt)	Soglia AAA o limite di intervento (Bq/lt)	Note
Alfa totale	0,25	0,5	5	(*)
Beta totale	0,5	1	10	(*)

(\*) Il limite di intervento si riferisce essenzialmente al limite di smaltimento all'esterno del cantiere o di immagazzinamento all'interno del cantiere stesso (art. 30, D.Lgs. 230/95 e s.m.i.). Se sarà necessario verrà avanzata richiesta di autorizzazione per smaltimenti o immagazzinamenti di fanghi con attività di maggiore concentrazione (art. 33, D.Lgs. 230/95 e s.m.i.).

**Tabella 49 – Valori di soglia per la concentrazione alfa/beta totale nelle acque**

### 3.10.29 Configurazione del monitoraggio durante la Fase 4

A seguito della conclusione delle attività produttive; le attività di monitoraggio sono state nuovamente rimodulate tenendo conto delle effettive pressioni ambientali generate, in coerenza

con quanto effettuato per la Fase 3 e secondo le modalità condivise tra TELT ed Arpa Piemonte nel corso del tavolo tecnico del 22/02/2018.

Poiché in questa fase sono state previste solamente le attività di smobilizzo cantiere, oltre a quelle di manutenzione ordinaria della galleria e degli impianti fino al termine del mese di maggio 2018, sono venute meno parte delle pressioni ambientali precedentemente monitorate.

La configurazione dei monitoraggi realizzati in tale fase, sinteticamente illustrata nella tabella che segue, è da intendersi come un prolungamento di quanto riportato nella precedente Fase 3C, con la sola sospensione delle attività di monitoraggio della qualità dell'aria nella postazione PM-FISSO.

Le attività di monitoraggio sono state effettuate con le medesime modalità e soglie limite precedentemente stabilite, e in generale seguendo gli schemi decisionali/gestionali già esposti.

COMPONENTE	INDICATORE	STAZIONI	FASE 4	
			Frequenza	Restituzione Dati
Rumore	Impatto Rumore Cantiere	RUM-CF	Continuo	48 h
Radioattività	Monitoraggio Radon	CUN-RAD	Continuo	Trimestrale
	Misura Radionuclidi su fanghi impianto depurazione	RAD-FAN	Semestrale	Semestrale
Acque	Analisi acque di scarico impianto depurazione	ACQ-SCA	15 giorni	Bisettimanale
	Analisi alfa e beta su acque ingresso impianto	ACQ-RAD	Mensile	Mensile

Tabella 50 – Tabella semplificata dei parametri ambientali monitorati durante la Fase 4

### 3.11 Il sistema mitigativo

#### 3.11.1 Modalità applicative in relazione al Sistema di Gestione Ambientale

In funzione della categoria/sottocategoria di attività esercitata, le azioni mitigative previste, sono distinte in due categorie principali:

- azioni proattive, quando riferite alla fase di pianificazione del monitoraggio;
- azioni reattive, se individuate e poi applicate in fase di realizzazione del monitoraggio, a seguito dell'analisi dei dati campionati per i diversi parametri e dal confronto con le diverse soglie fissate.

#### 3.11.2 Misure adottate

Le principali misure, descritte nelle singole componenti cui si riferiscono, fanno riferimento ai seguenti interventi:

- Bagnatura viabilità di cantiere;
- Uso di cannoni a bassa pressione per l'area di stoccaggio temporaneo degli inerti;
- Cofanatura del nastro trasportatore;
- Impianto lavar ruote;
- Impermeabilizzazione di tutte le superfici di cantiere;
- Barriere acustiche per gli impianti presenti all'imbocco del cantiere;
- Impianto di trattamento delle acque.

#### **4. L'evoluzione delle componenti ambientali nelle fasi successive allo scavo del cunicolo esplorativo**

Nel presente paragrafo è presentata un'analisi per le principali componenti potenzialmente interessate dalla realizzazione del Cunicolo Esplorativo de La Maddalena che è strutturata sulla base del seguente schema metodologico:

- Richiamo al quadro di compatibilità in fase di scavo (attività svolte tra il gennaio 2013 e il febbraio 2017) già acclarato nel parere 2471 del 21 luglio 2017 della CTVA. Con riferimento al suddetto parere, si evidenzia che per tutte le componenti è stato comunque condiviso che la prosecuzione dello scavo del cunicolo sino alla pK 7+592 non avrebbe implementato il quadro conoscitivo delle interazioni opera componente;
- Analisi delle misure mitigative che anche nel periodo di post scavo 2017-2018 si sono mantenute attive. Alcune mitigazioni, come ad esempio l'uso di nastri trasportatori coperti, erano specifiche, per ovvi motivi, della fase di scavo;
- Illustrazione degli esiti del monitoraggio ambientale tendenzialmente fatta dividendo i risultati del corso d'opera nella fase di scavo (anni 2013-2016) e post scavo (2017-2018).
- Illustrazione del quadro di confronto tra la fase di scavo e quella di post scavo con l'obiettivo di capire se eventuali impatti verificati nella fase di scavo abbiano carattere reversibile.

##### **4.1 Atmosfera**

Nel presente paragrafo saranno analizzate le tematiche relative all'atmosfera, con particolare riferimento al particolato, rimandando la trattazione relativa alle eventuali conseguenze di intercettazione di materiali pericolosi, quali l'amianto, al capitolo specifico.

##### ***4.1.1 Sintesi del quadro di compatibilità dello scavo rispetto a quanto già acclarato nel parere 2471 del 21 luglio 2017 della CTVA***

Il parere 2471 del 21 luglio 2017 della CTVA riporta che, in fase di scavo (ovvero tra il gennaio 2013 e il febbraio 2017), l'effetto connesso alla produzione delle polveri è rimasto circoscritto all'ambito della conca nella quale è stato installato il cantiere. Le centraline esterne al cantiere, infatti, hanno mostrato livelli di concentrazioni sostanzialmente non modificati rispetto alla condizione preesistente ai lavori evidenziando, a partire dal 2013, valori assolutamente omogenei tra le diverse centraline.

Le centraline interne al cantiere hanno evidenziato invece una concentrazione lievemente più elevata rispetto all'esterno (di circa  $3 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ), associabile all'effetto delle lavorazioni del cantiere ma non direttamente correlabile alla produttività del cantiere stesso. La minimizzazione del contributo è sicuramente riconducibile all'efficacia degli interventi mitigativi attuati riferibili essenzialmente alla bagnatura delle viabilità, piazzali di cantiere e cumuli di materiale estratto.

Il parere in oggetto esplicita infine che per questa componente ambientale sono state ampiamente rispettate le previsioni di basso livello di impatto, di carattere reversibile, fatte nello Studio di Impatto Ambientale.

#### **4.1.2 Le misure mitigative adottate**

Le misure mitigative adottate nella fase di post scavo sono risultate strettamente correlate alle attività previste nel 2017-2018. Si segnala in particolare:

- L'impermeabilizzazione dei piazzali e della viabilità utilizzata. Questo elemento di fatto non rappresenta un intervento di mitigazione specifico ma un assetto progettuale che assume una valenza in termini di minimizzazione della diffusione delle polveri;
- Impianto automatico di bagnatura della viabilità da attivarsi all'occorrenza.

Di fatto non sono stati attivati gli interventi specifici legati agli impatti generati dalla movimentazione del marino come ad esempio il cannone a bassa pressione.

#### **4.1.3 Gli esiti del monitoraggio ambientale**

Con riferimento agli esiti del monitoraggio ambientale, a sintesi dei risultati ottenuti, in Figura 23 è riportato il grafico relativo alle concentrazioni di PM<sub>10</sub> delle stazioni oggetto di monitoraggio esterno e le produzioni mensili del Cantiere (fase di scavo), con evidenza del periodo di interruzione della fase di scavo (fase post scavo anni 2017-2018).

Di seguito di riporta l'elenco delle stazioni oggetto di monitoraggio e la relativa ubicazione sul territorio:

##### **A3 – Comune di SUSA**

A3.1b – Scuole Medie

##### **A5 – Comuni di CHIOMONTE - GRAVERE**

A5.1b – Scuole elementari

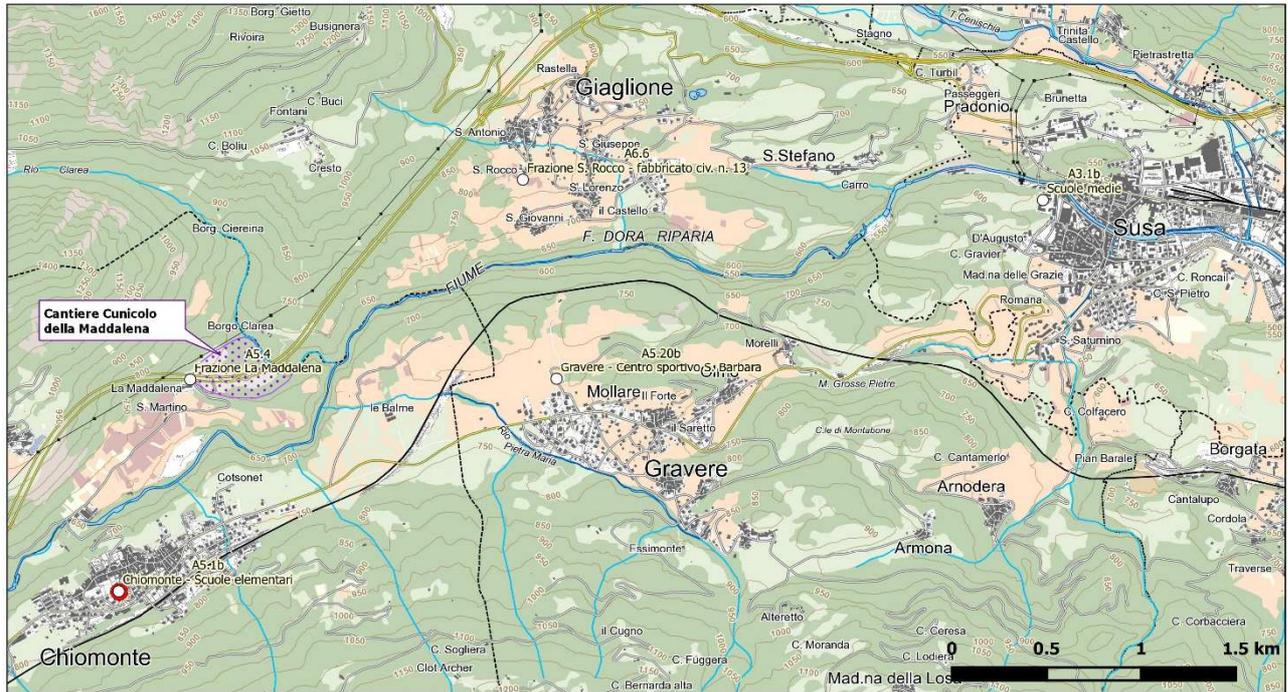
A5.4 – Frazione La Maddalena (considerata come centralina di cantiere in ragione della estrema vicinanza allo stesso come acclarato da ARPA Piemonte)

A5.20b – Graverè – Centro Sportivo S. Barbara

##### **A6 – Comune di GIAGLIONE**

A6.6 – Frazione San Rocco

## Punti monitoraggio atmosfera



### Punti monitoraggio LTF - Staz. di sorveglianza

- Polveri
- ▨ Cantiere La Maddalena

### Punti monitoraggio ARPA

- Qualità aria, Polveri

Figura 22 - Planimetria stazioni di monitoraggio Atmosfera (Fonte ARPA Piemonte)

Nella lettura del grafico occorre segnalare che nella stazione A5.4. non sono applicabili i limiti normativi del D. Lgs 155/2010 in quanto, come per altro ribadito da ARPA Piemonte, essendo nelle immediate vicinanze del cantiere, i valori ivi misurati sono riconducibili ad un particolare microambiente e non possono quindi essere rappresentativi dell'esposizione della popolazione. Nel grafico sono rappresentate le medie mensili di PM10 per necessità di correlazione dei dati di monitoraggio con le produzioni mensili della fase di scavo, in particolare della galleria geognostica.

Si ricorda che dal punto di vista normativo si assume:

- Valore Limite (VL) annuale per la protezione della salute umana di  $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ;
- Valore Limite (VL) giornaliero per la protezione della salute umana di  $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$  da non superare più di 35 volte/anno

PM<sub>10</sub> - Confronto tra concentrazioni medie mensili [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ] e i livelli di produttività del cantiere Cunicolo Esplorativo "La Maddalena"-  
Anni 2013 - 2018

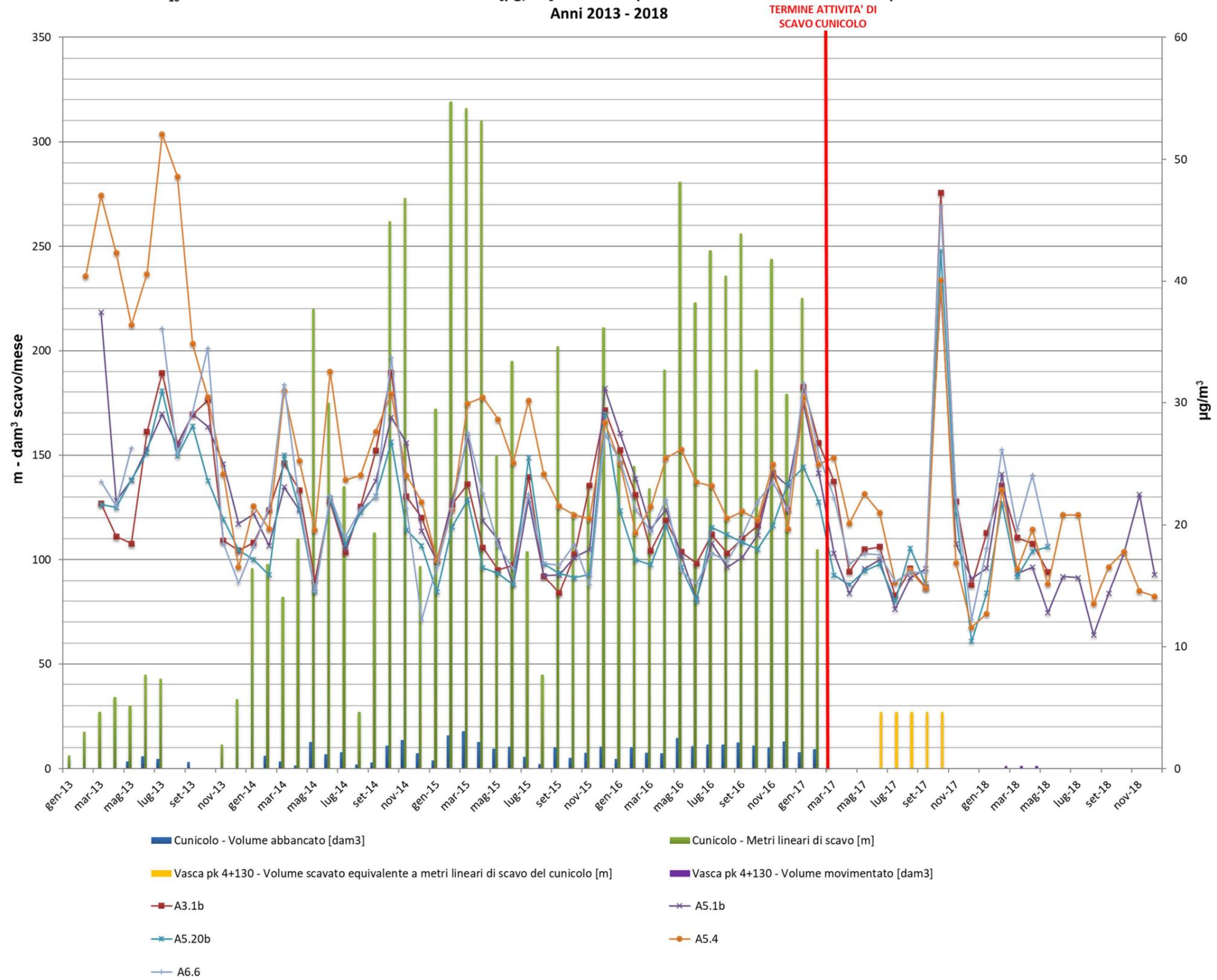


Figura 23 – Anni 2013-2018 – PM<sub>10</sub> – Postazioni di monitoraggio esterne al cantiere

Dal grafico sopra riportato si evince, con riferimento sia alla fase di scavo, sia alla fase di post scavo (nel corso della quale vi è stata una, seppur minima, attività di scavo della vasca alla pk 4+130 e successiva movimentazione del materiale scavato) che non sussistono relazioni dirette tra le concentrazioni di  $PM_{10}$  e le produzioni del cantiere, intese come m lineari di galleria scavata o come volume di materiale movimentato, e che le fluttuazioni dei valori di concentrazione registrati sia all'interno sia all'esterno del cantiere rientrano nella variabilità naturale del parametro o sono ascrivibili a fenomeni estranei all'attività di cantiere (al riguardo, per chiarezza, si evidenzia che i picchi riscontrati nell'ottobre 2017 sono da attribuire ai vasti e duraturi incendi che proprio in quel periodo hanno colpito la valle). L'unico anno in cui si sono mostrati valori più elevati in corrispondenza della stazione A5.4 (alla quale però non sono applicabili i limiti normativi del D. Lgs 155/2010 come evidenziato da ARPA Piemonte) è il 2013 in cui l'assetto del cantiere non aveva ancora assunto la sua configurazione definitiva. Con riferimento alla fase di post scavo si evidenzia come tendenzialmente l'andamento della concentrazione di  $PM_{10}$  registrato nella stazione A5.4 (quella prossima al cantiere) sia ben correlato con quello misurato nelle altre stazioni fuori dall'area di pertinenza del cantiere (Susa, Chiomonte, Gravere, Giaglione) e che il delta di concentrazione di  $PM_{10}$  riscontrato nella fase di scavo di fatto si annulli nel biennio 2017-2018 per la sostanziale assenza di produzione di polveri legata all'attività di cantiere (si veda Figura 25).

#### ***4.1.4 Quadro di confronto tra la fase di scavo e di post scavo***

I dati di monitoraggio ambientale acquisiti nel corso degli anni di scavo, hanno evidenziato un aumento moderato delle concentrazioni di  $PM_{10}$  nelle stazioni del museo archeologico della Maddalena, (A5.4) e nella stazione di misura prevista dal Piano di Gestione Ambientale. Per quanto concerne invece tutte le stazioni di monitoraggio esterno (A3.1b, A5.1b, A5.20b, A6.6), si evidenzia come queste non abbiano registrato alcun incremento delle concentrazioni di  $PM_{10}$  nel corso degli anni di scavo e come abbiano mostrato invece andamenti ben correlati con le stazioni di riferimento ARPA (Susa Piazza della Repubblica e laboratorio mobile in stazione di Chiomonte per misure in parallelo). Nelle valutazioni che seguono si confrontano i dati della fase di scavo con quella di post scavo facendo una valutazione su base annua.

Nella tabella e nel grafico seguenti sono riportati i dati medi annuali relativi agli anni 2013, 2014, 2015, 2016, 2017 e 2018 e quelli relativi all'intero arco temporale della fase di scavo (2013-2016) e all'intero arco temporale della fase di post-scavo (2017-2018).

La media dei dati giornalieri di concentrazione di polveri misurate nelle due centraline afferenti al cantiere (A5.4 e stazione di misura prevista dal Piano di Gestione Ambientale), nell'arco temporale 2013-2016 è pari a  $25 \mu\text{g}/\text{m}^3$ . La media delle concentrazioni misurate nello stesso arco temporale in tutte le centraline esterne è pari a  $21,4 \mu\text{g}/\text{m}^3$ .

Con riferimento al biennio 2017-2018 invece, la media dei dati giornalieri di concentrazione di polveri misurate nelle due centraline afferenti al cantiere è pari a  $19,7 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , contro i  $20,5 \mu\text{g}/\text{m}^3$  misurati all'esterno.

Fase di progetto	Anno	Concentrazione media di PM <sub>10</sub> all'interno del cantiere (A5.4 e punto di misura del Piano di Gestione Ambientale)	Concentrazione media di PM <sub>10</sub> nelle centraline esterne al cantiere				
			A3.1b	A5.1b	A5.20	A6.6	Tutte le centraline esterne
Corso d'Opera - fase di scavo Cunicolo	2013	32,0	25,0	27,0	24,7	26,0	26,1
	2014	22,8	22,2	21,6	20,3	21,8	21,5
	2015	23,1	19,8	20,2	18,6	20,0	19,6
	2016	22,9	20,2	20,3	18,7	20,0	19,8
	<b>2013-2016</b>	<b>25,0</b>	<b>21,5</b>	<b>21,8</b>	<b>20,1</b>	<b>21,4</b>	<b>21,4</b>
Corso d'Opera - termine scavo Cunicolo	2017	20,1	22,0	19,9	19,3	21,7	20,8
	2018	18,4	19,7	18,2	17,3	21,9	19,8
	<b>2017-2018</b>	<b>19,7</b>	<b>21,4</b>	<b>19,5</b>	<b>18,8</b>	<b>21,7</b>	<b>20,5</b>

Tabella 51 – Valori di concentrazione di PM<sub>10</sub> misurati nelle centraline interne ed esterne al cantiere in fase di scavo (2013-2016) e post scavo (2017-2018). Per il 2018 i valori sono calcolati, per omogeneità tra interno ed esterno cantiere, sino a maggio 2018 (dopo tale termine sono state monitorate le sole centraline A5.4 e A5.1b).

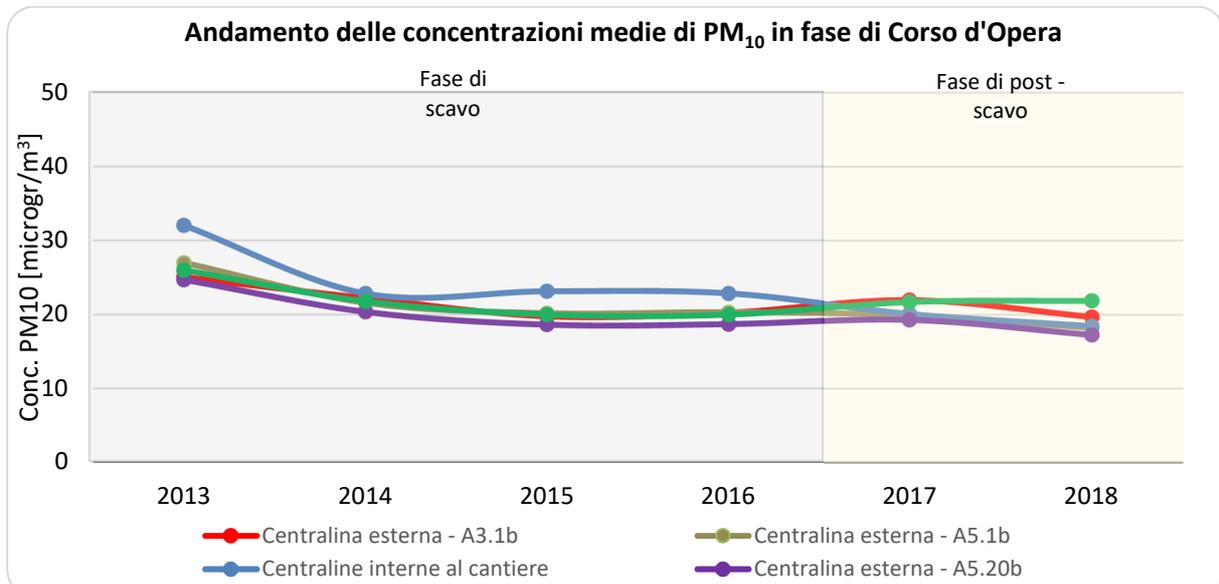


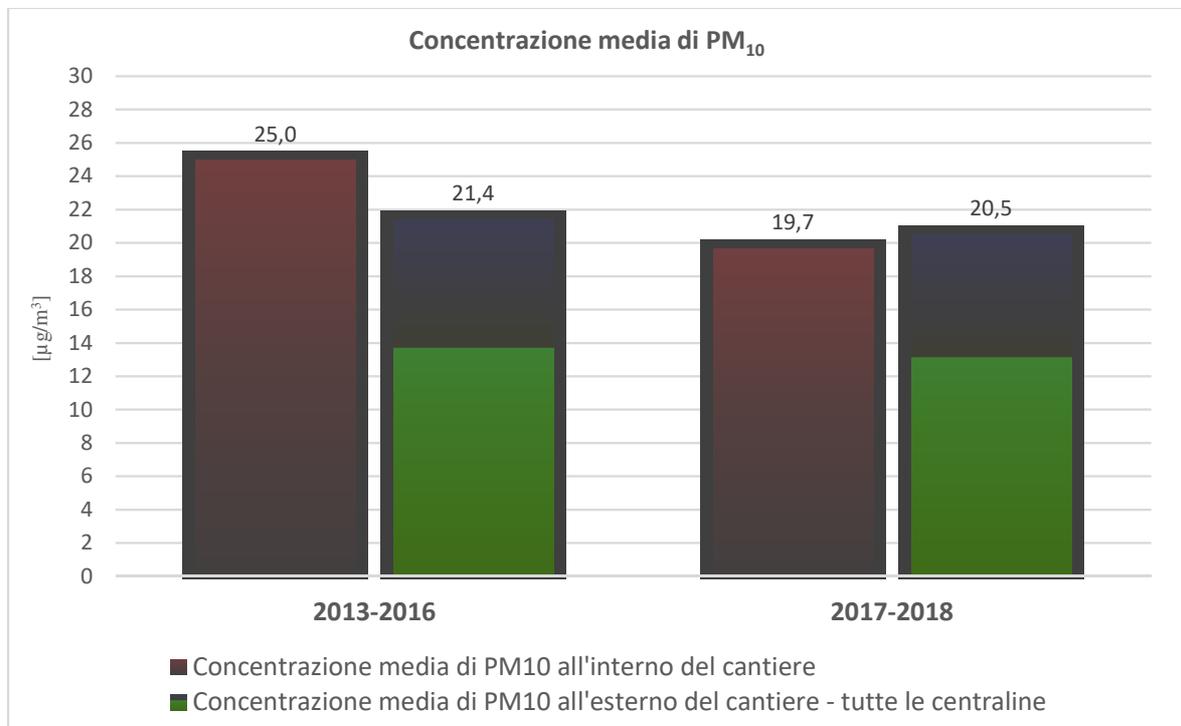
Figura 24 – Valori di concentrazioni di PM<sub>10</sub> nelle postazioni di monitoraggio suddivisi tra la fase di scavo e quella di post scavo

Dai dati riportati in tabella e dal grafico si può notare che le centraline esterne, a partire dal 2013, presentano una situazione uniforme tra loro. Le centraline afferenti al cantiere (A5.4 e centralina prevista nell'ambito del Piano di Gestione Ambientale) presentano una concentrazione media di PM<sub>10</sub> lievemente più elevata rispetto a queste, con un incremento dell'ordine di 3 µg/m<sup>3</sup> che può essere correlato alle lavorazioni del cantiere durante la fase di scavo. Ne consegue che, all'interno e al perimetro del cantiere, si può assumere un aumento di circa 3 µg/m<sup>3</sup> della concentrazione media di PM<sub>10</sub> per effetto delle attività di cantiere stesse.

Tale incremento di concentrazione non è riscontrabile nelle stazioni di misura esterne, dove infatti i valori risultano abbastanza omogenei negli anni sia nella fase di scavo che di quella di post scavo.

Analizzando invece i dati relativi al biennio 2017-2018 si rileva un andamento delle concentrazioni di PM<sub>10</sub> all'interno del cantiere in linea con quanto misurato all'esterno, addirittura con i valori medi più alti riferiti alle centraline di monitoraggio esterno. Quanto appena evidenziato conferma, per la fase di post scavo, condizioni di qualità dell'aria non influenzate dalle attività di cantiere.

Nel confrontare la fase di scavo con quella di post scavo, come desumibile dal grafico seguente, emerge che, se nella fase di scavo l'incremento medio attribuibile all'attività di cantiere (rispetto alle centraline esterne) era stimabile nell'ordine di 3 µg/m<sup>3</sup>, tale incremento risulta annullato considerando gli anni 2017-2018.



**Figura 25 – Confronto tra i valori di concentrazione media [µg/m<sup>3</sup>] di PM<sub>10</sub> all'interno e all'esterno del cantiere**

I valori riportati nel grafico evidenziano che:

- Negli anni 2013-2016 (periodo di scavo) la concentrazione media di PM<sub>10</sub> delle centraline all'interno del cantiere è stata di 25 µg/m<sup>3</sup>;
- Nello stesso periodo di riferimento le centraline esterne al cantiere si sono attestate su una concentrazione di 21,4 µg/m<sup>3</sup>;
- Negli anni 2017-2018 (periodo posto scavo) la concentrazione media di PM<sub>10</sub> delle centraline all'interno del cantiere è stata di 19,7 µg/m<sup>3</sup>;
- Nello stesso periodo di riferimento le centraline esterne al cantiere si sono attestate su una concentrazione di 20,5 µg/m<sup>3</sup>.

Si evince quindi che gli effetti incrementali di PM<sub>10</sub> derivanti dalla movimentazione del marino sono completamente rientrati, nelle fasi di post scavo, con un riallineamento evidente dei valori nell'area afferente al cantiere ai livelli delle centraline esterne.

L'analisi dei dati sopra riportati, correlati alle fasi di cantiere di riferimento, confermano che l'impatto legato alla presenza di polveri sottili PM<sub>10</sub> è un impatto, indipendentemente dalla magnitudo, di natura reversibile.

## 4.2 Ambiente idrico superficiale

### ***4.2.1 Sintesi del quadro di compatibilità dello scavo rispetto a quanto già acclarato nel parere 2471 del 21 luglio 2017 della CTVIA***

Il parere 2471 del 21 luglio 2017 della CTVIA chiarisce che, a valle degli esiti del monitoraggio, è possibile affermare che l'opera è stata realizzata nel pieno rispetto degli obiettivi di qualità della componente anche in relazione alla presenza dell'impianto di depurazione previsto in progetto la cui corretta funzionalità è stata sempre monitorata senza evidenziare nessuna problematica.

Nei casi in cui sulla Dora Riparia si sono verificati scostamenti rispetto ai valori rappresentativi della situazione Ante Operam, questi hanno assunto valori più marcati nella sezione a monte dell'area di cantiere rispetto a quelli registrati a valle, evidenza che esclude la correlabilità dell'anomalia con le attività di cantiere. Per quanto attiene il Torrente Clarea (monitorato solo a partire dal mese di ottobre 2013 per indagare sulle condizioni idriche ambientali a seguito di una moria di pesci segnalata nei pressi dell'area di cantiere) le concentrazioni parametriche rilevate non hanno mai mostrato alterazioni per quanto riguarda le analisi biotossicologiche e i parametri in situ.

Più in generale si evidenzia la coerenza dei risultati del monitoraggio con i dati di Ante Operam e l'assenza di fibre di amianto in acqua.

Dal punto di vista idraulico si evidenzia, in coerenza con il quadro previsionale dello SIA, l'assenza di qualsiasi interferenza di natura idraulica e, in particolare, l'assenza di problematiche connesse al sottoattraversamento del Torrente Clarea nel tratto iniziale del cunicolo.

### ***4.2.2 Le misure mitigative adottate***

Lo schema di gestione delle acque superficiali e i presidi mitigativi, con particolare riferimento all'impianto di depurazione, sono rimasti immutati rispetto alla fase di scavo.

### ***4.2.3 Gli esiti del monitoraggio ambientale***

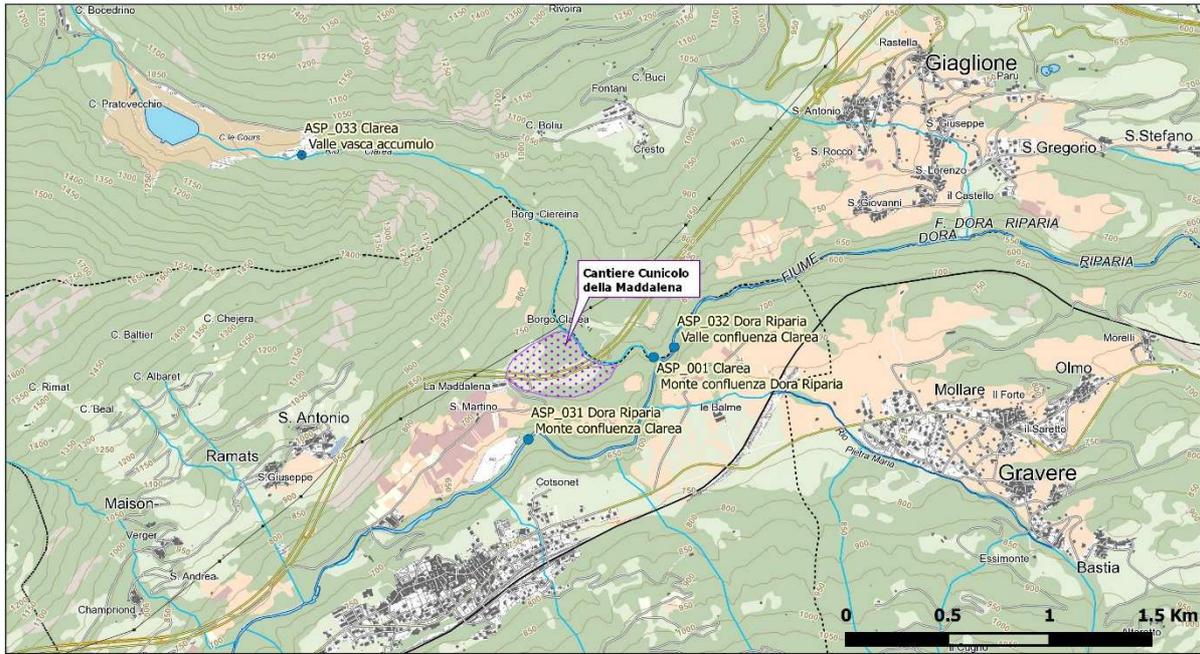
Di seguito l'elenco delle stazioni oggetto di monitoraggio e la relativa ubicazione sul territorio:

- **A5 – Comune di CHIOMONTE:**
  - ASP-001 – Clarea, monte confluenza Dora Riparia
  - ASP-033 – Clarea, valle vasca accumulo Pont Ventoux
  - ASP-031 – Dora Riparia, valle discarica Colombera

ASP-032 - Dora Riparia, valle confluenza Clarea

I punti sono localizzati in maniera tale da monitorare, per i due corpi idrici, il monte e il valle del cantiere in relazione all'ubicazione (Torrente Clarea) e allo scarico delle acque del depuratore che avviene sulla Dora Riparia.

**Punti monitoraggio acque superficiali**



**Punti monitoraggio LTF**

- Parametri biologici, chimici, in situ e tossicologici - Stazioni di sorveglianza
- Parametri biologici, chimici, in situ e tossicologici - Altre stazioni

■ Cantiere La Maddalena

**Figura 26 - Planimetria stazioni di monitoraggio acque superficiali (Fonte ARPA Piemonte)**

Gli esiti del monitoraggio interno al cantiere, effettuato sulla base del Piano di Gestione Ambientale che prevedeva il monitoraggio delle acque provenienti dalla galleria e delle acque di scarico dell'impianto di depurazione, non hanno evidenziato problematiche di nessun tipo.

In particolare, con riferimento alle acque di scarico dell'impianto di depurazione, i parametri misurati non hanno mai superato i valori limite del D. Lgs 152/06 Parte III – All. 5 Tab. 3 (con riferimento ai valori limiti di emissione in acque superficiali). Parimenti, per le acque di galleria, non sono mai state rinvenute fibre di amianto.

Per quanto attiene il monitoraggio ambientale, su Torrente Clarea e Dora Riparia, a livello generale, per tutti gli anni di corso d'opera dal 2013 al 2016, lo stato di qualità ambientale dei corsi d'acqua, valutati dal punto di vista fisico-chimico e microbiologico, non ha evidenziato particolari scostamenti da quella che era stata la caratterizzazione iniziale in fase di Ante-Operam. Su tutti gli anni di monitoraggio, infatti, i rilievi si mantengono nei range prefissati, non mostrando sostanziali alterazioni.

Sul Fiume Dora Riparia si è rilevato negli anni dal 2013 al 2016 che gli scostamenti di alcuni parametri dalle soglie di riferimento, si sono verificati sia a monte che a valle dell'area di cantiere e quindi non sono attribuibili ai lavori del Cunicolo Esplorativo. Tali anomalie sono

presumibilmente riconducibili a malfunzionamenti del depuratore ad uso civile localizzato a monte della confluenza con il Clarea, il cui ambito di operatività è completamente estraneo alle responsabilità di TELT.

Anche le misure eseguite nell'anno 2017 e 2018 non hanno, in generale, evidenziato alcuna anomalia, rientrando nei range osservati nella fase di Ante Operam e nei limiti delle soglie fissate dall'Ente di Controllo. Risultano inoltre del tutto in linea con gli indici dei valori sito specifici ricavati dalla serie storica rappresentativa della situazione di Ante Operam.

Quanto sopra riconferma quanto registrato negli anni di scavo, determinando la sostanziale assenza di particolari trend sia positivi sia negativi sulla qualità dei corpi idrici monitorati.

**4.2.4 Quadro di confronto tra la fase di scavo e di post scavo**

Atteso che, come detto nel paragrafo precedente, i valori dei parametri chimico fisici dei corpi monitorati non fanno emergere situazioni di particolare variabilità tra la fase di scavo e quella di post scavo, e che la reversibilità di eventuali impatti è già stata acclarata nelle valutazioni di cui al parere 2471 del 21 luglio 2017 della CTVIA, di seguito si riporta una tabella di sintesi in cui sono confrontati i risultati dei monitoraggi della fase di scavo e post scavo sul Macrobenthos e Escherichia Coli.

		Codice Stazione	Range Totale US	Macrobenthos Indice faunistico		Escherichia Coli (UFC/100 ml)	
				Valori tipo - specifici	Range	Valori tipo - specifici	Valori rilevati
FASE DI SCAVO	2013	ASP_033 (Clarea - monte)	12 ÷ 14	9 ÷ 10	9	0 ÷ 576	1
		ASP_001 (Clarea - valle)	10 ÷ 12		8 ÷ 9/8		1
		ASP_031 (Dora Riparia - monte)	8 ÷ 12	8 ÷ 9	8 ÷ 9/8		1300 ÷ 34000
		ASP_032 (Dora Riparia - valle)	10 ÷ 13		8/9 ÷ 9		1300 ÷ 5200
	2014	ASP_033 (Clarea - monte)	-	9 ÷ 10	-		-
		ASP_001 (Clarea - valle)	-		-		-
		ASP_031 (Dora Riparia - monte)	11 ÷ 14	8 ÷ 9	9/8 ÷ 8		2500 ÷ 12000
		ASP_032 (Dora Riparia - valle)	11 ÷ 14		9/8 ÷ 8		290 ÷ 6900
	2015	ASP_033 (Clarea - monte)	-	9 ÷ 10	-		-
		ASP_001 (Clarea - valle)	-		-		-
		ASP_031 (Dora Riparia - monte)	11 ÷ 13	8 ÷ 9	9/8 ÷ 9		7920 ÷ 14000

	Codice Stazione	Range Totale US	Macrobenthos Indice faunistico		Escherichia Coli (UFC/100 ml)		
			Valori tipo - specifici	Range	Valori tipo - specifici	Valori rilevati	
FASE DI POST SCAVO	2016	ASP_032 (Dora Riparia – valle)	12 ÷ 14		9 ÷ 9	4840 ÷ 6000	
		ASP_033 (Clarea - monte)	15 ÷ 17	9 ÷ 10	9/10 ÷ 10	1 ÷ 1400	
		ASP_001 (Clarea - valle)	13 ÷ 15		9 ÷ 9/10	180 ÷ 320	
		ASP_031 (Dora Riparia – monte)	9 ÷ 14	8 ÷ 9	8 ÷ 9	1400 ÷ 6300	
		ASP_032 (Dora Riparia – valle)	11 ÷ 14		8/9 ÷ 9	100 ÷ 9300	
	2017	ASP_033 (Clarea - monte)	12 ÷ 14	9 ÷ 10	9	1 ÷ 16	
		ASP_001 (Clarea - valle)	12 ÷ 14		9	1 ÷ 370	
		ASP_031 (Dora Riparia – monte)	8 ÷ 12	8 ÷ 9	7 ÷ 9	43 ÷ 8900	
		ASP_032 (Dora Riparia – valle)	10 ÷ 14		7/8 ÷ 9	64 ÷ 8200	
		2018	ASP_033 (Clarea - monte)	14 ÷ 16	9 ÷ 10	9 ÷ 10/9	1 ÷ 350
			ASP_001 (Clarea - valle)	11 ÷ 16		9/8 ÷ 10/9	1 ÷ 550
			ASP_031 (Dora Riparia – monte)	8 ÷ 12	8 ÷ 9	7 ÷ 9	1300 ÷ 17000
ASP_032 (Dora Riparia – valle)			9 ÷ 12	8 ÷ 9		100 ÷ 7600	

Tabella 52 – Tabella di confronto tra monitoraggio della fase di scavo e quella di post scavo del Macrobenthos e Escherichia Coli

Dall’analisi dei dati emerge che:

- Con riferimento all’Escherichia Coli i dati relativi alla Dora Riparia evidenziano problematiche, come già evidenziato negli studi precedenti, non imputabili alle attività di cantiere. Infatti la concentrazione risulta tendenzialmente maggiore nelle sezioni di monte rispetto a quella di valle;
- Per quanto riguarda il Macrobenthos, con riferimento alla Dora Riparia, si rileva nel 2017 una diminuzione del range dell’indice faunistico rispetto al 2016 che però non trova correlazione alcuna con potenziali impatti generati dalle attività di cantiere nella fase di post scavo;
- Per quanto riguarda il Torrente Clarea si evidenzia come le concentrazioni di Escherichia Coli nell’anno 2017 rientrino nel range dei valori tipo specifici individuati per il corso d’acqua. Nel 2016 si rileva come il Torrente Clarea presentasse valori di superiori a quelli tipo specifici nella sola sezione di monte (conseguentemente non correlabili con le attività di cantiere);

- Per quanto attiene invece il Macrobenthos sul Torrente Clarea si sono riscontrati, nel 2017, valori leggermente inferiori (valore 9 sia a monte che a valle) a quelli del 2016 (monte:  $9/10 \div 10$  e valle:  $9 \div 9/10$ ) anche se comunque compatibili con i valori tipo specifici individuati ( $9 \div 10$ ). Tale andamento non evidenzia possibilità di correlazione con le attività di cantiere visto che nel 2017 i valori a monte e a valle del cantiere sono gli stessi.

Si ritiene pertanto, a valle dell'analisi di questi parametri, considerando anche quanto rilevato rispetto ai parametri chimico-fisici, che per l'anno 2017 non sia possibile correlare i dati di monitoraggio con attività specifiche fatte all'interno del cantiere.

Per quanto attiene la valutazione in merito alla reversibilità di potenziali impatti, si ritiene che essa sia stata già acclarata nella valutazione degli andamenti della fase di scavo (anni 2013-2016) nell'ambito delle valutazioni tecniche di cui al parere 2471 del 21 luglio 2017 e i dati relativi ai monitoraggi della fase di post scavo confermano, da un lato la reversibilità degli impatti già precedentemente definita, dall'altro l'assenza di interazioni tra azioni di progetto e componente per le opere realizzate nella fase post scavo.

### 4.3 Ambiente idrico sotterraneo

#### ***4.3.1 Sintesi del quadro di compatibilità dello scavo rispetto a quanto già acclarato nel parere 2471 del 21 luglio 2017 della CTVIA***

Il parere 2471 del 21 luglio 2017 della CTVIA chiarisce che i dati del monitoraggio hanno escluso qualsiasi impatto delle attività di cantiere e di scavo del cunicolo sul regime naturale delle portate dei vari punti d'acqua. Le portate di tutte le sorgenti si sono sempre mantenute nei range sito-specifici delle rispettive "curve di esaurimento" a seguito delle ricariche annuali.

Analogamente anche i parametri chimico-fisici, come conducibilità e pH non hanno evidenziato variazioni anomale nell'intero periodo del corso d'opera, con variazioni essenzialmente legate alla variabilità naturale del parametro.

I dati del monitoraggio ambientale hanno sostanzialmente confermato le valutazioni degli studi previsionali, evidenziando inoltre una situazione meno critica di quanto era stato previsto in sede di Progetto Definitivo/Esecutivo. Le osservazioni eseguite nel cunicolo confermano che l'entità delle acque incontrate durante lo scavo della galleria è stato relativamente modesto (circa 90 l/s), inferiore alle previsioni del progetto (minimo previsto 150 l/s).

#### ***4.3.2 Le misure mitigative adottate***

Atteso che gli interventi mitigativi nella fase di scavo erano strettamente legati a soluzioni progettuali che consentissero di avere risposte immediate in caso di interferenza e rapido depauperamento di sorgenti captate per usi idropotabili, tali presidi, per ovvie ragioni, non hanno trovato necessità di applicazione nella fase di post scavo.

### 4.3.3 Gli esiti del monitoraggio ambientale

Il PMA della componente corpi idrici sotterranei è articolato sulle attività di monitoraggio degli impatti attesi intesi come:

- **Alterazioni quantitative** dei corpi idrici sotterranei/complessi idrogeologici e superficiali conseguenti allo scavo della galleria ed agli emungimenti autorizzati;
- **Alterazioni qualitative dei corpi idrici sotterranei/complessi idrogeologici** correlate a significative alterazioni quantitative;

Le frequenze di monitoraggio legate al controllo delle alterazioni quantitative hanno avuto cadenza mensile, mentre quelle legate alle alterazioni qualitative hanno avuto cadenza trimestrale. Ai fini delle valutazioni di cui alla presente relazione, atteso che durante la fase di scavo del cunicolo come già acclarato con il parere 2471 del 21 luglio 2017 della CTVIA è stata accertata l'assenza di interazioni rispetto ai parametri qualitativi e al rischio di interferenza con il Torrente Clarea, di seguito si riportano i dati relativi al monitoraggio quantitativo delle sorgenti estesi alla fase di post scavo (anni 2017-2018).

La planimetria riporta l'ubicazione dei punti d'acqua della rete di monitoraggio del PMA, insieme al tracciato del Cunicolo della Maddalena. I punti d'acqua sono suddivisi nelle varie tipologie.

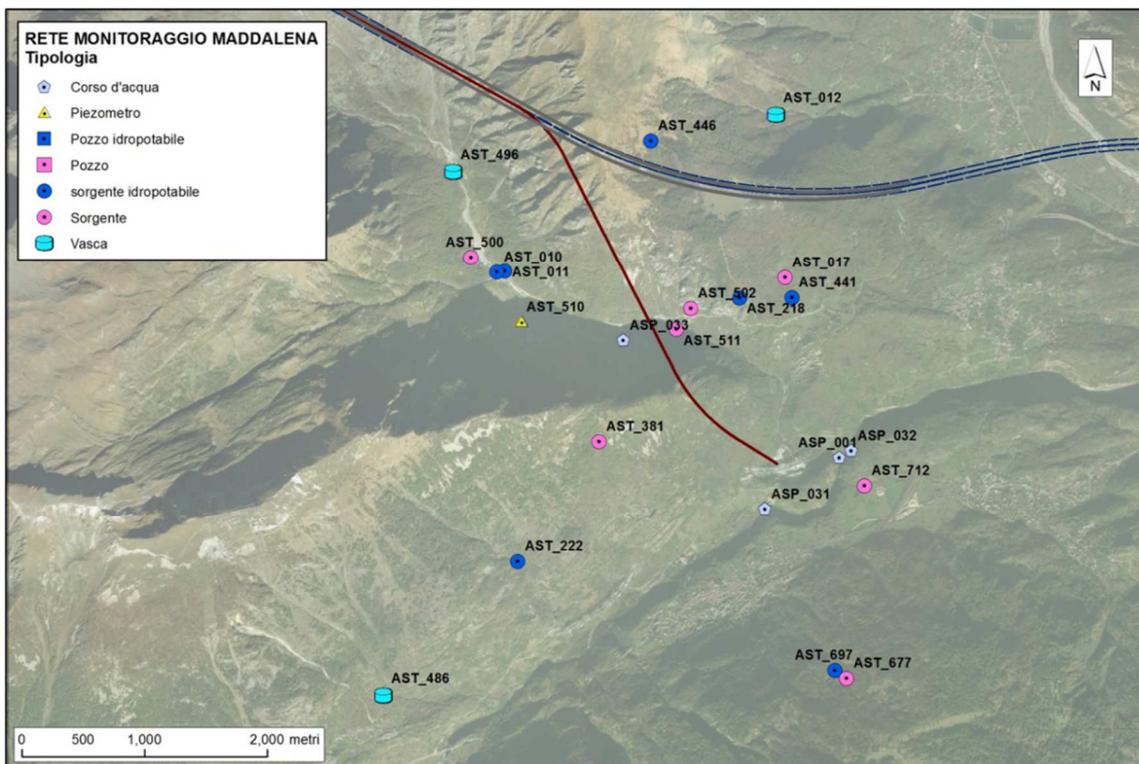
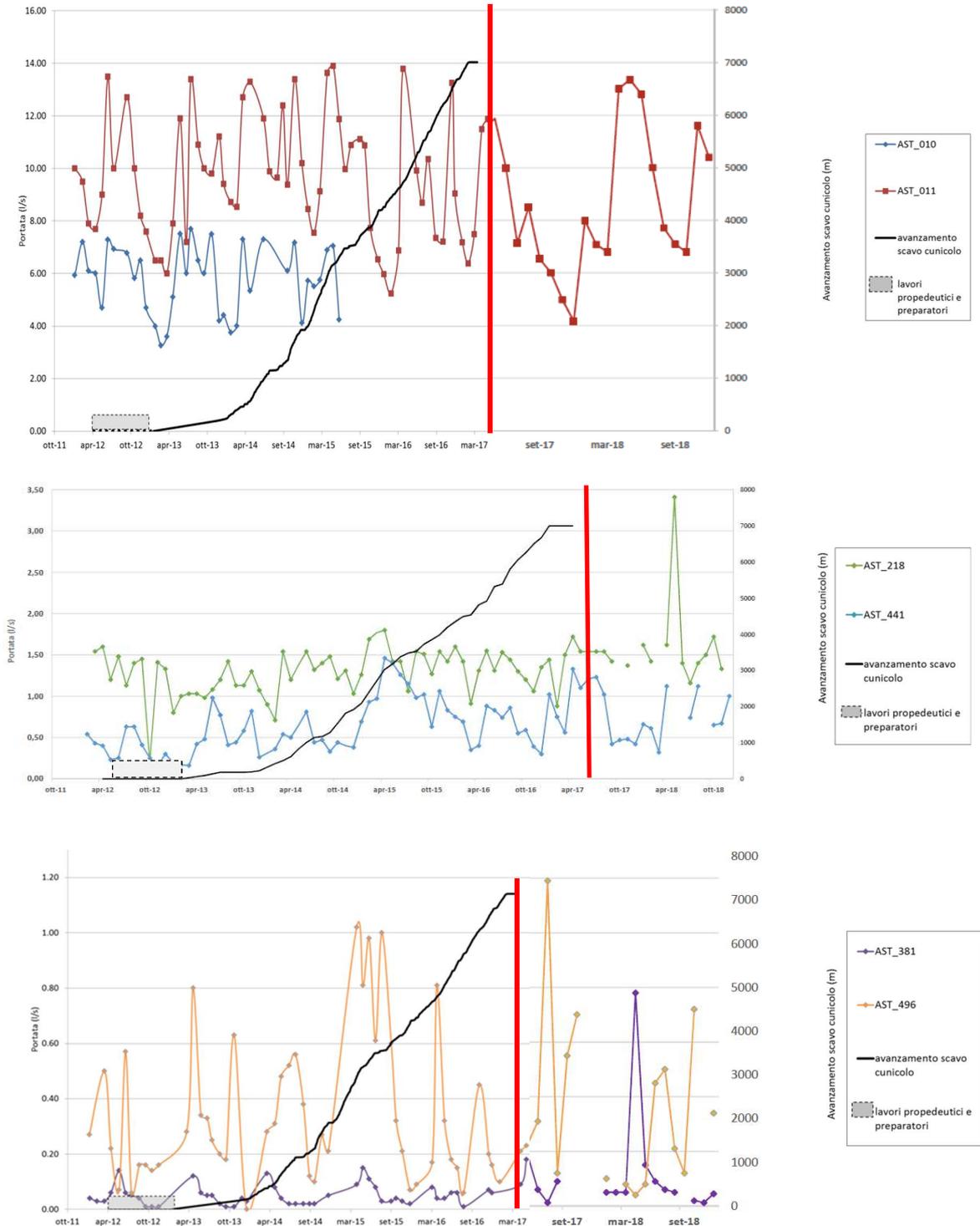


Figura 27 - Planimetria della Rete monitoraggio della Maddalena – acque sotterranee

Analizzando innanzitutto i dati da un punto di vista delle alterazioni quantitative, i dati del monitoraggio hanno escluso qualsiasi impatto delle attività di scavo del cunicolo sul regime naturale delle portate dei vari punti d'acqua. Per quanto concerne i parametri chimico-fisici, questi non hanno evidenziato variazioni anomale nell'intero periodo di scavo e post scavo, con fluttuazioni essenzialmente legate alla variabilità naturale del parametro.

I grafici riportati nelle figure seguenti riportano le portate delle sorgenti più “significative”, identificate da Arpa Piemonte e corrispondenti ai contesti idrogeologici-morfologici del

fondovalle e del versante idrografico sinistro e destro del T. Clarea, dei terrazzi glaciali versante idrografico sinistro del T. Clarea e del piede versante destro del T. Clarea. Queste sorgenti hanno codice AST\_010, AST\_011, AST\_218, AST\_381, AST\_441 e AST\_496 (cfr. Figura 27). Nei seguenti grafici l'andamento delle portate è messo a confronto con l'avanzamento dello scavo.



**Figura 28 - Andamento delle portate delle sorgenti dell'area Maddalena. In grafico sulle ordinate lato destro, l'avanzamento dello scavo del Cunicolo. La linea verticale rossa definisce il limite tra la fase di scavo e quella di post scavo.**

Come evidenziato chiaramente dall'andamento delle portate nei precedenti grafici, sia nella fase di scavo, sia nella fase di post-scavo non si è registrata alcuna interferenza dell'opera con l'andamento del regime stagionale delle sorgenti.

Le portate di tutte le sorgenti si sono sempre mantenute nei range sito-specifici delle rispettive "curve di esaurimento" a seguito delle ricariche annuali.

#### ***4.3.4 Quadro di confronto tra la fase di scavo e di post scavo***

Fatto salvo che le possibili interazioni tra l'opera e la componente in esame sono principalmente legate ai rischi di interferenza e rapido depauperamento delle sorgenti in fase di scavo e atteso che il quadro di verifica di tale rischio è stato positivamente accertato mediante i monitoraggi svolti durante lo scavo del cunicolo, si è ritenuto comunque utile analizzare i risultati del monitoraggio idrogeologico (sia per quanto riguarda le portate delle sorgenti esterne, sia per quanto riguarda la portata drenata dal cunicolo esplorativo) anche per gli anni di riferimento 2017 e 2018 (fase di post scavo), essendo il cunicolo esplorativo per sua natura una galleria priva di rivestimento definitivo.

Per quanto concerne le sorgenti esterne, come già anticipato e descritto nei grafici riportati al paragrafo precedente, nel corso dell'intero periodo di monitoraggio 2012-2018 non è mai stata registrata alcuna interferenza dell'opera con l'andamento del regime stagionale delle sorgenti.

Per valutare invece il drenaggio operato dal cunicolo, nei grafici seguenti si confrontano le portate, misurate all'impianto di depurazione di cantiere e, quindi, comprensive, oltre che dell'apporto delle acque drenate dal cunicolo, anche dell'apporto delle acque meteoriche raccolte sulle superfici impermeabilizzate del cantiere (nel Progetto Esecutivo del depuratore, in condizioni di pioggia, è stato ipotizzato che queste ultime possano rappresentare il 40% circa del flusso totale gestito dall'impianto), con l'andamento dello scavo del cunicolo stesso, rappresentando sia le portate mensili (Figura 29) sia il totale di ogni anno (Figura 30).

Fatti salve le approssimazioni dovute al conteggio delle portate all'impianto di depurazione, gli effetti del drenaggio del cunicolo esplorativo sul sistema idrogeologico sotterraneo risultano direttamente proporzionali alla lunghezza della galleria non impermeabilizzata. Ne consegue che, nei primi anni di scavo della galleria (2014-2015), le basse portate complessive sono legate al limitato sviluppo in lunghezza del cunicolo mentre i dati degli anni 2017-2018 sono invece rappresentativi di uno scenario di opera realizzata nella sua totalità, i cui effetti di drenaggio sono di conseguenza più estesi e le portate drenate dal cunicolo sono più elevate.

Durante tutta la fase di scavo l'andamento delle portate risulta direttamente proporzionale alla lunghezza dell'opera realizzata e, pertanto, il grafico evidenzia un incremento pressoché continuo del valore di portata tra il marzo 2014 e il febbraio 2017, anche se parzialmente influenzato dalla piovosità stagionale (si sottolinea che l'andamento stagionale della piovosità influenza, da un lato, la portata drenata dalla galleria, dall'altro lato però, e in misura maggiore, influenza anche la portata delle acque raccolte sulle superfici impermeabilizzate del cantiere). Una volta raggiunta la massima estensione del cunicolo esplorativo, a partire dal marzo 2017 l'andamento delle portate si stabilizza sui suoi valori massimi (poiché massima è l'estensione del cunicolo) e risulta maggiormente evidente l'influenza esercitata dalla stagionalità degli apporti meteorici.

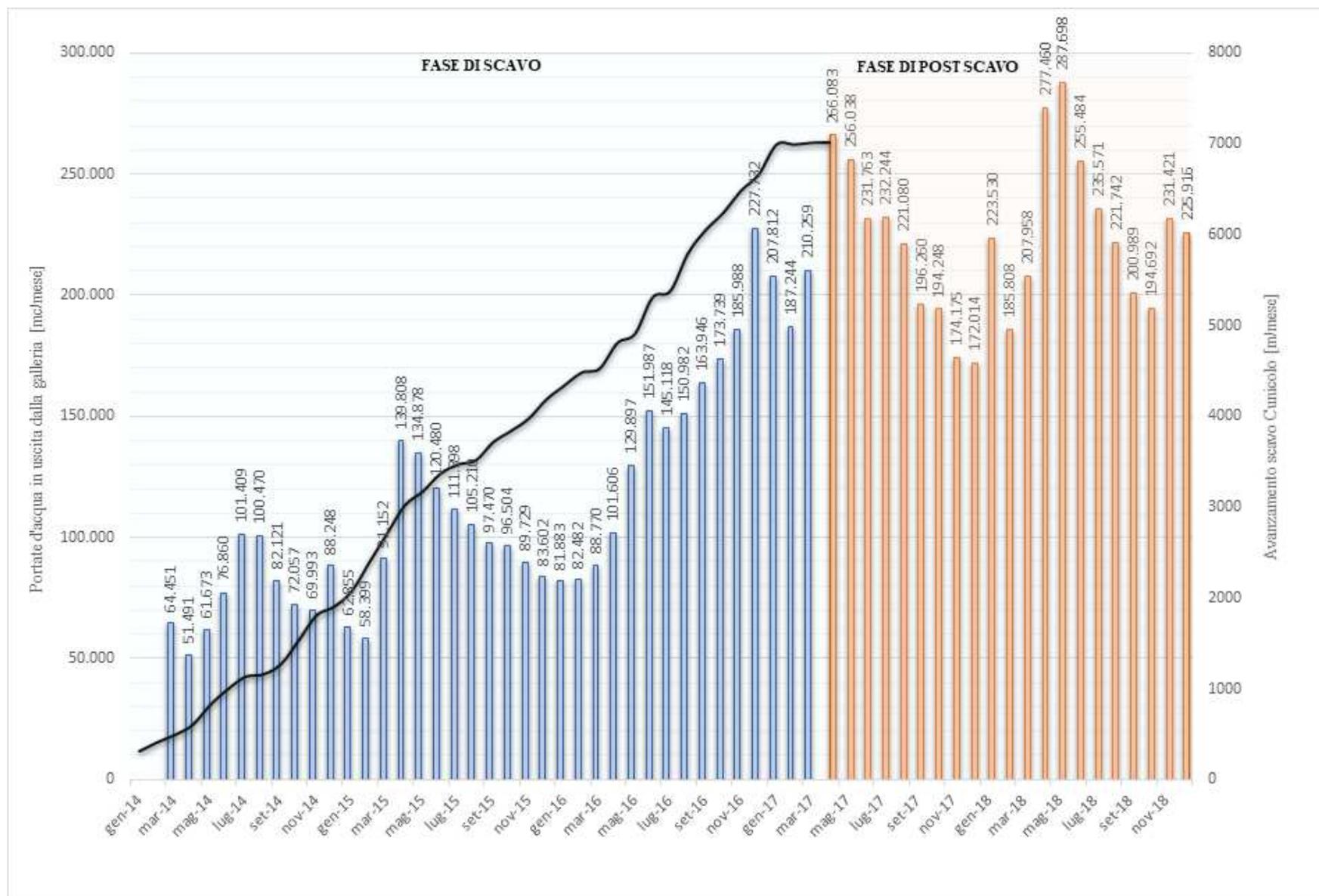
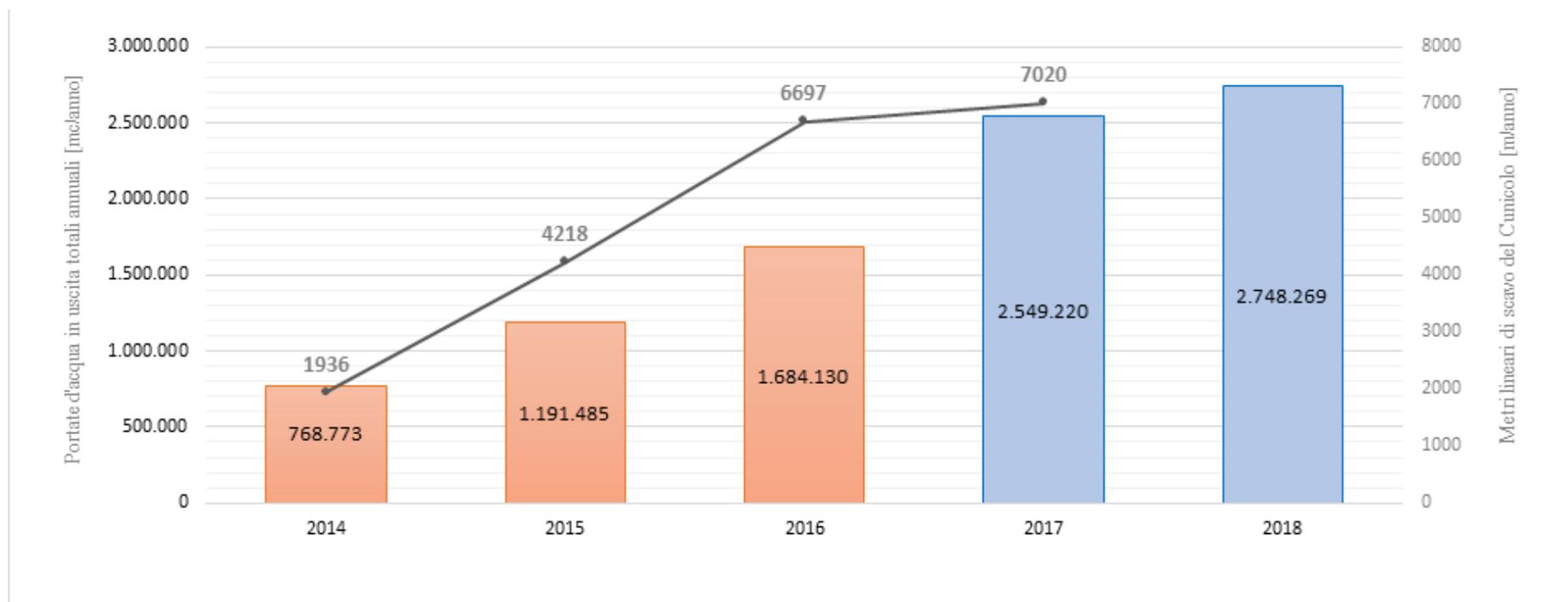
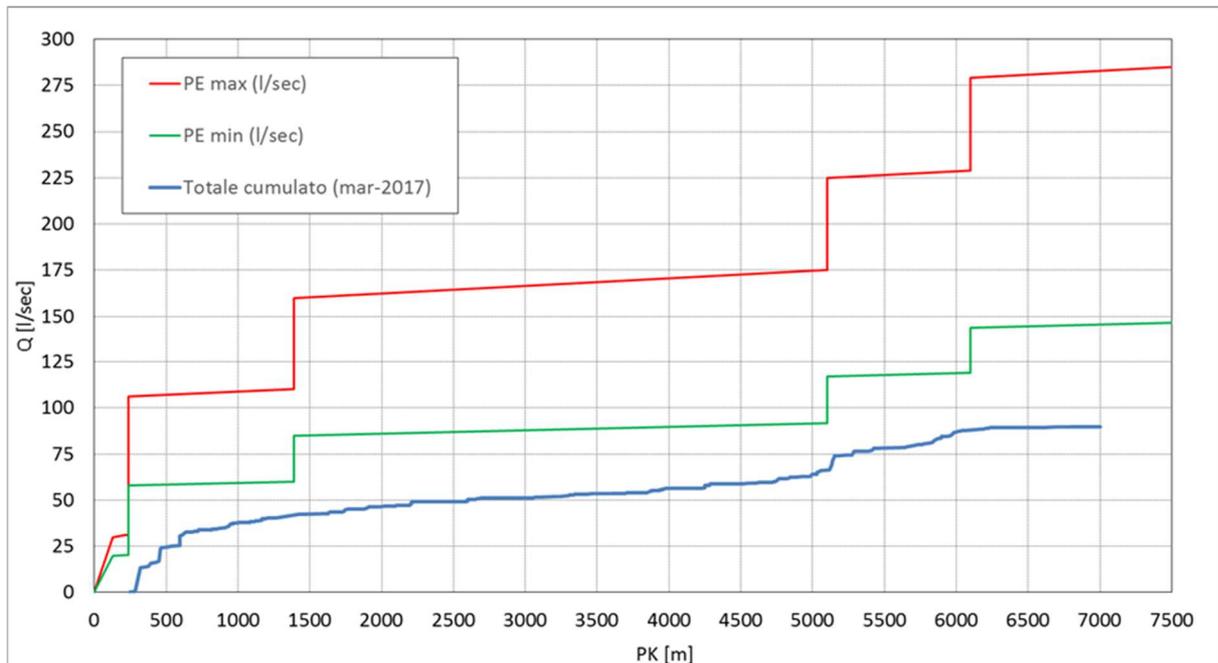


Figura 29 – Portate d’acqua mensili in uscita dal depuratore di cantiere [mc/mese] e avanzamento scavo cunicolo (in nero) – Anni 2014 - 2018.



**Figura 30 – Portate d’acqua annuali in uscita dal depuratore di cantiere [mc/anno] e avanzamento scavo cunicolo (in nero) – Anni 2014 – 2018 (la pK 7+020 è stata raggiunta a marzo 2017)**

Per quanto riguarda invece i valori numerici delle portate medie mensili al depuratore, si può evidenziare che i dati acquisiti nel corso del 2017 (portata media = 81 l/s) e del 2018 (portata media = 87 l/s) sono assolutamente coerenti con le portate registrate nel corso degli ultimi mesi di scavo (circa 90 l/s di apporto dal solo cunicolo, rif. Figura 31) e risultano in ogni caso di gran lunga inferiori ai limiti inferiore/superiore di portata drenata (dal solo cunicolo, quindi non tenendo in conto il contributo delle acque meteoriche di raccolta dei piazzali) a scavo ultimato previsti nello SIA ( $q_{\min} = 150$  l/s,  $q_{\max} = 280$  l/s, rif. Figura 31).



**Figura 31 - Confronto tra portate (cumulate) previste in PE e portate registrate dal monitoraggio al portale**

Le differenze nella portata media annuale registrata a valle dell'impianto di depurazione nel 2017 e nel 2018 rappresentano una fluttuazione esigua (dell'ordine del 10%) e sono riconducibili all'inferiore apporto meteorico avvenuto nel 2017, che infatti è stato un anno particolarmente siccitoso.

#### 4.4 Il suolo

##### 4.4.1 Sintesi del quadro di compatibilità dello scavo rispetto a quanto già acclarato nel parere 2471 del 21 luglio 2017 della CTVA

Il parere 2471 del 21 luglio 2017 della CTVA esplicita che l'impatto principale sulla componente, già identificato nella fase previsionale, è riferibile alla sottrazione di suolo, temporanea o permanente, in relazione agli ambiti di progetto interferiti. I monitoraggi effettuati consentono di affermare che, sia internamente, che esternamente alle aree di cantiere, non si sono manifestati fenomeni in grado di compromettere sia le condizioni geomorfologiche a scala locale, sia la qualità dei suoli in relazione a possibili sversamenti accidentali che non si sono verificati per tutta la durata del cantiere. Inoltre, in relazione a quanto riscontrato nelle fasi di monitoraggio, l'opera nel suo complesso non ha generato impatti diversi per tipologia o magnitudo da quelli previsti.

#### 4.4.2 Le misure mitigative adottate

Nella fase di post scavo si sono mantenute tutte quelle misure atte a minimizzare gli eventuali danni connessi a sversamenti accidentali di sostanze pericolose, con particolare riferimento alla corretta gestione di tutte quelle sostanze, che in caso di sversamenti accidentali potessero determinare impatti diretti o indiretti sulla componente.

#### 4.4.3 Gli esiti del monitoraggio ambientale

Di seguito di riporta la codifica dell'area oggetto di monitoraggio e la relativa ubicazione sul territorio:

##### A5 – Comuni di CHIOMONTE

##### A5.4 – Area ristretta di monitoraggio (area di approfondimento)

Come visibile dallo stralcio planimetrico che segue, il monitoraggio della componente suolo, anche con riferimento agli aspetti geomorfologici, è stato condotto su un'area ristretta di approfondimento rappresentata nell'immagine che segue.



Figura 32 – Area di monitoraggio

Di seguito sono rappresentati i punti di monitoraggio geomorfologico rilevati nel corso degli anni di cantiere.



Figura 33 – Punti di monitoraggio negli anni dal 2013 al 2016

Inoltre, a partire dal 2014 è stato allestito il monitoraggio della componente biologica del suolo con l'obiettivo di valutare lo stato di salute delle comunità edafiche che rappresentano un indicatore attendibile della qualità del suolo e del relativo stato ecologico.

I punti monitorati, coincidenti con i transetti della vegetazione, sono rappresentati nello stralcio planimetrico che segue.



La sintesi degli esiti del monitoraggio sulla componente (ripresa dal documento *MAD-MA3-FEN-0286-A-PA-NOT*) nel corso degli anni (da **2013 a 2016**) mette in evidenza, sia per le aree interne al cantiere che per quelle esterne, un quadro di piena compatibilità per tutti i parametri analizzati e ripresi nel seguito. Il quadriennio 2013 – 2016 è rappresentativo della fase di scavo del cunicolo esplorativo.

- Aree di cantiere:
  - Regimazione acque superficiali interne: nessun tipo di criticità in tutti gli anni monitorati;
  - Inerbimento versanti interni: si è riscontrata una situazione in continuo miglioramento ed evoluzione nel corso degli anni, anche legata al progressivo aumento degli inerbimenti lungo i versanti e le massicciate. A chiusura dell'anno 2016 non sono stati riscontrati dissesti e fenomeni erosivi;
  - Ristagni idrici: a fronte di puntuali situazioni riscontrate nei primi 3 anni, il fenomeno ha presentato progressivi miglioramenti grazie al fatto che il deflusso delle acque è ben canalizzato;
  - Stato della copertura del suolo: il fenomeno si è presentato stabile in tutti e 4 gli anni di monitoraggio;
  - Sversamento di materiali non conformi: il fenomeno non si è riscontrato nel quadriennio di monitoraggio;
  - Presenza di degradazione chimica e fisica: non rilevata in nessuno degli anni dal 2013 al 2016;
  - Stato misure di mitigazione: situazione stabile e soddisfacente per tutta la durata del cantiere;
- Aree esterne:
  - Regimazione acque superficiali esterne: a fronte di puntuali situazioni meritevoli di attenzione nel 2013, nei successivi anni si è riscontrato un progressivo miglioramento arrivando a un livello soddisfacente negli anni 2015 e 2016. In particolare nel 2016 è stato possibile constatare la funzionalità del sistema di regimazione della strada Giaglione Chiomonte;
  - Erosione aree esterne: il fenomeno non si è verificato nel corso del quadriennio 2013-2016;
  - Ristagni idrici: la situazione nel corso degli anni è stata oggetto di progressivi miglioramenti arrivando ad una condizione generale di buona canalizzazione del deflusso delle acque;
  - Stato della copertura del suolo: il fenomeno si è presentato stabile in tutti e 4 gli anni di monitoraggio;
  - Sversamento di materiali non conformi: il fenomeno non si è riscontrato nel quadriennio di monitoraggio;
  - Presenza di degradazione chimica e fisica: non rilevata in nessuno degli anni dal 2013 al 2016;
  - Stato misure di mitigazione: situazione stabile e soddisfacente per tutti gli anni di monitoraggio.

Si sintetizzano di seguito gli esiti del monitoraggio sulla componente nel corso degli anni 2017-2018 rappresentativi della fase di post scavo.

Con i monitoraggi della fase post scavo si è verificato lo stato di fatto delle aree monitorate e l'eventuale evoluzione rispetto alle situazioni riscontrate negli anni precedenti. Le sessioni di

monitoraggio condotte hanno evidenziato l'assenza di problemi significativi e di emergenze ambientali rilevanti.

I fenomeni erosivi sono limitati se non assenti e la componente geomorfologica del sito, a parte le superfici interessate dalla cantierizzazione e dalle opere connesse, non ha subito modificazioni sostanziali.

Più in dettaglio, le aree direttamente prossimali al cantiere e alla recinzione non sono state modificate in modo significativo e la morfologia delle aree è rimasta quella che era osservabile prima delle opere.

Rispetto alle sessioni di monitoraggio degli anni precedenti, si nota un deciso aumento della componente erbacea di copertura superficiale, che comporta un più efficace contrasto alla erosione superficiale.

La sintesi degli esiti del monitoraggio sulla componente mette in evidenza nella fase di post scavo, sia per le aree interne al cantiere che per quelle esterne, una situazione complessivamente in miglioramento per tutti i parametri analizzati e ripresi nel seguito. Le analisi sintetiche di seguito riportate sono riferite in termini di confronto con la fase di scavo.

- Aree di cantiere:
  - Regimazione acque superficiali interne: situazione stabile, nessuna criticità rispetto a quanto osservato nei monitoraggi 2013-2016;
  - Inerbimento versanti interni: gli inerbimenti lungo i versanti e le massicciate aumentano progressivamente. A luglio 2018 non sono stati osservati dissesti e fenomeni erosivi;
  - Ristagni idrici: nessun ristagno segnalato, in generale il deflusso delle acque è ben canalizzato;
  - Stato della copertura del suolo: situazione stabile, nessuna variazione rispetto quanto osservato nei monitoraggi 2013-2016;
  - Sversamento di materiali non conformi: situazione stabile, nessuna variazione rispetto quanto osservato nei monitoraggi 2013-2016;
  - Presenza di degradazione chimica e fisica: situazione stabile, nessuna variazione rispetto quanto osservato nei monitoraggi 2013-2016;
  - Stato misure di mitigazione: situazione stabile, nessuna variazione rispetto quanto osservato nei monitoraggi 2013-2016;
- Aree esterne:
  - Regimazione acque superficiali esterne: la regimazione con canalizzazione passiva delle acque di scorrimento lungo la strada Giaglione Chiomonte appare funzionale; il canale di scolo sotto il nuovo rilevato stradale relativo alla strada di collegamento Giaglione– Chiomonte appare funzionale;
  - Erosione aree esterne: situazione stabile, nessuna variazione rispetto quanto osservato nei monitoraggi 2013-2016;
  - Ristagni idrici: nessun ristagno segnalato, in genere il deflusso delle acque è ben canalizzato;
  - Stato della copertura del suolo: situazione stabile, la copertura del suolo non ha subito variazioni di rilievo;
  - Sversamento di materiali non conformi: non sono stati osservati accumuli di materiali non conformi all'esterno delle aree di cantiere;
  - Presenza di degradazione chimica e fisica: non sono stati osservati segni di degradazione fisico chimica;
  - Stato misure di mitigazione: situazione stabile.

Con riferimento al monitoraggio della qualità biologica del suolo, dall'analisi del documento *MAD-MA3-SER-0022-A-AP-NOT-Monitoraggio ambientale della fase realizzativa – Report annuale 2017- Suolo e geomorfologia* emerge come i risultati ottenuti nell'annata di prelievo riferita al 2017 mostrano significative differenze rispetto ai risultati ottenuti negli anni precedenti. In particolare sembra che nel complesso la qualità biologica del suolo (T1, T2, T3 e T4) in tutta l'area esaminata risulti significativamente diversa ( $p < 0,05$ ) dalle annate e stagionalità precedenti. Questo aspetto potrebbe essere stato influenzato dalle particolari condizioni di estrema siccità riscontrate nell'estate 2017 nell'area di Chiomonte, che hanno sicuramente influenzato la biodiversità edafica di tutti i siti presi in esame.

Durante il monitoraggio 2017 non sono state rilevate perturbazioni legate alle attività di cantiere, la diminuzione della biodiversità edafica si attribuisce quindi alle condizioni climatiche estreme e siccitose che hanno caratterizzato la primavera e l'estate dello stesso anno. Tra l'altro, l'estrema siccità del periodo è stata alla base dei numerosi incendi che hanno interessato l'area di Bussoleno.

La prova che l'evidente diminuzione della biodiversità edafica è da collegare alle particolari condizioni climatiche, e non alle attività di cantiere, è inoltre testimoniata dal fatto che, in assenza di perturbazioni provenienti dalle attività stesse, le analisi non hanno mai mostrato significative differenze prima dell'autunno 2017.

Con riferimento invece ai dati del 2018 (cfr documento *MAD-MA3-SER-0044-A-AP-NOT-Monitoraggio ambientale della fase realizzativa – Report annuale 2018- Suolo e geomorfologia*) si segnala un generalizzato miglioramento della qualità biologica del suolo che può essere paragonata alla situazione antecedente all'estate 2017. Si conferma quindi che il QBS-ar è un buon indicatore per rilevare situazioni di stress dell'ambiente edafico e che rispetto al caso di specie le cause di stress non sono imputabili al cantiere.

#### **4.4.4 Quadro di confronto tra la fase di scavo e di post scavo**

Nella tabella che segue, si riporta per le aree di cantiere e quelle esterne, un quadro sinottico che esprime, per ogni ambito di monitoraggio (es. regimazione acque superficiali interne, inerbimento versanti interni, ristagni idrici ecc.) un giudizio qualitativo di sintesi:

- In rosso: stato critico;
- In giallo: stato medio;
- In verde: stato buono.

		FASE DI SCAVO				FASE DI POST SCAVO	
		2013	2014	2015	2016	2017	2018
<b>Aree di cantiere</b>	Regimazione acque superficiali interne						
	Inerbimento versanti interni						
	Ristagni idrici						
	Stato della copertura del suolo						
	Sversamento di materiali non conformi						
	Presenza di degradazione chimica e fisica						
	Stato misure mitigazione						
<b>Aree esterne</b>	Regimazione acque superficiali esterne						
	Erosione aree esterne il cantiere						
	Ristagni idrici						
	Stato della copertura del suolo						
	Sversamento di materiali non conformi						
	Presenza di degradazione chimica e fisica						
	Stato misure mitigazione						

Tabella 53 - Quadro sinottico dello stato della componente

Dall'analisi del prospetto sinottico è possibile evidenziare il seguente quadro di sintesi:

- La maggior parte degli ambiti oggetto di monitoraggio presenta livelli buoni che si sono mantenuti tali sia nella fase di scavo (anni 2013-2016) che nella fase di post scavo (2017-2018);
- Nei rari casi in cui si sono riscontrati livelli qualitativi critici, come l'inerbimento dei versanti interni delle aree di cantiere, si è osservato un progressivo miglioramento che ha portato nel corso degli anni di scavo e nel post scavo, alla ridefinizione, con il passare del tempo, di un buon livello qualitativo.

Si evince quindi che, ove raramente presenti, gli impatti sulla componente sono, indipendentemente dalla magnitudo, di natura reversibile e che, rispetto al caso di specie, tutti i parametri considerati sono rientrati entro buoni standard qualitativi.

Con riferimento alla qualità biologica del suolo, il decremento verificatosi nel 2017, è relazionabile alle condizioni di stress idrico dovute alla straordinaria siccità verificatasi in Piemonte; fenomeno non imputabile evidentemente alle opere realizzate.

## 4.5 Il sottosuolo

### ***4.5.1 Sintesi del quadro di compatibilità dello scavo rispetto a quanto già acclarato nel parere 2471 del 21 luglio 2017 della CTVA***

Il parere 2471 del 21 luglio 2017 della CTVA evidenzia che nel corso della realizzazione dei lavori per lo scavo del Cunicolo le indagini e analisi eseguite al fronte di scavo e lungo la galleria, non hanno evidenziato in nessun caso la presenza di fibre di amianto. Allo stesso tempo non sono mai state rinvenute pietre verdi al fronte di scavo. Gli esiti di quanto riscontrato in galleria è congruente con i risultati del monitoraggio eseguito sia nelle restanti aree interne al cantiere che a quello eseguito in esterno.

Con riferimento alla Formazione degli Gneiss Aplitici dell'Ambin, nella caratterizzazione di corso d'opera sono state riscontrate concentrazioni di arsenico superiori ai limiti di soglia definiti dal D. Lgs. n. 152, 3 aprile 2006 (e s.m.i.) nel tratto compreso tra le Pk 0+198 e Pk 0+265, per un quantitativo totale di circa 6000 tonnellate. La natura di tale concentrazione è verosimilmente legata a fenomeni idrotermali concentratisi lungo il contatto tra le coperture e gli gneiss aplitici. Il materiale contaminato da arsenico è stato pertanto smaltito in discarica autorizzata nella Provincia di Torino.

Come più dettagliatamente descritto nel capitolo che segue, oltre al materiale contenente arsenico, successivamente all'emissione del parere 2471 del 21 luglio 2017, è stato necessario gestire come rifiuto il materiale derivante dallo scavo della vasca alla pK 4+130 per presenza di idrocarburi.

### ***4.5.2 Gli esiti della caratterizzazione ambientale***

Rispetto alla componente sottosuolo, le azioni di progetto che hanno interessato la componente nella fase successiva al completamento dello scavo del cunicolo sono state la realizzazione della vasca alla pK 4+130 scavata con metodo tradizionale con uso di esplosivo. L'intervento ha generato complessivamente 4.200 mc di materiale che, a seguito di caratterizzazione, è stato gestito come rifiuto. Il materiale eccedeva i limiti di riferimento per il parametro idrocarburi C>12.

#### ***4.5.3 Quadro di confronto tra la fase di scavo e di post scavo***

Atteso che tutte le informazioni e valutazioni di carattere geologico sono state acquisite nella fase di scavo del cunicolo negli anni compresi tra il 2013 e 2017, anche con riferimento alla qualità ambientale dei terreni scavati, nella fase di post scavo (anni 2017 e 2018) le uniche azioni di progetto significative in relazione alla componente geologia hanno riguardato lo scavo della vasca di accumulo delle acque alla pK 4+130. La necessità di gestire come rifiuto il materiale generato dallo scavo della vasca, in relazione alla concentrazione di idrocarburi C>12, si ritiene legata ad episodi di carattere accidentale connessi alla tecnica di scavo, e non modifica comunque il quadro della compatibilità ambientale complessiva dei materiali estratti dal massiccio dell'Ambin.

### **4.6 Vegetazione**

#### ***4.6.1 Sintesi del quadro di compatibilità dello scavo rispetto a quanto già acclarato nel parere 2471 del 21 luglio 2017 della CTVIA***

Il parere 2471 del 21 luglio 2017 della CTVIA evidenzia che il monitoraggio sulla componente è avvenuto in corrispondenza di 4 transetti localizzati nell'immediato intorno del cantiere la cui localizzazione è stata adeguata passando dalla fase di ante a quella di corso d'opera. Gli esiti dei monitoraggi nei transetti durante il corso d'opera hanno fatto emergere risultati sempre omogenei nel corso degli anni.

In relazione quindi alle valutazioni previsionali, confermate nella fase realizzativa in cui l'occupazione delle aree è stata conforme a quanto previsto nel Progetto Definitivo, e ai dati del monitoraggio emerge che l'opera nel suo complesso non abbia generato, anche grazie alle misure mitigative adottate, un'alterazione significativa della componente.

#### ***4.6.2 Le misure mitigative adottate***

Nella fase di post scavo si evidenzia come si dia dato corso al completamento degli interventi di ripristino ambientale del sito di deposito.

Inoltre si sono mantenute le ulteriori misure di mitigazione riferibili soprattutto alla presenza di recinzioni di adeguata altezza che avevano, tra l'altro, lo scopo di evitare interferenze o danneggiamenti accidentali dei boschi adiacenti l'area di cantiere.

#### ***4.6.3 Gli esiti del monitoraggio ambientale***

Di seguito di riporta la codifica dell'area oggetto di monitoraggio e la relativa ubicazione sul territorio:

- **A5** – Comuni di CHIOMONTE
  - A5.A – Area ristretta di monitoraggio (approfondimento)

Il monitoraggio sulla componente è avvenuto in corrispondenza di 4 transetti localizzati nell'immediato intorno del cantiere la cui localizzazione è stata adeguata passando dalla fase di ante a quella di corso d'opera.

Nell'immagine che segue si riporta lo stralcio planimetrico della localizzazione dei transetti in ante e corso d'opera che costituiscono il riferimento di cui alla presente relazione.

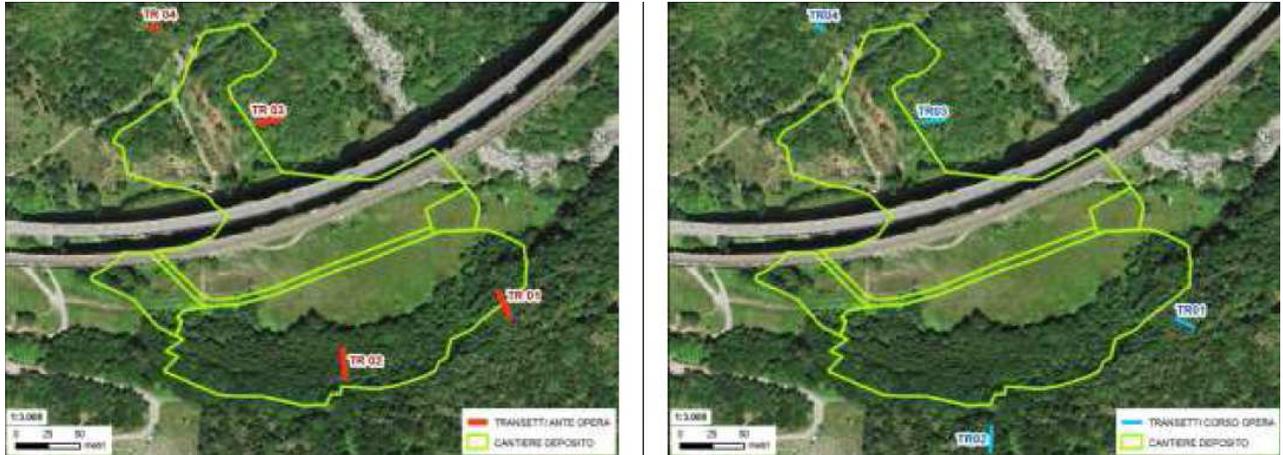


Figura 35 – Localizzazione dei transetti. A sinistra Ante operam, a destra Corso d'opera.

Inoltre sono stati effettuati dei monitoraggi in area ristretta, ovvero lungo i bordi dell'area di cantiere con l'obiettivo di verificare e monitorare l'ingresso di eventuali specie esotiche che potrebbero entrare nell'area attraverso la diffusione di semi veicolati dai mezzi di lavoro o da semi presenti nei materiali inerti e terrosi provenienti da altri siti di lavoro.

Gli esiti dei monitoraggi nei transetti durante il corso d'opera nella fase di scavo hanno fatto emergere risultati sempre omogenei nel corso degli anni così sintetizzabili:

- Rispetto a quanto osservato nella fase di monitoraggio Ante Operam, non sono state osservate delle variazioni significative;
- In linea generale la conformazione del soprassuolo forestale, così come le componenti arbustivo ed erbacee, sono rimaste invariate e gli impatti possono essere considerati non significativi;
- Nelle aree esterne al cantiere, in linea generale, la stratificazione del soprassuolo forestale non ha subito variazioni di rilievo e le dinamiche evolutive osservate sono coerenti con gli habitat forestali osservati.

Per quanto riguarda il monitoraggio in area ristretta, gli esiti del monitoraggio 2016 hanno rilevato la presenza di *Buddleja davidii*.



Figura 36– Monitoraggio ottobre 2016 in area ristretta - Distribuzione *Buddleja davidii*

La *Buddleja* era osservabile in modo diffuso lungo il bordo settentrionale del cantiere; in tali contesti gli esemplari erano mescolati con altre specie pioniere e di invasione quali *Rubus* e *Clematis vitalba*. La *Buddleja* è stata anche rilevata lungo il corso del Torrente Clarea ed in particolare in prossimità del ponte esistente. Lungo i versanti che collegano la conca della Maddalena con l'imbocco orientale delle due gallerie autostradali la specie diventa più rada. Nuclei radi sono anche stati rinvenuti in prossimità della struttura museale.

Rispetto ai rilievi del 2016, quelli condotti nel 2017 e 2018 hanno mostrato una situazione stabile senza nessuna variazione significativa in termini di diffusione.

La sintesi degli esiti del monitoraggio effettuato nella fase di post scavo sulla componente, mette in evidenza una situazione complessivamente stabile per tutti i parametri analizzati e ripresi nel seguito (cfr. elab. *MAD-MA3-SER-0023-A-AP-NOT-Monitoraggio ambientale della fase realizzativa – Report annuale 2017- Vegetazione* e *MAD-MA3-SER-0045-A-AP-NOT-Monitoraggio ambientale della fase realizzativa – Report annuale 2018- Vegetazione*).

- Analisi e monitoraggio dei transetti vegetazionali (TR1 ÷ TR4): situazione stabile rispetto a quanto osservato nel monitoraggio della fase di scavo; la composizione floristica non ha subito variazioni.
- Analisi della vegetazione in area ristretta e interferenze del cantiere con le tipologie forestali della carta della vegetazione di dettaglio: situazione stabile rispetto a quanto osservato nel monitoraggio della fase di scavo, la composizione floristica non ha subito variazioni.
- Monitoraggio degli impatti a carico delle specie protette presenti nell'area e analisi della diffusione della *Buddleja davidii*: Nessuna variazione rispetto a quanto segnalato nel 2016.

#### 4.6.4 Quadro di confronto tra la fase di scavo e di post scavo

Nella tabella che segue, si riporta per le aree di cantiere e quelle esterne, un quadro sinottico che esprime, per ogni ambito oggetto tema oggetto di monitoraggio un giudizio qualitativo di sintesi, formulato in relazione alle valutazioni fatte nei singoli anni:

- In rosso: stato critico;
- In giallo: stato medio;
- In verde: stato buono.

Ambito di analisi	FASE DI SCAVO				FASE DI POST SCAVO	
	2013	2014	2015	2016	2017	2018
Monitoraggio dei 4 transetti vegetazionali permanenti						
Monitoraggio della vegetazione nelle aree perimetrali e aggiornamento della carta della vegetazione a scala 1:2.000						
Monitoraggio degli impatti a carico delle specie protette presenti nell'area e analisi della diffusione della <i>Buddleja davidii</i>						

Tabella 54 - Quadro sinottico dello stato della componente

Dall'analisi del prospetto sinottico è possibile evidenziare come tutti gli ambiti di analisi si siano mantenuti su buoni livelli nel corso degli anni di cantiere non mostrando quindi differenze tra la fase di scavo (anni 2014-2016) e quella di post scavo (2017-2018).

Anche per quanto riguarda la presenza della specie esotica *Buddleja davidii*, rilevata nel 2016, i dati del 2017 e 2018 non hanno rilevato un aumento significativo delle presenze anche in relazione all'alto tasso di siccità.

In ultimo si segnala, a conferma di come il contesto dell'area oggetto dei lavori abbia mantenuto una buona capacità rigenerativa, che sono stati effettuati tutti gli interventi di ripristino del sito di deposito con un buon tasso di attecchimento.

## 4.7 Fauna

### 4.7.1 Sintesi del quadro di compatibilità dello scavo rispetto a quanto già acclarato nel parere 2471 del 21 luglio 2017 della CTVIA

Il parere 2471 del 21 luglio 2017 della CTVIA evidenzia che gli impatti sulla fauna si sono manifestati, come previsto, tramite il disturbo ai popolamenti presenti nelle immediate vicinanze del cantiere.

L'impatto temporaneo riscontrato è legato intrinsecamente all'attività di cantiere. La componente ha mostrato un'elevata capacità di rientrare in parametri normalizzati anche a seguito di eventi occasionali e sporadici.

### 4.7.2 Le misure mitigative adottate

Nella fase di post scavo, l'impianto mitigativo per la componente fauna, in analogia operativa con la fase di scavo, non si è tradotto in interventi specifici a carico della componente ma è riconducibile a tutti quegli interventi e presidi messi in atto per contenere gli impatti a carico di atmosfera, rumore, ambiente idrico e agli interventi finali di recupero ambientale con particolare riferimento al sito di deposito.

### 4.7.3 Gli esiti del monitoraggio ambientale

Gli esiti del monitoraggio ambientale sono esposti nel seguito con riferimento a ittiofauna, anfibi, ornitofauna, chiroterofauna.

#### 4.7.3.1 Ittiofauna

**La fauna ittica** è stata indagata nelle seguenti stazioni:

- Dora Riparia:
  - Monte confluenza Clarea;
  - Valle confluenza Clarea;
- Torrente Clarea:
  - Monte area di cantiere
  - Valle area di cantiere

Di seguito è riportato uno stralcio planimetrico delle stazioni di monitoraggio della fauna ittica.

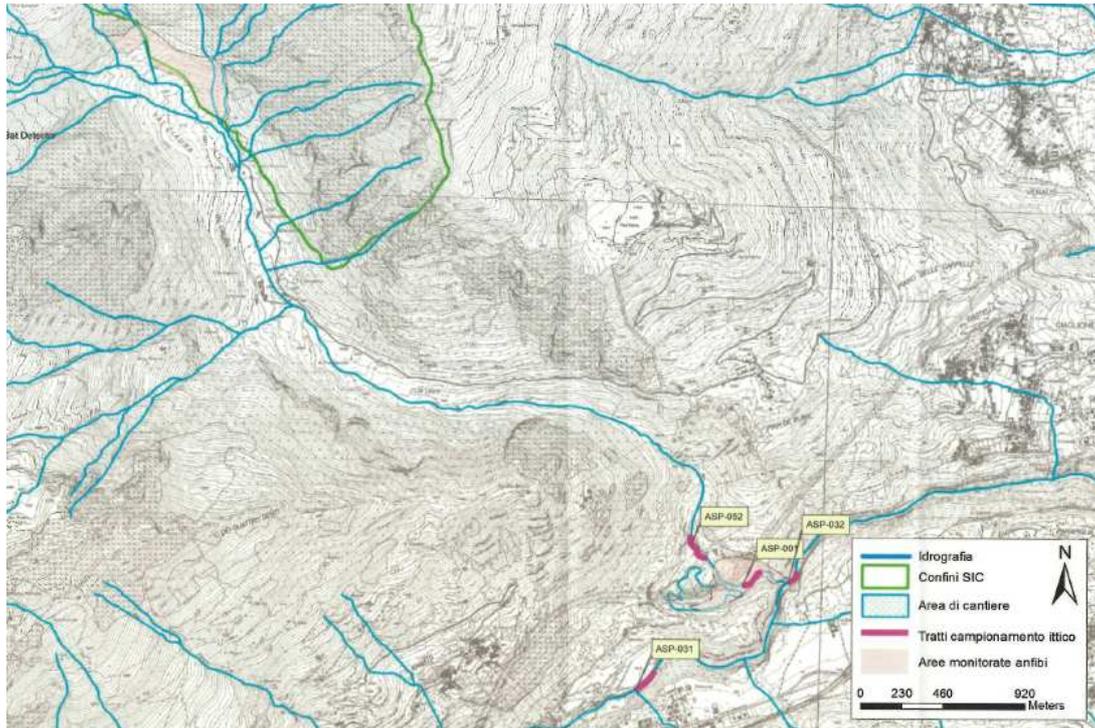


Figura 37 – Punti di monitoraggio della fauna ittica – Planimetria d’insieme



Figura 38 – Punti di monitoraggio della fauna ittica - Dettaglio

Per quanto attiene gli anni di monitoraggio dal 2013 al 2016, i campionamenti di tipo qualitativo eseguiti sul **Fiume Dora Riparia** hanno evidenziato, in linea con i dati di ante operam, un popolamento ittico modesto, costituito dalla sola Trota Fario. Nel 2013 la popolazione era sbilanciata verso gli esemplari adulti, a monte della confluenza con il T.Clarea, e solo leggermente più abbondante a valle della confluenza. Anche nel 2104 si è riscontrata un’abbondanza maggiore nella stazione di valle dopo la confluenza con il T.Clarea. La struttura della popolazione ha mostrato una predominanza di subadulti. Nel 2015 si è rilevata un’abbondanza analoga nelle stazioni di monte e di valle rispetto alla confluenza con il T.

Clarea. La struttura della popolazione ha mostrato una predominanza di adulti e subadulti. Nel 2016 si è rilevato un quadro analogo alla situazione riscontrata nel 2015.

Nel prospetto che segue si riporta l'andamento dell'indice di abbondanza riferito alla stazione a monte della confluenza con il T. Clarea (fonte: *MAD-MA3-FEN-0290-A-PA-NOT – Report annuale 2016 - Fauna acquatica*).

Specie	Indice di abbondanza				
		09/10/2013	09/09/2014	08/10/2015	14/10/2016
Trota fario Salmo (trutta) trutta		2c	2a	2a	2a

**Legenda:**  
 1= occasionale (1 individuo avvistato); 2= raro (pochi individui); 3= comune (specie ben rappresentata); 4= specie abbondante; 5= specie molto abbondante/dominante.  
 Struttura di popolazione: a= ben strutturata; b= predominanza di giovani; c= predominanza di adulti

**Tabella 55 – Indice di abbondanza Stazione Dora Ripara a monte confluenza con T.Clarea**

Nel prospetto che segue si riporta l'andamento dell'indice di abbondanza riferito alla stazione a valle della confluenza con il T. Clarea (fonte: *MAD-MA3-FEN-0290-A-PA-NOT – Report annuale 2016 - Fauna acquatica*).

Specie	Indice di abbondanza				
		09/10/2013	09/09/2014	08/10/2015	14/10/2016
Trota fario Salmo (trutta) trutta		2c	2a	2a	2a

**Tabella 56 – Indice di abbondanza Stazione Dora Ripara a valle confluenza con T.Clarea**

Nella tabella che segue si riportano i risultati aggiornati alla fase di post scavo (2017-2018), così come desunti dal doc. *MAD-MA3-SER-0043-A-AP-NOT*.

Specie	Indice di abbondanza						
		09/10/2013	9/10/2014	8/10/2015	14/10/2016	28/9/2017	27/9/2018
Trota fario Salmo (trutta) trutta		2c	2a	2a	2a	1a	2a

**Legenda:**  
 1= occasionale (1 individuo avvistato); 2= raro (pochi individui); 3= comune (specie ben rappresentata); 4= specie abbondante; 5= specie molto abbondante/dominante.  
**Struttura di popolazione:** a= ben strutturata; b= predominanza di giovani; c= predominanza di adulti.

**Tabella 57 – Indice di abbondanza Stazione Dora Ripara a monte confluenza con T.Clarea (2018)**

Specie	Indice di abbondanza					
	09/10/2013	9/10/2014	8/10/2015	14/10/2016	28/9/2017	27/9/2018
Trota fario <i>Salmo (trutta) trutta</i>	3c	2a	2a	2a	2a	2a
<b>Legenda:</b> 1= occasionale (1 individuo avvistato); 2= raro (pochi individui); 3= comune (specie ben rappresentata); 4= specie abbondante; 5= specie molto abbondante/dominante. <b>Struttura di popolazione:</b> a= ben strutturata; b= predominanza di giovani; c= predominanza di adulti.						

**Tabella 58 – Indice di abbondanza Stazione Dora Ripara a valle confluenza con T.Clarea (2018)**

Nei tratti campionati, che risultano morfologicamente molto simili e vocazionali per la Trota fario e per la Trota marmorata, sono stati rinvenuti soltanto individui della prima specie. Sono mancate specie di accompagnamento quali lo scazzone.

Anche il popolamento tra le due stazioni di monte e di valle si è presentato del tutto simile; poco abbondante e solo moderatamente strutturato, con presenza di esemplari adulti (taglia >25 cm) e subadulti di taglia intorno ai 15-18 cm di lunghezza. Sono risultati assenti i giovani dell'anno, segno di una scarsa o nulla riproduzione naturale in loco.

Nel 2013, i campionamenti di tipo quantitativo effettuati sul **Torrente Clarea** hanno evidenziato una popolazione di Trota fario che presenta un buon popolamento, con completa distribuzione in classi di taglia. In occasione del campionamento di settembre 2013 si è riscontrata, in corrispondenza della stazione di valle, una moria ittica avvenuta nei giorni immediatamente precedenti il rilievo. Il campionamento ha evidenziato la presenza di una biomassa molto inferiore in questa stazione rispetto alla stazione di monte, segno che il popolamento ittico è stato modificato dalla moria riscontrata. Nel secondo anno di monitoraggio (2014) sono stati eseguiti due campionamenti in maggio e ottobre al fine di verificare, in relazione all'evento del 2013, lo stato della popolazione ittica del torrente. I risultati hanno evidenziato, come in precedenza, la sola presenza della Trota fario e una buona ripresa del popolamento ittico, con un incremento della densità degli individui e della biomassa. In particolare nella stazione di valle, è stato rilevato un incremento di individui sia giovani sia adulti. Nel corso del 2015 le attività di monitoraggio si sono svolte solo nel periodo autunnale mostrando complessivamente un incremento nel popolamento rispetto al 2014. La stazione di monte ha presentato valori di densità e biomassa lievemente in calo, ma di entità trascurabile, mentre la stazione di valle del cantiere ha presentato valori superiori alla stazione di monte. Nel 2016 il trend positivo si è confermato, assistendo ad un ulteriore aumento della densità rispetto all'anno precedente.

Nella tabella che segue si riportano i valori relativi a densità e biomassa della popolazione dell'anno 2017 per il Torrente Clarea, rispettivamente per la stazione a monte e a valle del cantiere (cfr. doc. *MAD-MA3-SER-0025-A-AP-NOT*).

Specie	Data campionamento
Trota fario <i>Salmo (trutta) trutta</i>	28/09/2017
Densità (n° individui/ha)	1298
Biomassa (kg/ha)	65

**Tabella 59 – T. Clarea – Stazione di monte del cantiere – Densità e Biomassa - 2017**

Specie	Data campionamento
Trota fario <i>Salmo (trutta) trutta</i>	28/09/2017
Densità (n° individui ha)	1514
Biomassa (kg/ha)	57,7

Tabella 60 – T. Clarea – Stazione di valle del cantiere – Densità e Biomassa - 2017

Nella tabella che segue si riportano i valori relativi a densità e biomassa della popolazione dell'anno 2018 per il Torrente Clarea, rispettivamente per la stazione a monte e a valle del cantiere (cfr. doc. MAD-MA3-SER-0043-A-AP-NOT).

Specie	Data campionamento
Trota fario <i>Salmo (trutta) trutta</i>	27/09/2018
Densità (n° individui ha)	1.719
Biomassa (kg/ha)	55,4

Tabella 61 – T. Clarea – Stazione di monte del cantiere – Densità e Biomassa - 2018

Specie	Data campionamento
Trota fario <i>Salmo (trutta) trutta</i>	27/09/2018
Densità (n° individui ha)	2.944
Biomassa (kg/ha)	95,3

Tabella 62 – T. Clarea – Stazione di valle del cantiere – Densità e Biomassa - 2018

Con riferimento alla stazione di monte nella fase di post scavo si assiste ad un aumento della densità e ad una diminuzione della biomassa indice della minore presenza percentuale di individui di taglia elevata.

Con riferimento alla stazione di valle invece, dai dati emergono valori di densità e biomassa in progressivo aumento nella fase di post scavo. La struttura di popolazione presenta una buona distribuzione in classi di età e si presenta in netto aumento.

#### 4.7.3.2 Anfibi

Di seguito vengono esposti gli esiti del monitoraggio relativo all'area di approfondimento del cantiere (A.5.A – Anfi) il cui monitoraggio è iniziato nel 2012 (Ante operam) e proseguito sino al 2017 - 2018 (fase di post scavo).

Atteso che, come già previsto nel SIA, l'area di cantiere interferiva direttamente con siti in cui è stata riscontrata la Salamandra pezzata (*Salamandra salamandra*), il monitoraggio delle fasi di corso d'opera è proseguito nelle aree A, B e C indicate nello stralcio planimetrico che segue.

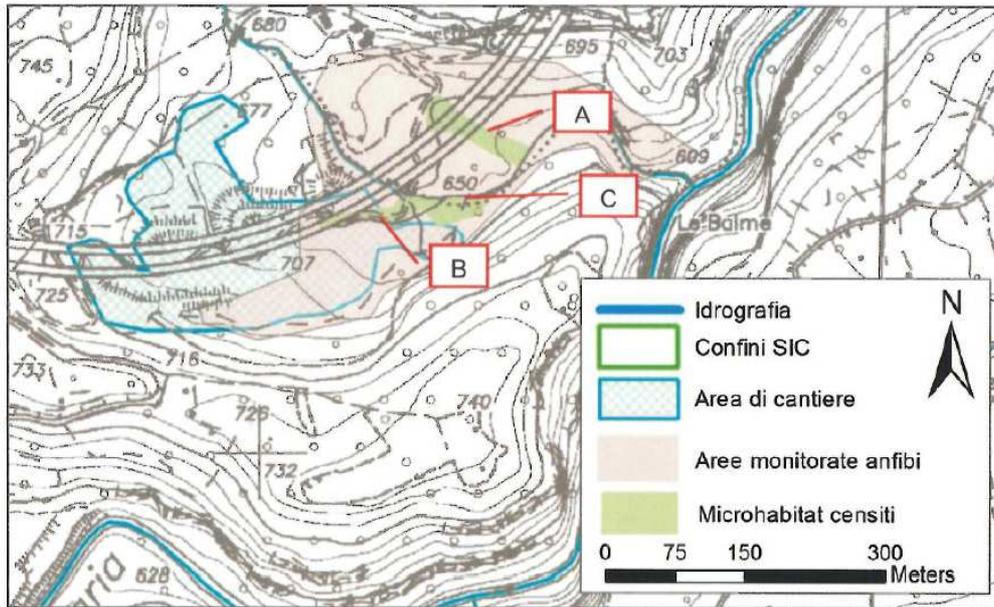


Figura 39 – Stralcio planimetrico del monitoraggio degli anfibi nell’area di cantiere e zone limitrofe

Nel prospetto che segue si riportano i risultati relativi all’andamento dei monitoraggi riferito ai 3 microhabitat oggetto di approfondimento comprensivo degli anni di post scavo 2017-2018. Per ogni ambito e ogni anno sono riportati gli indici oggetto di monitoraggio.

Fase	Corso d’Opera																	
	25/3/2013			25/3/2014			24/3/2015			29/3/16			27/3/2017			26/3/2018		
Microhabitat	A	B	C	A	B	C	A	B	C	A	B	C	A	B	C	A	B	C
Copertura vegetazionale (0-3)	3	2	3	3	2	3	3	2	3	3	2	3	3	2	3	3	2	3
Ombreggiatura (0-3)	2	2	3	2	2	3	3	2	3	3	2	3	3	2	3	3	2	3
Presenza raccolte d’acqua (0-1)	1	0	1	1	1	1	1	0	1	1	0	1	1	1	1	1	0	1
Presenza ovature o larve (0-1)	0	0	0	1	1	0	1	0	0	1	1	0	1	1	1	1	0	1
Somma	7	4	7	7	6	7	8	4	7	8	5	7	8	6	8	8	4	8

Tabella 63 – Andamento degli indici relativi alle zone di monitoraggio dei 3 microhabitat oggetto di analisi, aggiornato all’anno 2018

Le condizioni riscontrate nell’anno 2017 sono risultate complessivamente in miglioramento rispetto all’ultimo anno della fase di scavo (2016). Sono state rinvenute larve anche nel microhabitat C. Il microhabitat B si presenta nuovamente popolato benché alterato per la presenza stabile del cantiere.

Il microhabitat A non risulta modificato negli ultimi anni e presenta buone caratteristiche e stabilità nel popolamento.

Nel 2018 complessivamente la situazione è simile al precedente anno di monitoraggio, a parte il microhabitat B, che si presenta ulteriormente peggiorato. Sono state rinvenute larve anche nel microhabitat C, l'ambiente è però effimero e poco significativo. Il microhabitat A non risulta modificato negli ultimi anni e presenta buone caratteristiche e stabilità nel popolamento.

Rispetto ai microhabitat identificati si riporta il seguente quadro nella fase di post scavo:

- Microhabitat A:
  - Nel 2017 la situazione si presenta simile al 2015 e 2016. Non sono presenti scorrimenti superficiali di acque, probabilmente a causa del periodo stagionale in cui non è ancora consistente il disgelo. Le pozze risultano sempre presenti in sinistra idrografica del T. Clarea, risultano popolate da larve di salamandra pezzata. La densità è pari a circa 6 esemplari/mq.
  - Nel 2018 la situazione si presenta simile agli ultimi anni di monitoraggio, sebbene l'estensione delle pozze risulti ridotta a causa della penuria di acque. Non sono presenti scorrimenti superficiali di acque, probabilmente a causa del periodo stagionale in cui non è ancora consistente il disgelo. Le pozze risultano sempre presenti in sinistra idrografica del T. Clarea, risultano popolate da larve di salamandra pezzata. La densità è pari a circa 2 esemplari/mq. Come già detto il popolamento è stabile seppur soggetto a fluttuazioni.
- Microhabitat B:
  - Nel 2017 sono state trovate larve di salamandra pezzata, come nel 2016. Il microhabitat è condizionato dalla presenza stabile del cantiere in sovrapposizione a questo piccolo sito. Probabilmente la specie continua ad utilizzare questo impluvio come area riproduttiva. È possibile che il successo riproduttivo sia modesto in ragione dell'alterazione dell'area. Più importante può essere la zona perifluviale con alcune pozze isolate, dove recapita questo impluvio e dove sono state rinvenute alcune larve. Nel complesso si è stimata una densità di circa 2 esemplari/mq in questo microhabitat.
  - Nel 2018 non sono state trovate larve di salamandra pezzata in loco. Si rileva un processo di interrimento dell'uscita dell'impluvio (intubato al di sotto del cantiere) oltre che delle pozze in prossimità del torrente Clarea.
- Microhabitat C:
  - Nel 2017 la situazione delle pozze lungo il corso del T. Clarea risulta in condizione simile ai precedenti anni di monitoraggio, in particolare le pozze risultano in collegamento con l'alveo del T. Clarea risultando poco idonee al popolamento da parte della fauna anfibia. Le raccolte d'acqua in corrispondenza del manufatto in disuso sono invece state rinvenute piene e popolate da alcuni esemplari allo stato larvale, con una densità di circa 1 esemplare/mq.
  - Nel 2018 la situazione delle pozze lungo il corso del T. Clarea risulta mutata rispetto ai precedenti anni di monitoraggio, in particolare le pozze precedentemente monitorate risultano in secca, per un piccolo spostamento del tirante idrico, del tutto naturale per un corso d'acqua a regime torrentizio. Altre pozze in collegamento con l'alveo del T. Clarea risultando poco idonee al popolamento da parte della fauna anfibia. Le raccolte d'acqua in corrispondenza del manufatto in disuso sono invece state rinvenute piene e popolate da alcuni esemplari allo stato larvale, con una densità modesta di circa 0.2 esemplare/mq.

### 4.7.3.3 Ornitofauna

Per quanto attiene l'**ornitofauna**, di seguito si riporta uno stralcio planimetrico delle aree campione oggetto di monitoraggio.

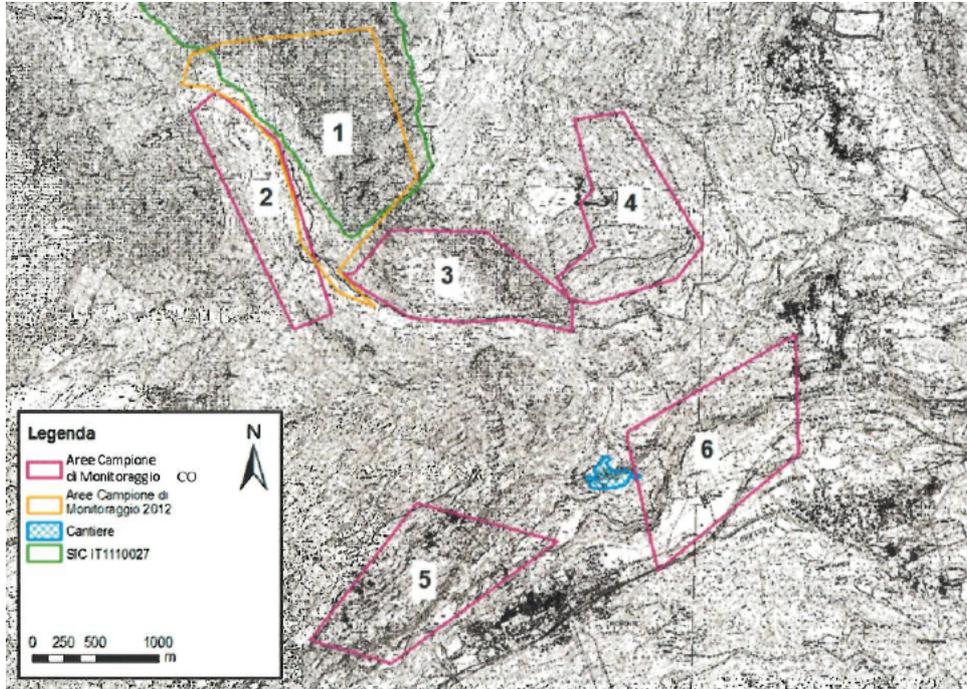


Figura 40 – Localizzazione delle aree campione in cui sono stati effettuati i monitoraggi faunistici

In via preliminare si evidenzia che fenomeni di disturbo a carico dell'avifauna erano stati previsti già nello Studio di Impatto Ambientale. Tali fenomeni si sono manifestati soprattutto nell'area 6 più limitrofa all'area di cantiere e l'evoluzione nel tempo dimostra che si tratta di fenomeni assolutamente reversibili.

Il monitoraggio relativo all'ornitofauna prende in considerazione alcuni indici di diversità (si ricorda che alcune aree campione non sono state oggetto di indagine in alcuni anni, come previsto dalle indicazioni del PMA). Tali indici sono:

1. La **ricchezza specifica** ovvero il numero di specie osservato in una determinata area per periodo di monitoraggio. Più l'indice è elevato e più la comunità risulta complessa e articolata.
2. Il **rapporto tra il numero di specie contattate appartenenti all'ordine dei Passeriformi e tutte le altre specie (non Passeriformi)**. Un valore poco elevato del rapporto tra Passeriformi e non-Passeriformi indica una buona situazione di stabilità e complessità dell'ecosistema.
3. L'**Indice di Shanon e Wiener**. Tale indice esprime la biodiversità del popolamento.
4. L'**indice di equipartizione di Lloyd & Ghelardi (1964)**. misura il grado di ripartizione delle frequenze delle diverse specie nella comunità. Tale indice varia tra 0 (una sola specie presente) e 1 (tutte le specie presenti in eguale abbondanza).
5. L'**Indice di omogeneità o di dominanza di Simpson (1949)** esprime la dominanza delle specie o taxon all'interno della comunità.

L'area 6 è stata quella monitorata in tutti gli anni in quanto più limitrofa al cantiere e maggiormente rappresentativa di potenziali effetti delle attività di cantiere. Complessivamente (cfr. doc. *MAD-MA3-FEN-0289-A-PA-NOT*), per tutti gli anni di monitoraggio per la fase di scavo, si è riscontrata una diminuzione generalizzata della ricchezza specifica accompagnata da un aumento del numero di specie dominanti. Analizzando l'andamento degli indici per l'area 6, limitrofa al cantiere, l'indice di Shannon e Wiener mostra una diminuzione per gli anni 2013 e 2014, seguito da un aumento per il 2015 e 2016. L'indice di equiripartizione nel 2016, per il primo anno tra tutti i rilievi di corso d'opera, mostra una lieve controtendenza ed è in aumento, mentre l'indice di Simpson mostra una diminuzione rispetto al 2015. Nonostante nell'anno di rilievo 2016 gli indici mostrino un leggero miglioramento rispetto ai primi anni di corso d'opera, per l'area 6 è possibile ipotizzare una relazione tra attività di cantiere e caratteristiche del popolamento. Sebbene non sia stata rilevata alcuna alterazione dell'ambiente monitorato durante la realizzazione di transetti e punti d'ascolto, è plausibile che per l'area 6, che tra quelle indagate è maggiormente vicina all'area di cantiere, ci sia un sensibile effetto di disturbo che possa aver contribuito, almeno in parte, agli andamenti rilevati.

Si evidenzia però che nella campagna del 2017, per alcune aree, l'indice di equiripartizione è tornato a valori assimilabili a un contesto non perturbato. Ciò nonostante è aumentata la prevalenza di una o poche specie per le aree di rilievo e il numero di specie dominanti per area, questo è indicativo per ecosistemi poco complessi. Si precisa ulteriormente che nell'area 6 il numero di specie contattate non presenta differenze significative rispetto al 2016, con un leggero incremento rispetto al primo anno di CO mentre nel 2018, anno in cui è stata monitorata solo l'area 6, tale indice è sceso a valori mai riscontrati nella fase di corso d'opera. Tale fluttuazione, a fronte di nessuna azione specifica di cantiere, conferma una fluttuazione naturale degli indici che caratterizzano la componente.

#### ***4.7.3.1 Chiroterofauna***

Per quanto attiene **la chiroterofauna**, di seguito si riporta uno stralcio dei punti di ascolto oggetto di monitoraggio nelle fasi di ante e corso d'opera.

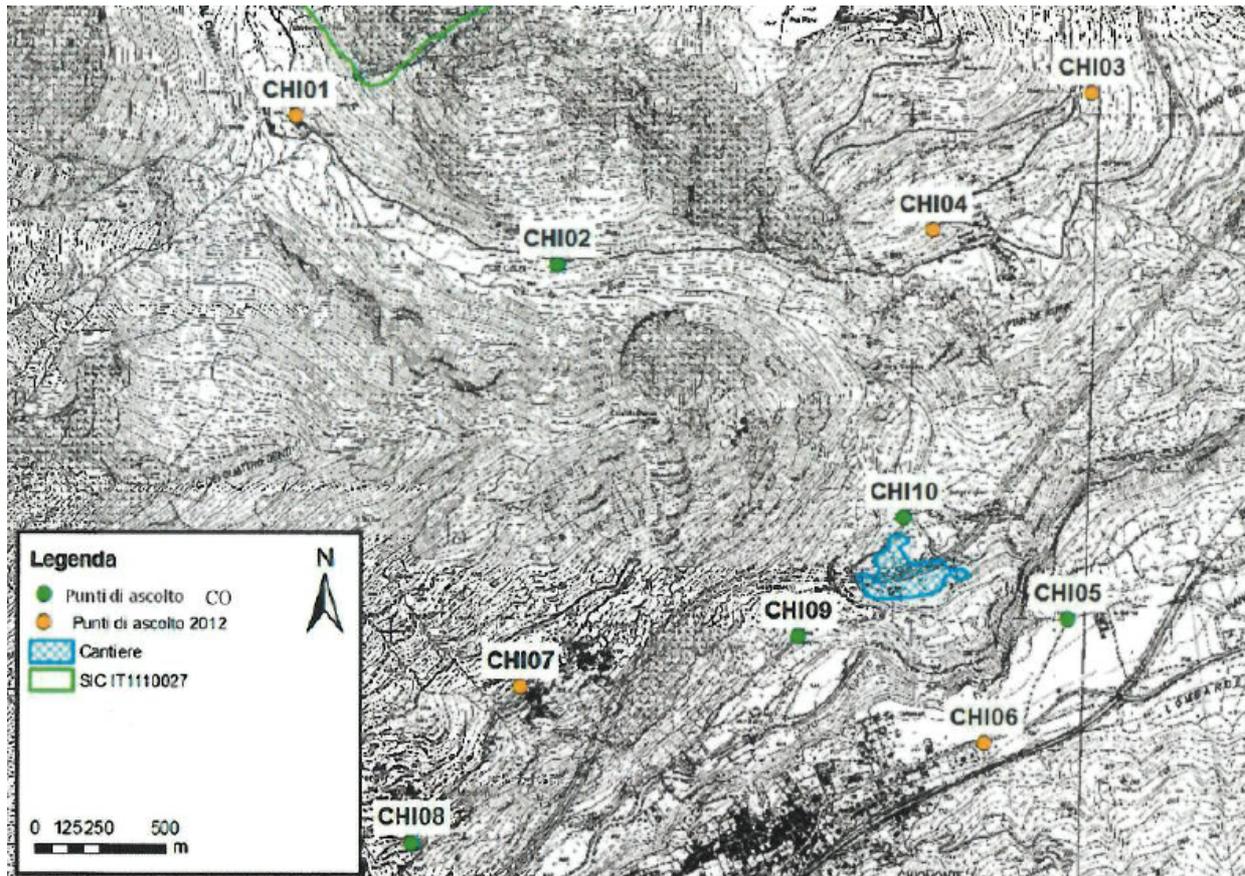


Figura 41 – Punti di ascolto per il monitoraggio della chiroterofauna

In termini generali la chiroterofauna rilevata nell'area vasta di monitoraggio si presenta differenziata per merito dell'ampia varietà di ambienti presenti. In generale non è stata osservata una variazione di specie contattate negli anni di monitoraggio. Per le diverse stazioni di monitoraggio e le diverse aree, non si sono osservati negli anni particolari variazioni nell'Indice di Attività Oraria (IAO). Unica anomalia registrata nell'intero periodo di monitoraggio è il picco di IAO registrato nel 2016 (i.e. 47.1 contatti/ora da confrontare con 26,5 contatti/ora nel 2014 e 21,3 contatti/ora nel 2015). Nel corso dell'anno successivo (2017) è invece stato registrato un calo dell'attività media oraria rispetto al 2016, ma con valori comunque superiori agli anni precedenti (i.e. 31,4 contatti/ora).

Per entrambe le annualità, l'anomalia evidenziata è riconducibile all'alto numero di contatti registrati nel punto CHI09 durante tutta la stagione e in particolare nel mese di settembre. Tale aumento dell'attività rispetto agli anni precedenti potrebbe essere dovuto a una diversa gestione dei filari di vigneto in prossimità del punto CHI09, fattore che però non è possibile accertare. È utile in ogni caso precisare che l'anomalia rilevata è circoscritta al punto CHI09 e che negli altri punti di monitoraggio non sono state registrate variazioni rilevanti del numero di contatti/ora.

Si segnala inoltre che il monitoraggio dell'anno 2017 ha evidenziato un aumento dell'attività mensile rispetto agli anni precedenti nei mesi di giugno e ottobre. Tale variazione è probabilmente dovuta alle diverse condizioni climatiche che hanno caratterizzato i vari anni di rilevamento

Durante il monitoraggio 2018 l'attività media oraria registrata è risultata paragonabile a quella riscontrata nel corso dei monitoraggi 2017 con valori inferiori rispetto al 2016 (47,1

contatti/ora), ma superiori agli anni precedenti. Sull'intero periodo di monitoraggio del 2018 è stata infatti registrata un'attività media di 34,8 contatti/ora, lievemente maggiore rispetto ai 31,4 contatti/ora del 2017, e decisamente superiore ai 26,5 contatti/ora del 2014, e ai 21,3 contatti/ora del 2015.

Nel corso del monitoraggio 2018 è stato inoltre registrato un aumento dell'attività mensile rispetto agli anni precedenti nel mese di agosto che ha riportato i valori di contatti/ora (48,4) più elevati rispetto a tutte le altre fasi del monitoraggio. Anche nel mese di luglio i valori risultano elevati con 45,2 contatti/ora, in linea con quanto riscontrato nell'anno 2016 in cui si è avuta la massima attività. Anche nel mese di settembre (46,8 contatti/ora) i valori risultano elevati, inferiori solo a quelli riscontrati nel 2016, mentre nei mesi di maggio e ottobre i valori risultano in calo rispetto a quanto riscontrato nel biennio 2016-2017. Tale variazione è probabilmente dovuta alle diverse condizioni climatiche che hanno caratterizzato i vari anni di rilevamento.

#### ***4.7.4 Quadro di confronto tra la fase di scavo e di post scavo***

Le valutazioni circa il confronto tra gli stati qualitativi della componente nelle fasi di scavo e post scavo sono disposte nel seguito in maniera specifica con riferimento a ittiofauna, anfibi, ornitofauna, chiroterofauna.

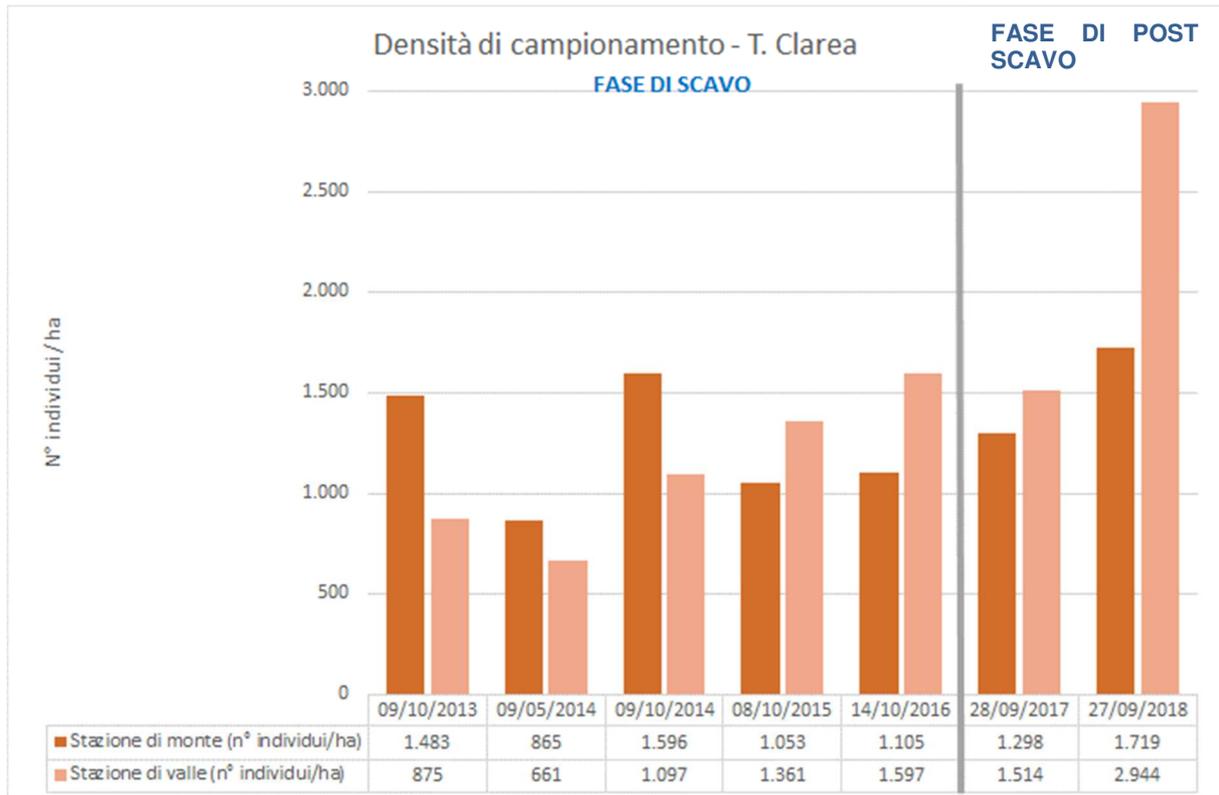
##### ***4.7.4.1 Ittiofauna***

Per quanto attiene gli anni di monitoraggio dal 2013 al 2016 (fase di scavo) e 2017-2018 (fase di post-scavo), i campionamenti di tipo qualitativo eseguiti sul **Fiume Dora Riparia** hanno evidenziato un popolamento ittico modesto, costituito dalla sola Trota Fario, inizialmente sbilanciato verso gli esemplari adulti e solo leggermente più abbondante a valle della confluenza con il T. Clarea (2013).

In fase di post scavo (anno 2017-2018) e nella sola stazione a monte della confluenza con il T. Clarea sono stati rilevati individui di Trota fario solo occasionalmente, ma tale variazione non può essere correlata alla variabilità delle attività di cantiere bensì alle attività alieutiche e alle caratteristiche idrologiche del corpo d'acqua. In relazione ai dati acquisiti sulle sezioni della Dora Riparia, non è possibile stabilire correlazioni dirette o indirette tra le caratteristiche dei popolamenti ittici e le attività di cantiere.

Rispetto al **Torrente Clarea**, nel confrontare la fase di scavo con quella di post scavo, come desumibile dai grafici seguenti, emerge che:

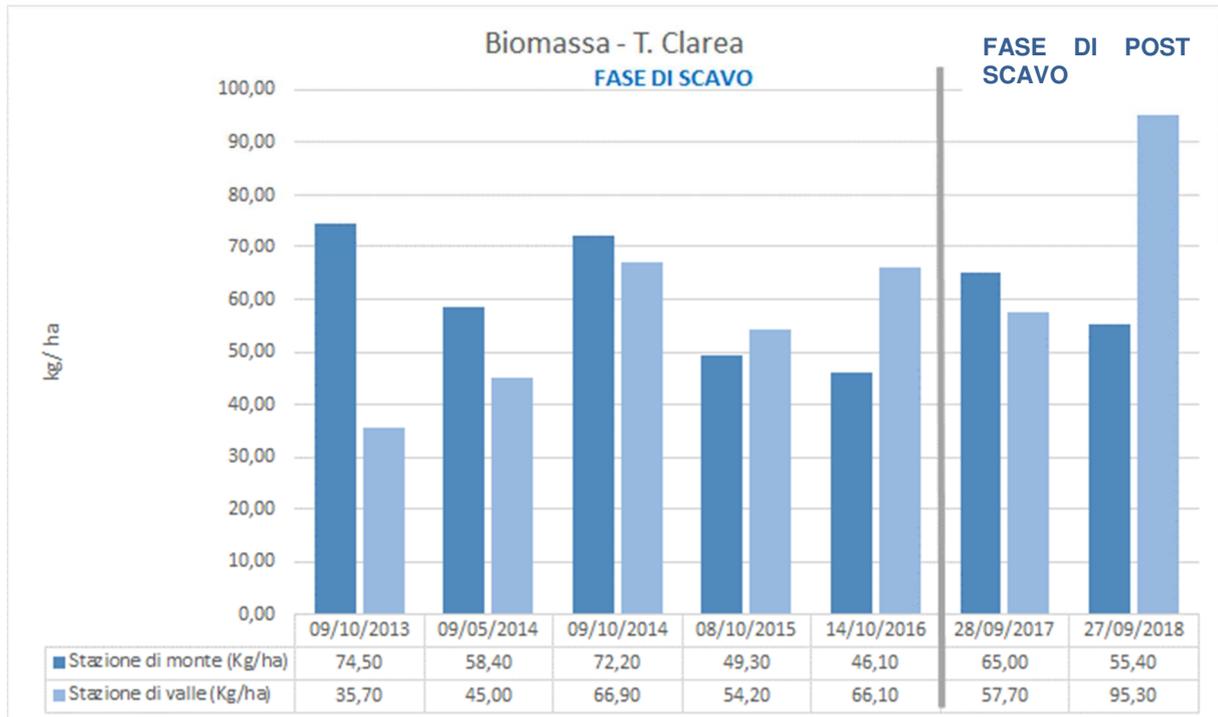
- nella fase di scavo in entrambe le stazioni di monte e valle (soprattutto anni 2013-2014) è visibile un decremento attribuibile anche al prelievo ittico operato dalla pesca sportiva oltre che alle caratteristiche ecologiche del corso d'acqua, influenzate ad esempio dalle condizioni meteorologiche annuali. Tale decremento è riferibile al parametro "densità di campionamento" espresso come numero di individui per ettaro;
- tale decremento risulta in parte annullato considerando l'incremento della fase post-scavo (2017-2018) che vede una densità di campionamento maggiore con valori molto significativi nel 2018;



**Figura 42 - Confronto della densità tra la fase di scavo (2013-2016) e la fase di post scavo (2017-2018) nella Stazione di monte e di valle del T. Clarea**

Dall'analisi del grafico sopra riportato è interessante notare come la densità per ettaro, a partire dall'anno 2015 sino alla fase di post scavo del 2018, mostri una inversione di tendenza con valori maggiori nelle sezioni di valle rispetto a quelle di monte. Tale andamento consente di escludere qualsiasi tipo di condizionamento del cantiere rispetto al parametro visto che tali condizionamenti si manifesterebbero nelle stazioni di valle.

Per quanto attiene la biomassa (espressa come kg/ha), il confronto tra le sezioni di monte e quelle di valle negli anni, indica una certa variabilità del parametro che nel 2015 e 2016 presenta valori maggiori nelle sezioni di valle, mentre nell'anno 2017 il trend risulta invertito, pur non potendo imputare tale assetto ad attività di cantiere. E nel 2018 si segnalano, in analogia al 2015 e 2016 valori più elevati nella sezione di valle.



**Figura 43 – Confronto della biomassa tra la fase di scavo (2013-2016) e la fase di post scavo (2017) nella Stazione di monte e di valle del T. Clarea**

In linea generale per tutti i parametri legati all’ittiofauna si manifesta una discreta variabilità dei risultati influenzati da tantissimi fattori non necessariamente correlati alle attività di cantiere.

#### 4.7.4.2 Anfibi

Il monitoraggio della fauna anfibia vede l’applicazione di indici relativi alle variabili ambientali (copertura vegetazionale, ombreggiatura, presenza di raccolte d’acqua, presenza di ovature o larve) dei microhabitat umidi (A, B, C) e l’individuazione di possibili aree di passaggio. Sottolineando che l’unico anfibio riscontrato è stato la salamandra pezzata (*Salamandra salamandra*), dal confronto dei dati raccolti in fase di scavo (2013-2016) e fase di post scavo (2017-2018) emerge che:

- il microhabitat A non risulta modificato a seguito delle attività di cantiere e nel complesso i valori espressi nella fase di post scavo sono i massimi per altro già raggiunti negli anni 2015 e 2016;
- il microhabitat B risulta essere il più interferito, in considerazione dell’evoluzione dell’area di cantiere, e presenta indici fluttuanti anche nella fase di post scavo;
- il microhabitat C nella fase di post scavo presenta indici complessivi migliori dell’ultimo anno della fase di scavo anche se senza specifiche correlazioni con le attività di cantiere.

Dall’analisi dei dati relativi alla sommatoria degli indici analizzati si evidenzia che la stazione A presenta sommatorie identiche nell’ultimo triennio, mentre la stazione C mostra addirittura negli anni 2017-2018 (post scavo) i valori più alti mai rilevati a partire dal 2013. La stazione B, quella più prossima al cantiere presenta una sommatoria con un andamento progressivamente crescente a partire dal 2015 sino al 2017 con un leggero peggioramento nel 2018.

L'analisi dei risultati definisce un quadro di discreta variabilità in cui eventuali impatti legati alle attività di cantiere risultano comunque, indipendentemente dalla magnitudo, reversibili. Tale aspetto si manifesta specificatamente nell'area B.

#### **4.7.4.3 Ornitofauna**

Atteso che, come anticipato, l'unica area nella quale in tutti gli anni si è proceduto ad effettuare il monitoraggio è l'area 6, vale a dire quella più vicina al cantiere, dall'analisi degli andamenti degli indici nelle altre aree (quelle più lontane dal cantiere e da esso non influenzate) si evince una certa variabilità dei dati acquisiti. Le distanze delle aree di monitoraggio da quella di cantiere risultano essere:

- Area 2 > 2,9 km in linea d'aria;
- Area 3 > 1,5 km in linea d'aria;
- Area 4 > 1,2 km in linea d'aria;
- Area 5 > 1 km in linea d'aria.

La variabilità dei dati in aree di monitoraggio così lontane dall'area di cantiere, soprattutto in una condizione in cui si è dimostrato (cfr capitolo Rumore) che gli effetti acustici del cantiere si esauriscono all'interno della conca del Clarea, quindi nell'immediato intorno dello stesso, evidenzia che gli andamenti dei valori acquisiti, non potendo essere correlati alle attività di cantiere, sono evidentemente legati a molteplici fattori, climatici, stagionali e anche contingenti rispetto al momento del monitoraggio. Alla luce di quanto sopra risulterebbe utile considerare le aree 2, 3, 4 e 5 (quelle più lontane – monitorate solo negli anni 2013, 2015, 2017) come aree di "bianco" in cui monitorare la componente per verificare la naturale variabilità dei parametri misurati su popolamenti non disturbati.

Per quanto riguarda l'area 6, quella più prossima al cantiere, nella quale è ragionevole ipotizzare che si sia manifestato un effetto di disturbo legato alle lavorazioni, si evidenzia che il numero di specie contattate nel 2017 non presenta differenze significative rispetto al 2016, con un leggero incremento rispetto al primo anno di CO. Tuttavia nel 2018 si sono registrati valori inferiori rispetto alla fase di scavo. Nonostante non sia stata visivamente rilevata alcuna alterazione dell'ambiente monitorato durante la realizzazione di transetti e punti d'ascolto, è plausibile che per i punti e le aree più vicine all'area di cantiere ci sia un effetto di disturbo che possa aver contribuito, almeno in parte, alla diminuzione di complessità delle ornitocenosi presenti. Si ritiene tuttavia che tale situazione possa essere considerata reversibile, con un possibile ritorno a valori riferibili a situazioni non perturbate. I valori della fase di post scavo possono essere comunque indicativi di una situazione di variabilità dell'indice in quanto nel 2018 non si sono verificate azioni di cantiere con effetti di disturbo significativi tali da avere effetti sulla ricchezza delle specie monitorate. Per altro, riferendosi al rapporto Passeriformi/non Passeriformi si evidenzia come nel 2018 si siano rilevato il valore più basso di tutti gli anni di monitoraggio a significare comunque una buona situazione di stabilità e complessità dell'ecosistema.

#### **4.7.4.4 Chiroterofauna**

Confrontando i risultati del monitoraggio in fase di post scavo (2017-2018) con i risultati degli anni precedenti (fase di scavo 2013-2016), non si osservano particolari variazioni nell'Indice di Attività Oraria (IAO), ad eccezione che per la conferma dell'alta attività presso la stazione CHI09 in cui si osserva un IAO decisamente superiore rispetto a quello rilevato nelle altre

stazioni anche se inferiore rispetto a quello riscontrato nel 2016. Si può ipotizzare che il notevole incremento dell'attività rispetto agli anni precedenti nel punto CHI09, riscontrato a partire dal 2016, sia dovuto a una diversa gestione dei filari di vigneto in prossimità della stazione che può avere influito sulla disponibilità di insetti e quindi risorse trofiche per i Chiroterteri.

Per la chiroterrofauna non sembra possibile individuare correlazioni specifiche tra i dati acquisiti e le attività di cantiere, anche in ragione del fatto che l'Indice di Attività Oraria (come nel caso del 2016 per la stazione CHI09) possa essere influenzato dalla modalità di gestione dei filari di vigneto. Attività, questa, del tutto estranea al funzionamento del cantiere de La Maddalena. In conclusione si ritiene che le possibili correlazioni tra le fasi di scavo e post scavo e gli indici che caratterizzano la chiroterrofauna siano poco significative.

#### **4.8 Ecosistemi e rete ecologica**

##### ***4.8.1 Sintesi del quadro di compatibilità dello scavo rispetto a quanto già acclarato nel parere 2471 del 21 luglio 2017 della CTVIA***

Il parere 2471 del 21 luglio 2017 della CTVIA evidenzia che il monitoraggio eseguito non ha rilevato alcuna interazione significativa tra l'opera e il SIC – Boscaglie di Tasso di Giaglione e che è confermata l'assenza di interferenze con la rete ecologica a livello di area vasta.

##### ***4.8.2 Ulteriori valutazioni***

Il PMA di corso d'opera ha previsto lo svolgimento nell'area del SIC di un rilievo integrativo rispetto a quello di ante operam, con lo scopo di individuare possibili specie non censite nell'anno 2012. L'area monitorata ha riguardato le superfici che presentavano caratteristiche potenzialmente idonee alla presenza di fauna anfibia (Salmandra).

Il monitoraggio, effettuato negli anni 2013 e 2015, ha riguardato la ricerca di anfibi all'interno dell'area del SIC Boscaglie di Tasso di Giaglione. Le campagne si sono interrotte nel 2015 confermando l'assenza di interazioni evidenti tra l'ambiente idrico superficiale e lo scavo del cunicolo e conseguentemente l'inesistenza di fattori di rischio che potessero modificare gli habitat di riferimento per gli anfibi.

Proprio per l'assenza di interazioni tra la fase di scavo e il SIC in oggetto, non sono state fatte ulteriori indagini nella fase di post – scavo.

Rispetto alla componente, con specifico riferimento al sito Natura 2000 Boscaglie di Tasso di Giaglione, l'assenza di impatti legati alla realizzazione dell'opera, rende non pertinente la valutazione circa la possibile reversibilità dell'impatto stesso.

#### **4.9 Rumore**

##### ***4.9.1 Sintesi del quadro di compatibilità dello scavo rispetto a quanto già acclarato nel parere 2471 del 21 luglio 2017 della CTVIA***

Il parere 2471 del 21 luglio 2017 della CTVIA rileva che non si evidenzia una diretta correlazione tra le principali attività di cantiere e l'andamento dei valori misurati, tuttavia, vista

la vicinanza al cantiere della Borgata Clarea e l'esito delle simulazioni acustiche, è stato svolto uno studio di dettaglio al fine di identificare l'eventuale contributo del cantiere al clima acustico del recettore. Già in fase AO erano infatti stati evidenziati valori simili nei due intervalli diurno e notturno ed entrambi superiori ai limiti di soglia.

Nelle ulteriori postazioni di monitoraggio si evidenzia una coerenza con i livelli misurati in AO e il superamento dei limiti di riferimento. Tali superamenti non sono correlabili alle attività di cantiere.

In relazione agli approfondimenti modellistici fatti emerge che la morfologia della valle crea un effetto ad imbuto per cui il rumore del cantiere impatta i ricettori della Borgata Clarea e della Maddalena ma è da ritenersi assolutamente trascurabile al comune di Chiomonte.

Con riferimento alla Borgata Clarea, tenuto conto della situazione rilevata in fase di costruzione si è operato un approfondimento per l'identificazione del contributo delle attività di cantiere sul dato registrato in Corso d'Opera in collaborazione con Arpa Piemonte, al termine del quale si è stabilito di procedere alla richiesta di deroga alle amministrazioni di competenza (concessa con provvedimento autorizzativo unico n.232 del 06/06/2017 rilasciato dal SUAP DELLE VALLI con condizioni e prescrizioni pervenute dal Comune di Giaglione e ARPA Piemonte).

I livelli attesi al ricettore del museo della Maddalena imputabili al cantiere sono conformi ai limiti della classe di riferimento ovvero la classe II con limiti pari a 55 dB(A) diurni.

I livelli attesi in Borgata Clarea sono superiori ai limiti di classe II ma tale superamento era già stato evidenziato in Ante Operam ed è principalmente dovuto alla presenza dell'Autostrada A32 e del torrente Clarea nelle immediate vicinanze.

Il quadro di compatibilità rilevato consente anche di poter ritenere come rappresentative le valutazioni e le misure che afferiscono direttamente alla conca (e immediato intorno) in cui è inserito il cantiere mentre di minore interesse risultano le indagini che vengono fatte a livello di scala più vasta.

#### ***4.9.2 Le misure mitigative adottate***

Nella fase di post scavo, essendo stati smontati i nastri trasportatori, le uniche due sorgenti fisse all'interno dell'area di cantiere risultano essere il ventolino della galleria e l'impianto di depurazione con medesime caratteristiche emissive e mitigative della fase di scavo.

Tuttavia si segnala, per entrambi gli impianti, che il regime di funzionamento risulta ridotto in ragione delle minori esigenze operative.

#### ***4.9.3 Gli esiti del monitoraggio ambientale***

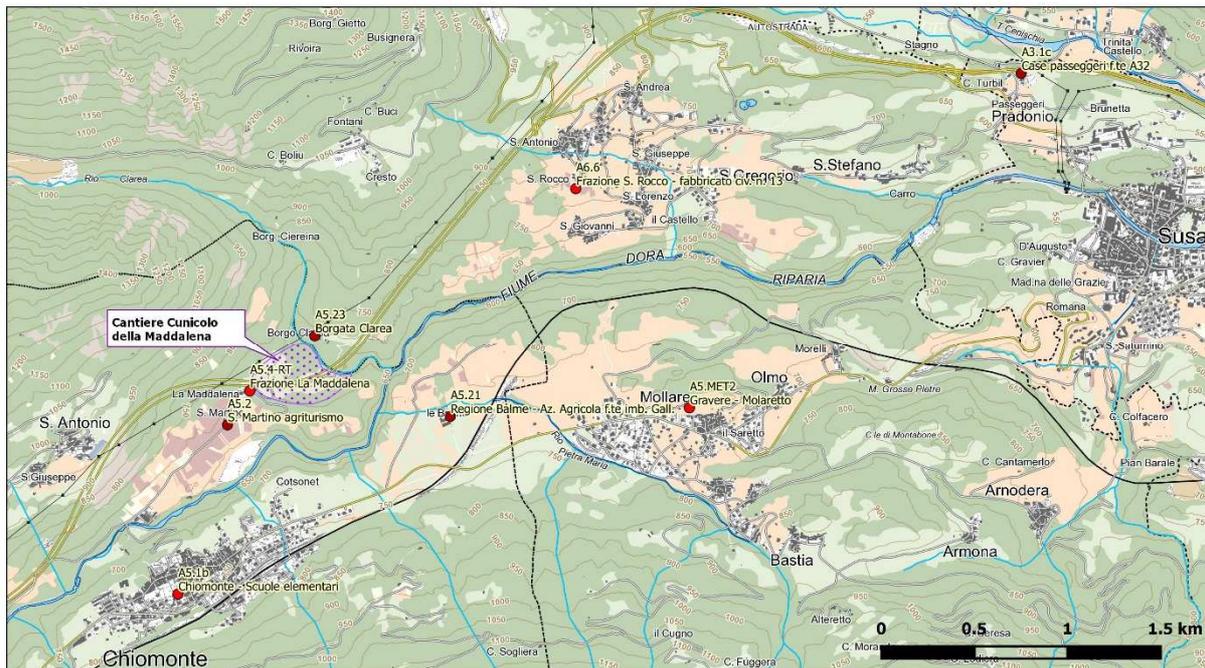
Il monitoraggio del clima acustico è stato condotto sia all'interno del cantiere con postazione fissa in continuo, sia nell'area esterna ricadente nei Comuni di Chiomonte, Gravera e Giaglione mediante rilievi continui di 48 ore nei periodi di riferimento diurno e notturno, con frequenza mensile o bimestrale presso gli ambienti di vita distribuiti nell'intorno dell'area di cantiere.

Il rumore del Traffico Veicolare (RT) è stato monitorato, in regime di sorveglianza, nell'unico punto di Susa (A3.1c – Case passeggeri) presso abitazioni civili ubicate nelle vicinanze della A32 – Torino-Bardonecchia.

Di seguito l'elenco delle stazioni oggetto di monitoraggio e la relativa ubicazione sul territorio:

- **Rumore da cantiere (RC):**
  - o **A5 – Comuni di CHIOMONTE-GRAVERE:**
    - A5.1b – Chiomonte, Scuole elementari;
    - A5.2 – San Martino Agriturismo;
    - A5.4-RC – Frazione La Maddalena (attivazione a valle della restituzione dell’area museale)
    - A5.20 – Gravere, abitazioni f.te piana Balme;
    - A5.21 – Regione Balme f.te imocco Ovest gall. Giaglione;
    - A5.23 – Borgata Clarea
    - A5.Met2 – Gravere Molaretto
  - o **A6 – Comuni di GIAGLIONE:**
    - A6.6 – Frazione San Rocco
- **Rumore da traffico (RT):**
  - o **A3 – Comune di SUSA:**
    - A3.1 – Case passeggeri;

## Punti monitoraggio rumore



**Punti monitoraggio LTF**   Cantiere La Maddalena

- Rumore - Altre stazioni
- Rumore - Staz. di sorveglianza

**Figura 44 - Planimetria stazioni di monitoraggio (Fonte ARPA Piemonte)**

Atteso che con parere 2471 del 21 luglio 2017 è stato accertato che gli effetti acustici delle attività di cantiere non si manifestano al di fuori della conca del Clarea, di seguito sono riportati i dati del monitoraggio ambientale comprensivi della fase di post scavo unicamente per la sola

stazione A.5.23 – Borgata Clarea, in quanto questa risulta l'unica stazione rappresentativa per poter formulare le valutazioni di cui al capitolo successivo in merito al confronto tra le fasi di scavo e quelle di post scavo.

### A5.23 – Borgata Clarea

Il recettore relativo alla postazione A5.23 è il recettore più vicino al cantiere, ubicato a circa 200 metri dal perimetro est. L'edificio in oggetto è però disabitato ed il clima acustico dell'area è risultato fortemente influenzato dalla presenza del torrente Clarea nelle immediate vicinanze.

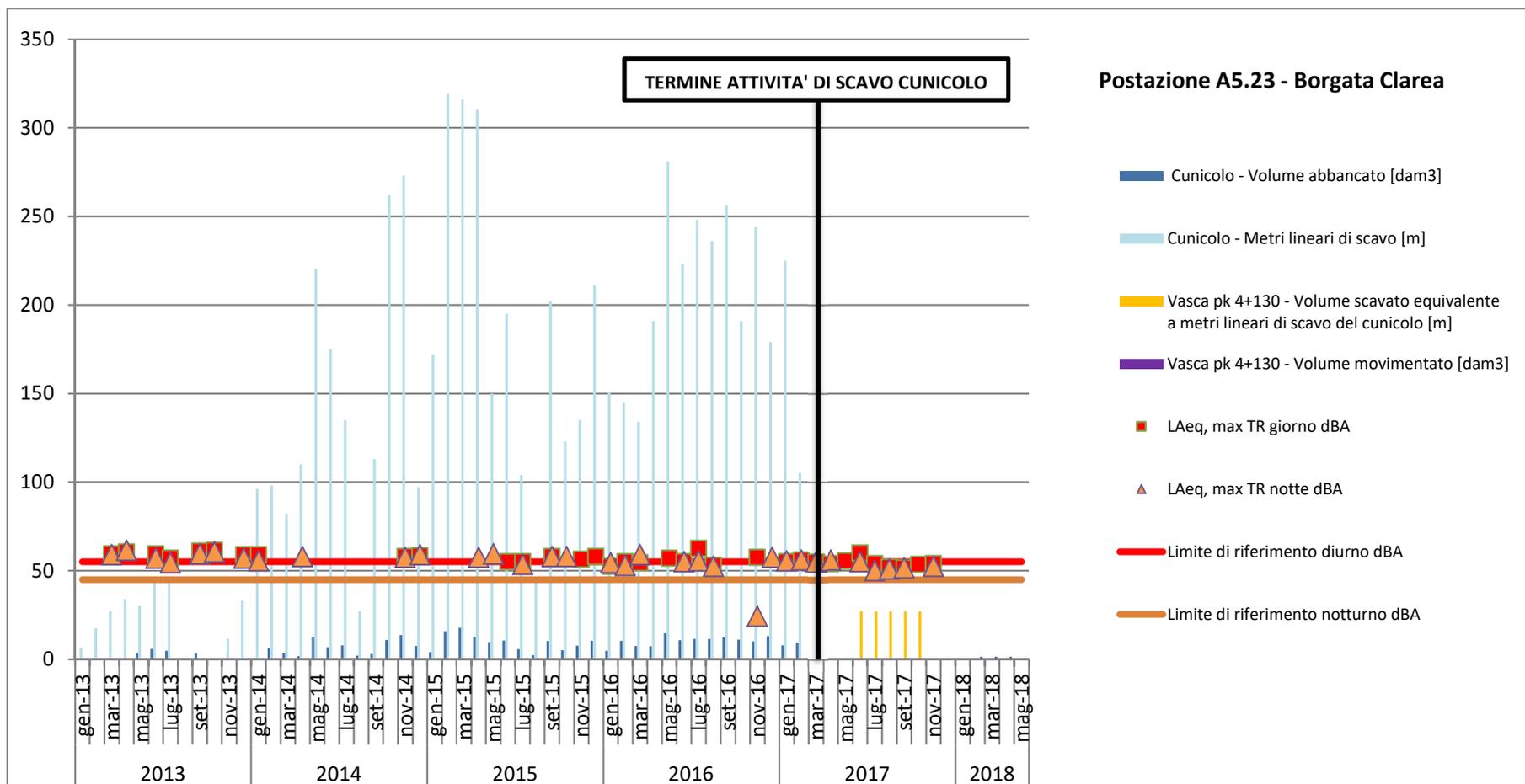


Figura 45 – Correlazione tra le misure effettuate nella postazione A5.23 e la produttività del cantiere a confronto con i valori limite.

Come è evidente dai grafici seguenti, i valori misurati nel tempo di riferimento diurno sono diffusamente superiori al valore limite previsto dal Piano di Classificazione Acustica (55 dB(A)) nelle fasi di scavo mentre tendono a diminuire nelle fasi di posto scavo in cui risultano più frequentemente entro i limiti di piano.

Per quanto riguarda il periodo notturno, tutti i livelli misurati sia nella fase di scavo che di post scavo sono superiori al valore limite previsto dal Piano di Classificazione Acustica (45 dB(A)).

La linea rossa verticale nel grafico che segue indica il termine delle attività di scavo del Cunicolo. Dal confronto tra le misure di rumore realizzate prima e dopo il termine dell'attività di scavo, in periodo diurno emerge una diminuzione tendenziale dei livelli registrati presso il recettore, che si attestano al di sotto del valore limite previsto dal Piano di Classificazione Acustica (55 dB(A)).

Con riferimento alle misure realizzate in periodo notturno invece, nonostante si rilevi la loro diminuzione, i livelli continuano ad attestarsi al di sopra del limite di soglia.

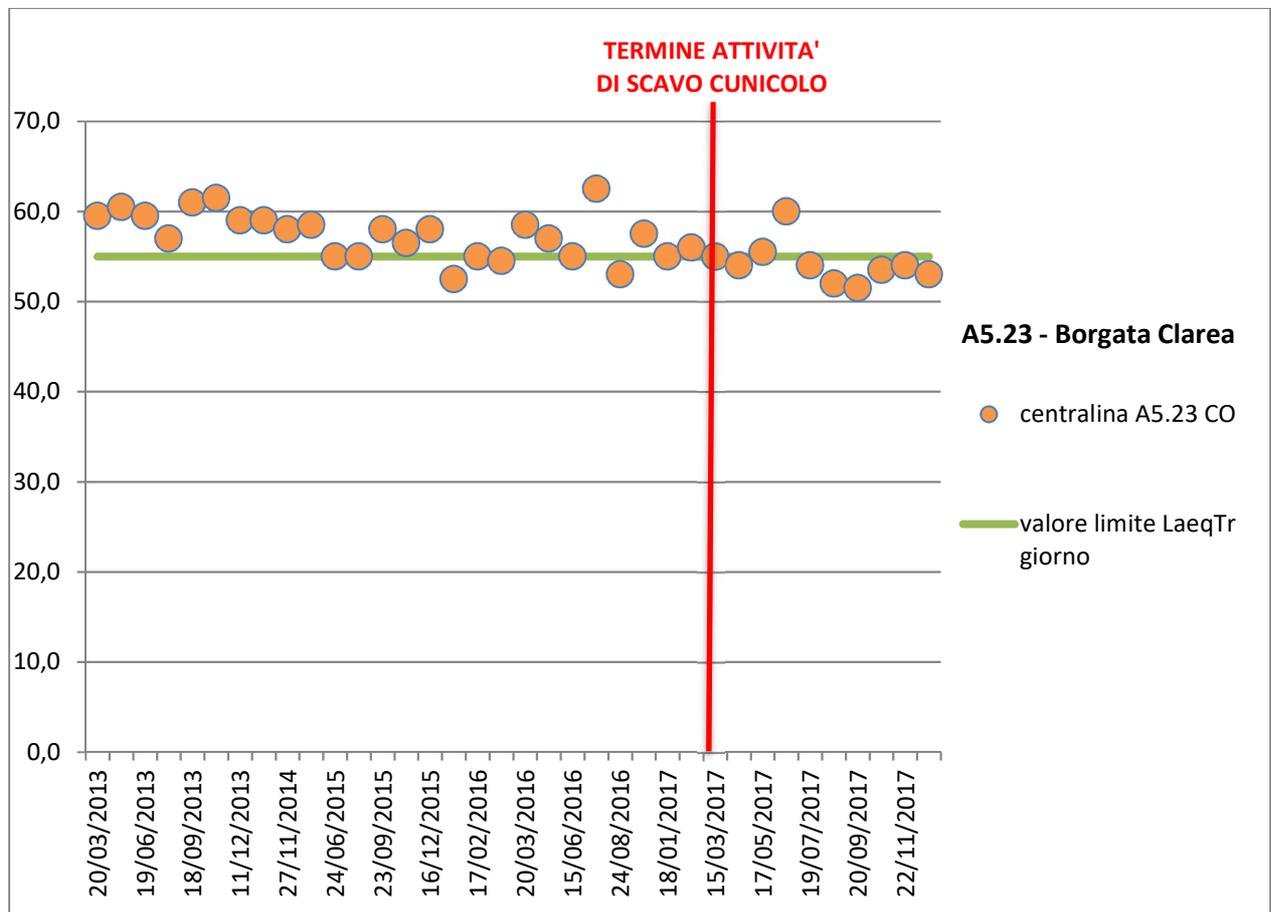


Figura 46 – Misure AO e CO postazione A5.23 periodo DIURNO a confronto con i limiti di riferimento

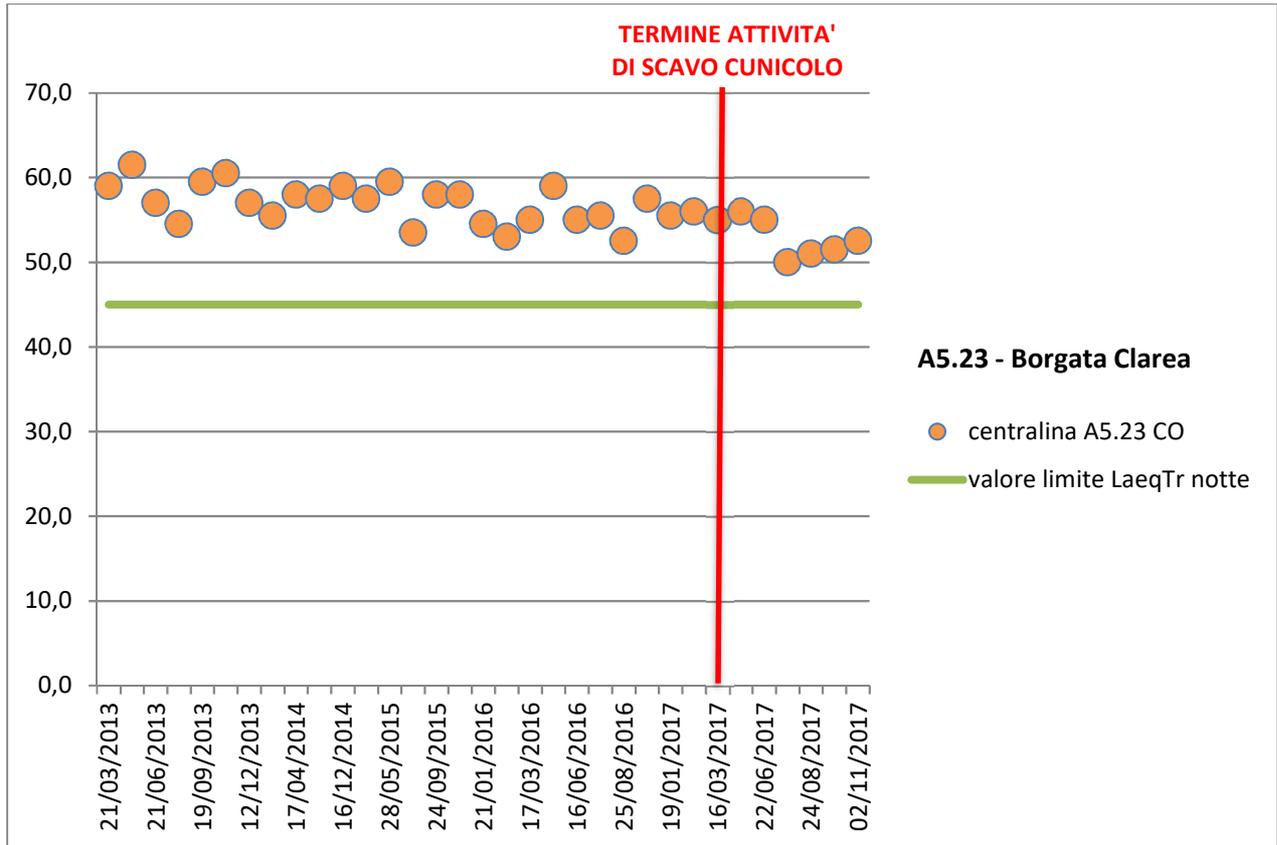


Figura 47 – Misure AO e CO postazione A5.23 periodo NOTTURNO a confronto con i limiti di riferimento

Nella figura seguente si riporta invece l'andamento dei livelli di rumore misurati in periodo diurno e notturno nella postazione di controllo interna al cantiere (denominata RUM-CF) attiva in continuo da gennaio 2013 dai quali si evince una tendenziale diminuzione delle emissioni nella fase di post scavo.

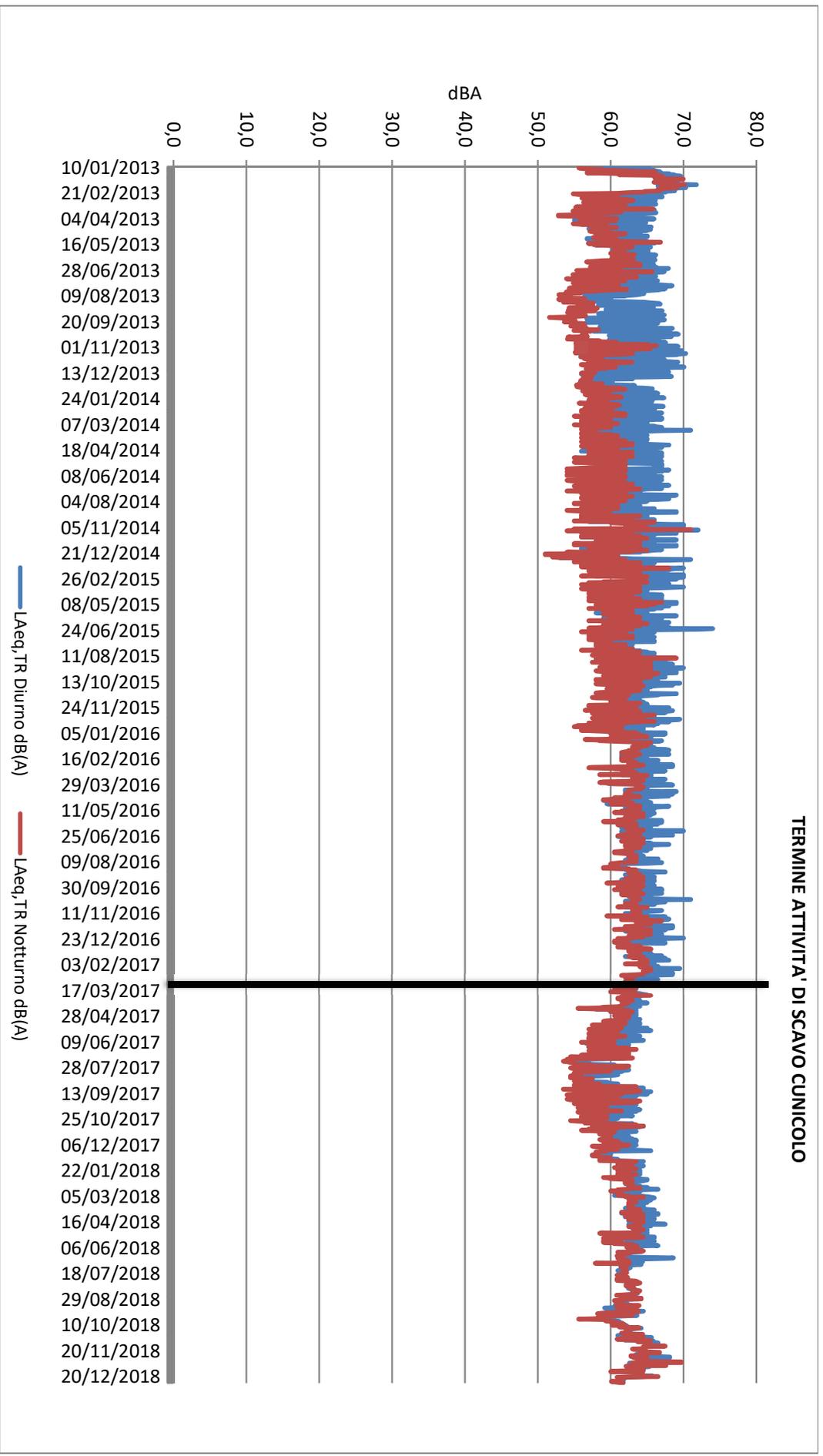


Figura 48 – Misure postazione RUM-CF periodo diurno e notturno

Visto il contesto di riferimento per la Borgata Clarea, si è quindi proceduto ad un'attenta analisi per l'identificazione del contributo delle attività di cantiere sul dato registrato in Corso d'Opera in collaborazione con Arpa Piemonte, al termine del quale si è stabilito di procedere alla richiesta di deroga alle amministrazioni di competenza.

L'autorizzazione in deroga ai limiti di zonizzazione acustica per le attività di cantiere è stata concessa con provvedimento autorizzativo unico n.232 del 06/06/2017 rilasciato dal SUAP DELLE VALLI con condizioni e prescrizioni pervenute dal Comune di Giaglione e ARPA Piemonte.

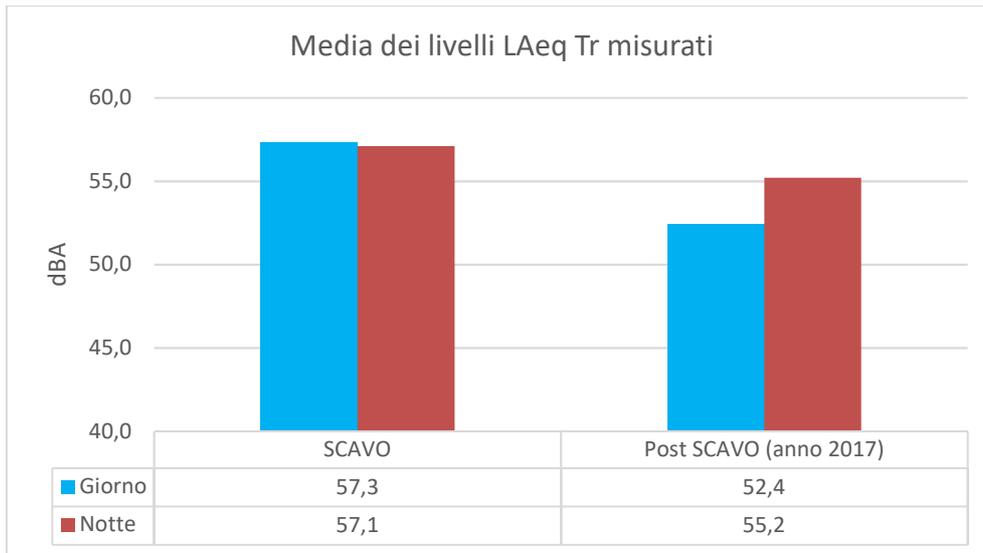
Nel parere di ARPA Piemonte (prot n°36432, fascicolo F06\_2017\_01235 del 27/04/2017), richiesto dal Comune di Giaglione, viene evidenziato che, a valle delle ulteriori verifiche strumentali *“non risultavano possibili ulteriori interventi di riduzione del rumore sostenibili da un punto di vista tecnico-economico”*, e *“che i livelli sonori richiesti in deroga sono coerenti con quanto definito nell'ambito delle attività di sorveglianza svolte da questa Agenzia”*.

Successivamente ad una modellizzazione acustica dell'area di cantiere, tenuto conto del fatto che il ricettore di Borgata Clarea è disabitato e che il rumore di fondo è più elevato di quello prodotto dal cantiere, si è concordato sulla necessità di regolamentare il superamento attraverso il rilascio di un'autorizzazione in deroga previa opportuna istanza secondo i criteri stabiliti dalla Linee Guida Regionali (D.G.R. n.20-4049 del 27/06/12) con livelli sonori che non eccedono le soglie di 65 dBA diurno e 60 dBA notturno intesi come livelli assoluti di immissione al ricettore.

#### ***4.9.4 Quadro di confronto tra la fase di scavo e di post scavo***

L'analisi dei dati del monitoraggio del rumore relativo agli anni 2017-2018, periodo in cui le attività di scavo erano interrotte e si è proceduto con attività di modesta entità (realizzazione vasche), smontaggio della TBM e smobilizzo del cantiere, confermano anzitutto le valutazioni a suo tempo esposte per la fase di scavo.

In particolare è stata effettuata una comparazione tra la media dei livelli misurati al ricettore A5.23 (Borgata Clarea) in fase di scavo (anni 2013-2016) e la media dei livelli misurati durante la fase post scavo (anno 2017); tale analisi è stata effettuata sia per il periodo diurno sia per il periodo notturno.



**Figura 49 – Confronto tra i valori medi di LAeq Tr diurni e notturni**

I valori riportati nel grafico evidenziano che:

- Durante la fase di scavo la media dei livelli misurati LAeq in periodo notturno era ampiamente superiore al valore limite individuato per la classe di riferimento ovvero 45 dBA;
- Durante la fase di scavo la media dei livelli misurati LAeq in periodo diurno era superiore al valore limite individuato per la classe di riferimento ovvero 55 dBA;
- Nell'anno 2017 (Post scavo) la media dei livelli misurati LAeq in periodo notturno è risultata ampiamente superiore al valore limite individuato per la classe di riferimento ovvero 45 dBA;
- Nell'anno 2017 (Post scavo) la media dei livelli misurati LAeq in periodo diurno è risultata inferiore al valore limite individuato per la classe di riferimento ovvero 55 dBA.

L'analisi dei dati sopra riportati evidenzia come nella fase di Post scavo sia i livelli misurati di giorno sia i livelli misurati di notte sono diminuiti confermando la natura reversibile dell'impatto e confermando la presenza di sorgenti che inficiano il clima acustico notturno indipendentemente dalla presenza del cantiere.

#### 4.10 Vibrazioni

##### ***4.10.1 Sintesi del quadro di compatibilità dello scavo rispetto a quanto già acclarato nel parere 2471 del 21 luglio 2017 della CTVA***

Il parere 2471 del 21 luglio 2017 della CTVA rileva che i valori ponderati di accelerazione sui tre assi X, Y e Z misurati in tutte le postazioni nel corso d'Opera sono ampiamente inferiori ai valori limite che risultano essere 7,2 mm/s<sup>2</sup> nel periodo diurno e 5,2 mm/s<sup>2</sup> nel periodo notturno.

L'impatto generato dalle vibrazioni non ha determinato problematiche di natura diretta o indiretta sullo stato delle preesistenze confermando le valutazioni degli studi previsionali.

#### 4.10.2 Le misure mitigative adottate

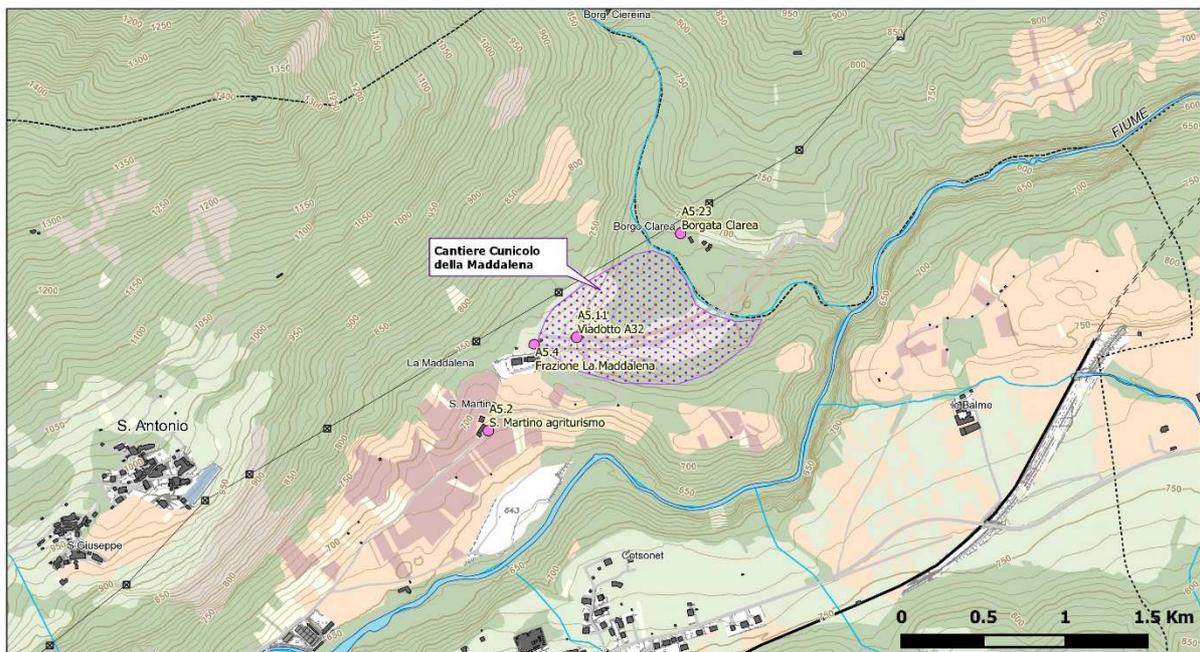
Nella fase di post scavo, in analogia a quella di scavo, non sono stati previsti specifici interventi di mitigazione a carico della componente.

#### 4.10.3 Gli esiti del monitoraggio ambientale

Di seguito l'elenco delle stazioni oggetto di monitoraggio e la relativa ubicazione sul territorio:

- **A5** – Comuni di CHIOMONTE-GRAVERE:
  - A5.2 – San Martino agriturismo;
  - A5.4-RT – Frazione La Maddalena;
  - A5.11 – Viadotto A32
  - A5.23 – Borgata Clarea

### Punti monitoraggio vibrazioni



#### Punti monitoraggio LTF - Staz. di sorveglianza

- Vibrazioni
- Cantiere La Maddalena

**Figura 50 – Planimetria stazioni di monitoraggio (Fonte ARPA Piemonte)**

Di seguito si riportano su grafici per ogni punto e per ciascun periodo di misura diurno e notturno i valori misurati ponderati in frequenza ai sensi della norma UNI9614N in  $\text{mm/s}^2$  per ciascun asse di riferimento (X, Y e Z) per tutte le campagne di misura effettuate nell'ambito del piano di monitoraggio ambientale. Pertanto sono riportati di seguito esclusivamente i valori relativi alle stazioni del Monitoraggio Ambientale. Gli anni dal 2013 al 2016 sono significativi della fase di scavo, mentre quelli riferiti al 2017 e 2018 sono riferiti alla fase di post scavo.

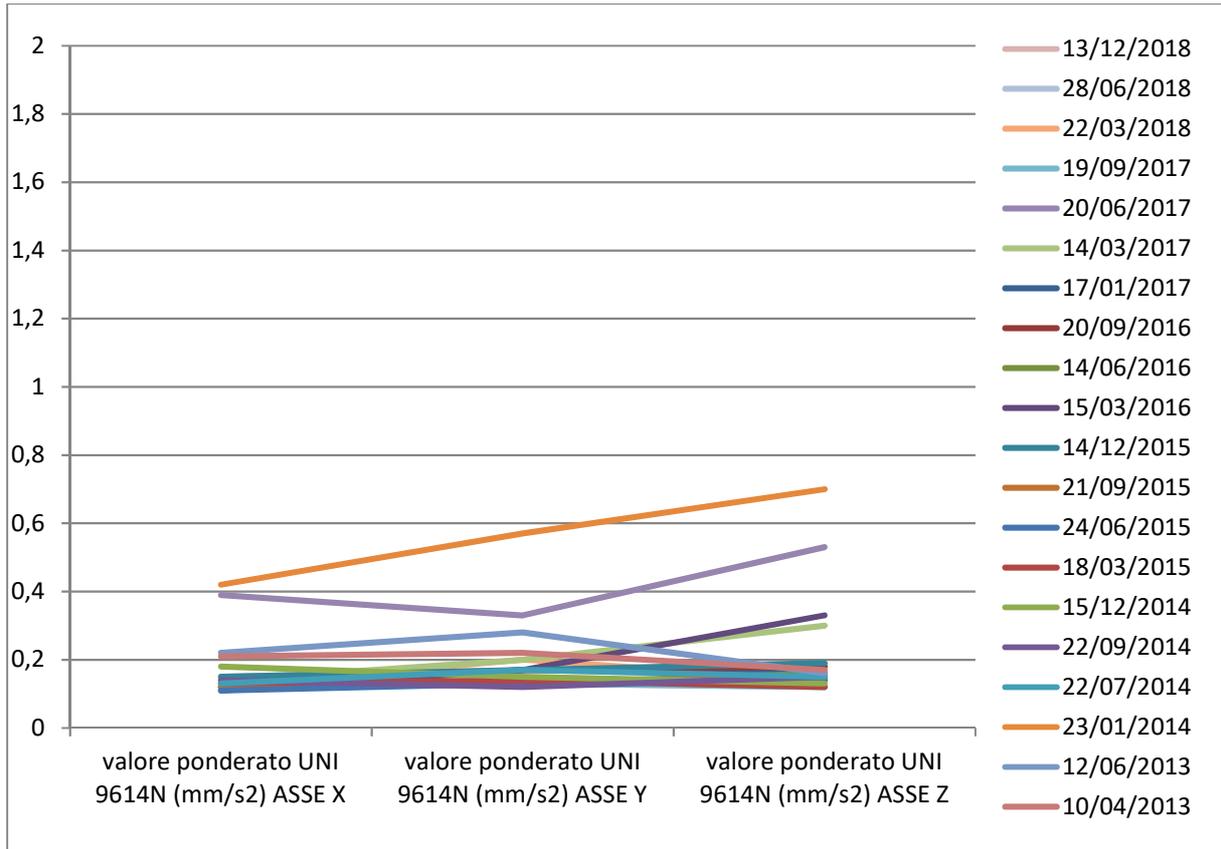


Figura 51 – POSTAZIONE A5.4; monitoraggio CO vibrazioni periodo diurno

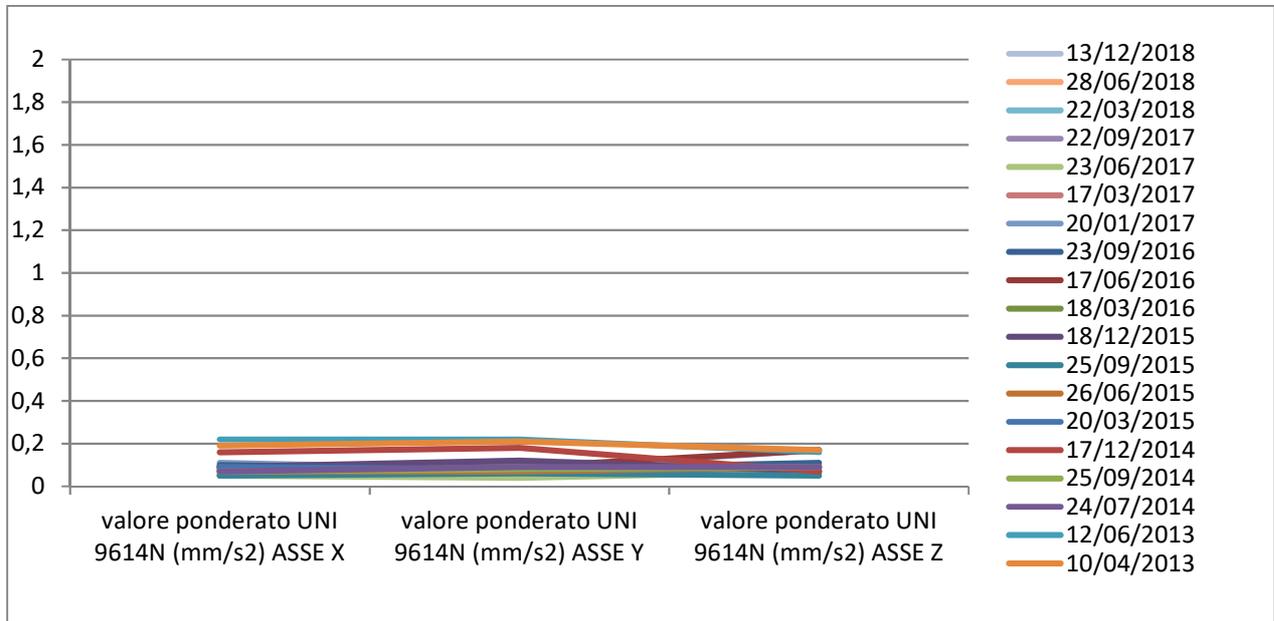


Figura 52 – POSTAZIONE A5.4; monitoraggio CO vibrazioni periodo notturno

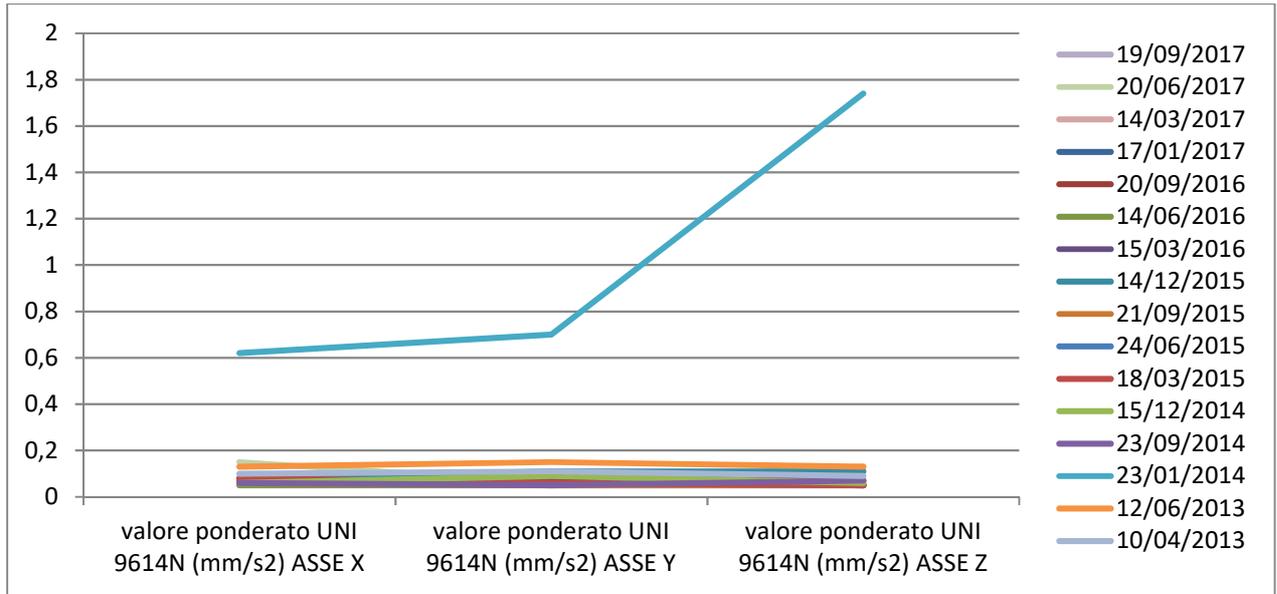


Figura 53 – POSTAZIONE A5.23; monitoraggio CO vibrazioni periodo diurno

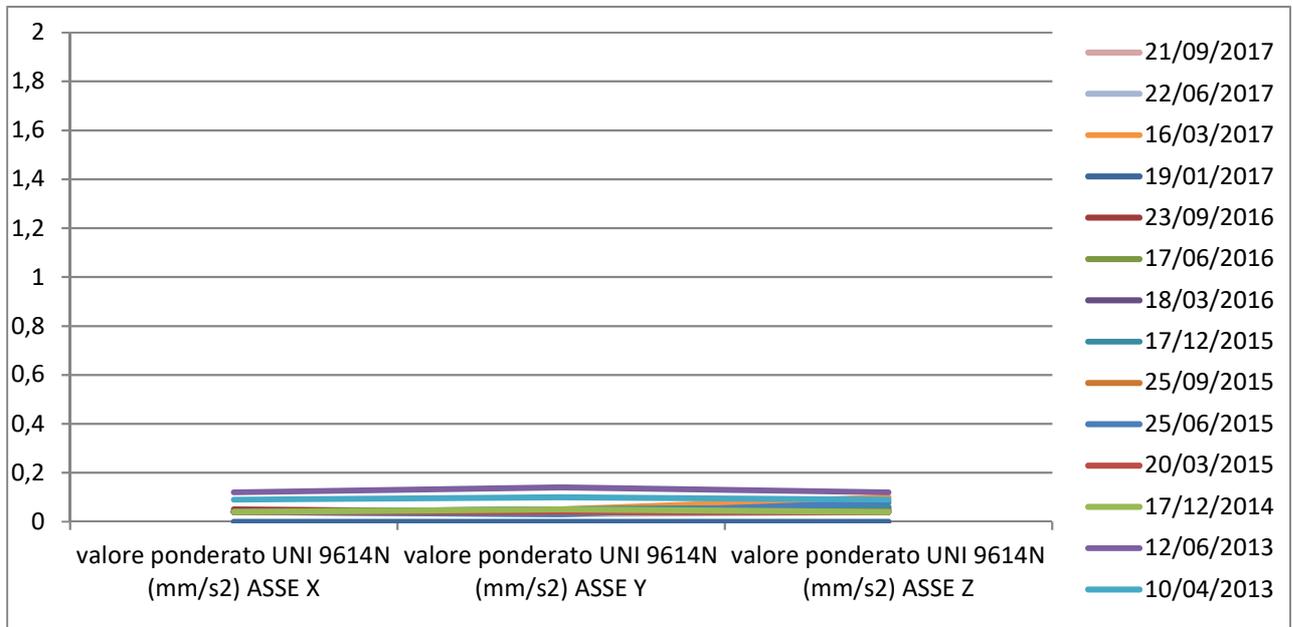


Figura 54 – POSTAZIONE A5.23; monitoraggio CO vibrazioni periodo notturno

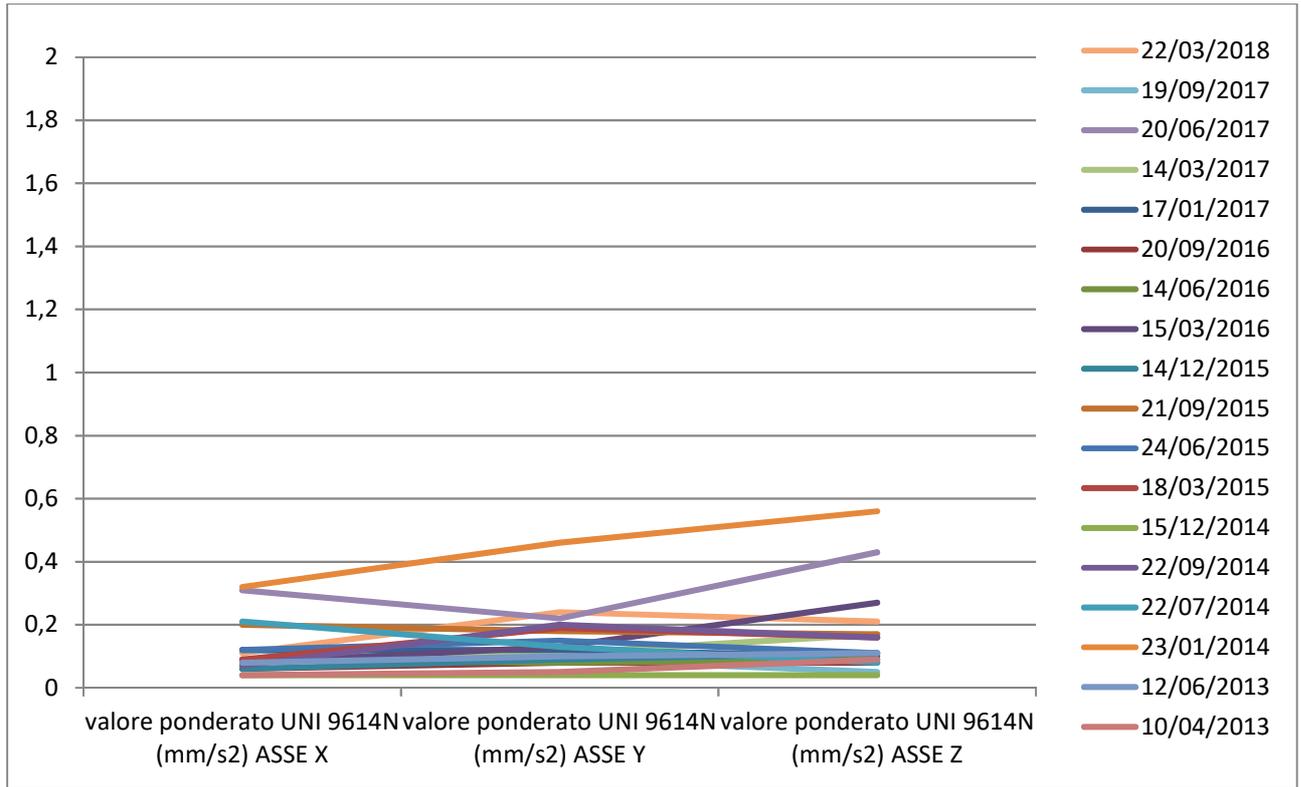


Figura 55 – POSTAZIONE A5.2; monitoraggio CO vibrazioni periodo diurno

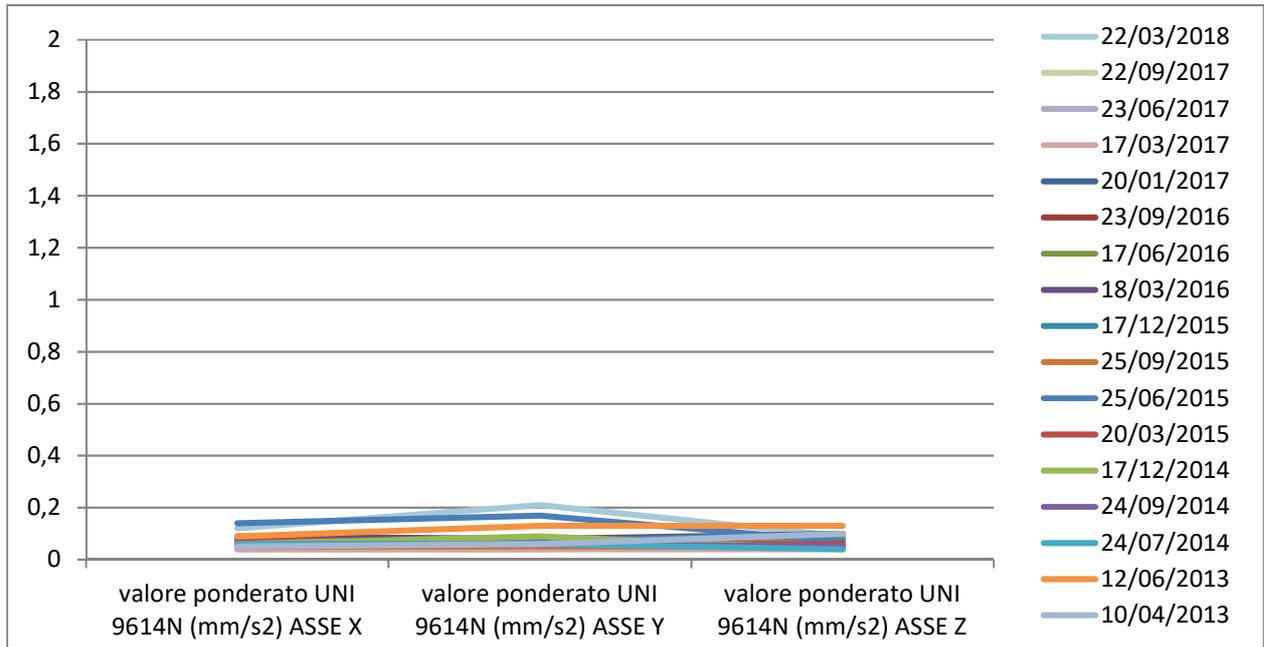


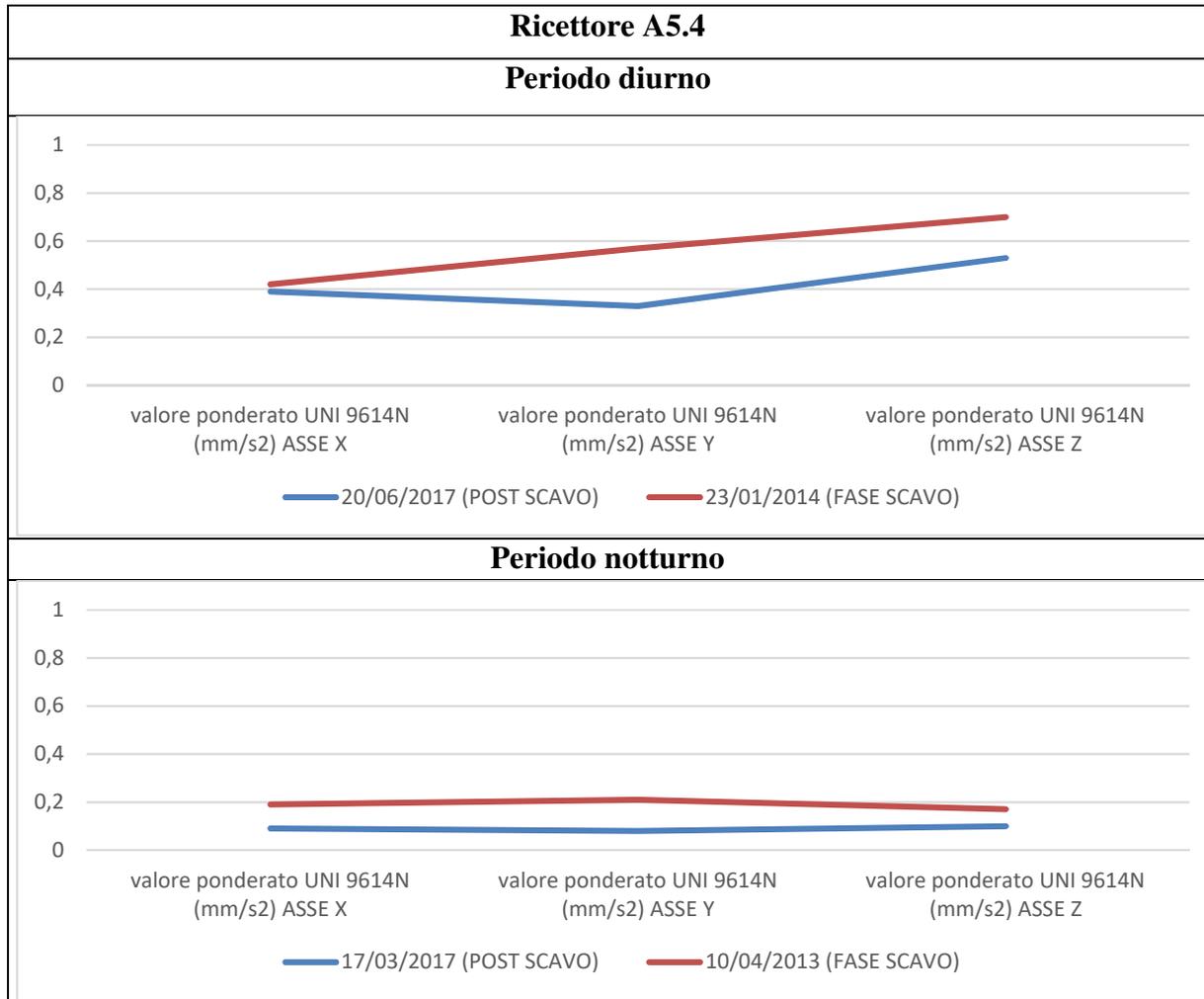
Figura 56 – POSTAZIONE A5.2; monitoraggio CO vibrazioni periodo notturno

Come visibile dai grafici i valori ponderati di accelerazione sui tre assi X, Y e Z misurati in tutte le postazioni nel Corso d’Opera sono **ampiamente inferiori** ai valori limite che risultano essere **7,2 mm/s<sup>2</sup> nel periodo diurno e 52 mm/s<sup>2</sup> nel periodo notturno**.

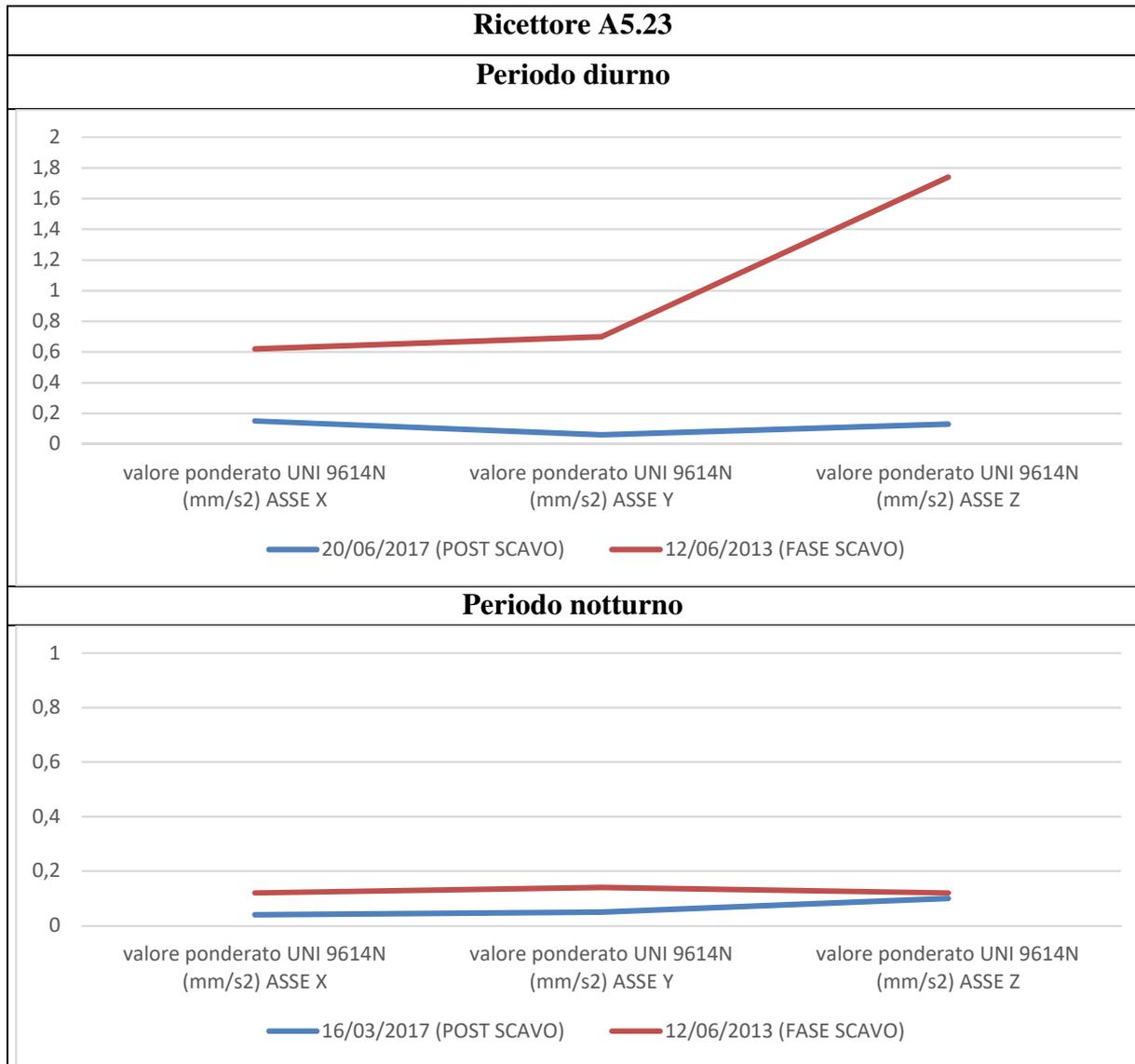
**4.10.4 Quadro di confronto tra la fase di scavo e di post scavo**

Le attività riferibili alla fase di post scavo del cunicolo (anni 2017-2018) hanno riguardato anche azioni di progetto in grado di generare fenomeni vibrazionali. Ci si riferisce in questo senso allo scavo della vasca di rilancio delle acque alla pK 4+130.

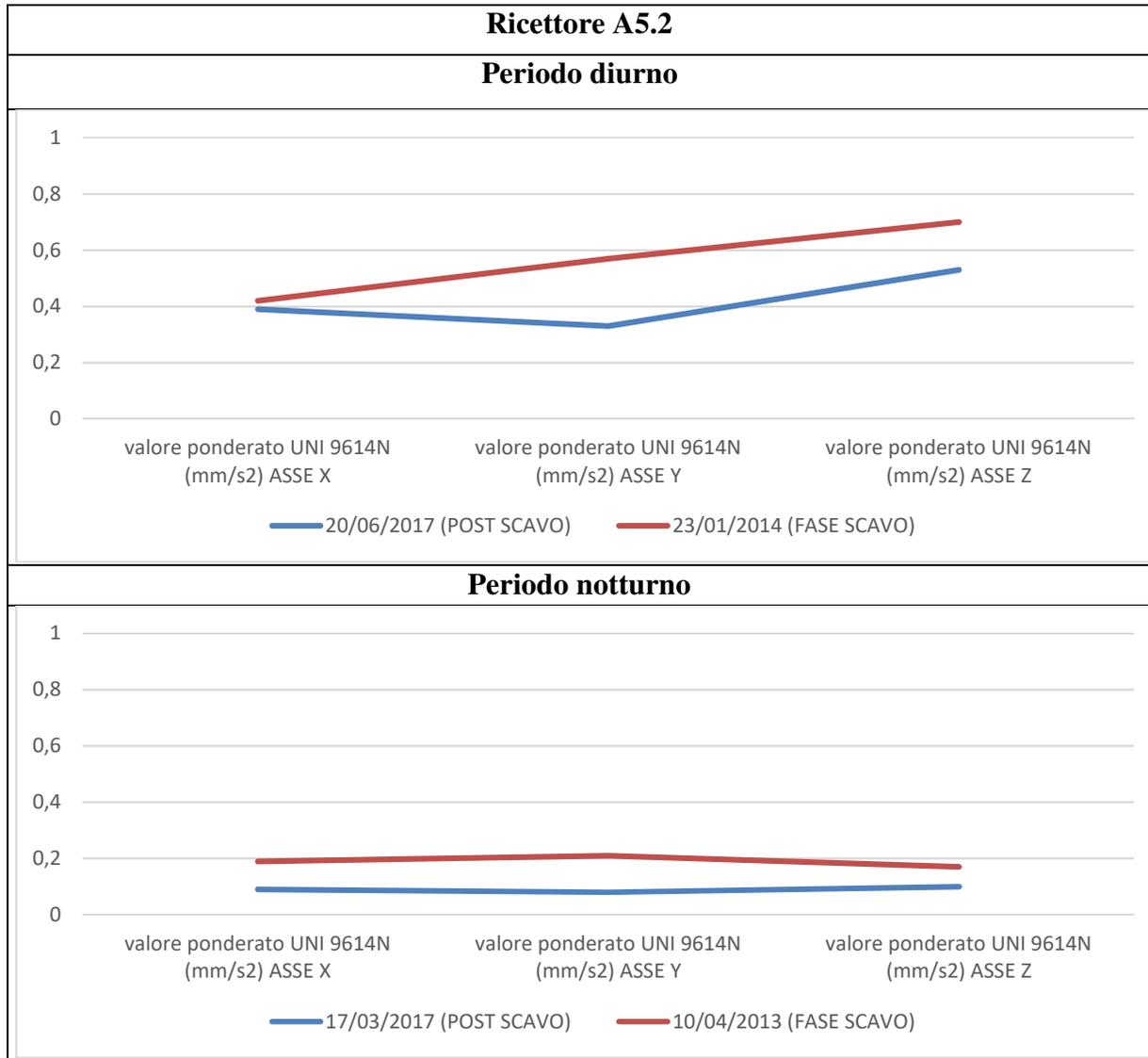
È stata pertanto effettuata una valutazione tra i livelli massimi di accelerazione misurati in fase di post scavo e i livelli massimi misurati nelle postazioni durante la fase di scavo; tale analisi è stata effettuata sia per il periodo diurno sia per il periodo notturno.



**Figura 57 – POSTAZIONE A5.4; Confronto tra i livelli massimi raggiunti nella fase di scavo e in quella di post scavo**



**Figura 58 – POSTAZIONE A5.23; Confronto tra i livelli massimi raggiunti nella fase di scavo e in quella di post scavo**



**Figura 59 – POSTAZIONE A5.2; Confronto tra i livelli massimi raggiunti nella fase di scavo e in quella di post scavo**

Dall'analisi effettuata si evidenzia che:

- Sia in fase di scavo che in fase di post scavo i livelli massimi delle accelerazioni sono ampiamente inferiori ai limiti di normativa sia in periodo diurno sia in periodo notturno;
- I livelli massimi delle accelerazioni durante la campagna post scavo in periodo diurno sono stati rilevati in data 20/06/2017, giorno in cui dal giornale lavori sono state effettuate lavorazioni per lo scavo della vasca di rilancio;
- I livelli massimi delle accelerazioni misurati in fase di post scavo sono sempre inferiori ai livelli massimi misurati in fase di scavo.

L'analisi dei dati sopra riportati evidenzia come nella fase di Post scavo sia i livelli misurati di giorno sia i livelli misurati di notte sono inferiori ai livelli misurati nella fase di scavo nonostante la presenza di lavorazioni impattanti dal punto di vista vibrazionale alla pK 4+130, evidenziando una attenuazione del fenomeno vibratorio in funzione della distanza.

In conclusione si evidenzia la natura reversibile dell'impatto che si riallinea ai valori di fondo della zona quando termina il fenomeno vibratorio direttamente imputabile ad azioni specifiche di progetto.

#### **4.11 Amianto**

##### ***4.11.1 Sintesi del quadro di compatibilità dello scavo rispetto a quanto già acclarato nel parere 2471 del 21 luglio 2017 della CT VIA***

Il parere 2471 del 21 luglio 2017 della CT VIA evidenzia che la maggior parte delle misure effettuate, tramite le stazioni di monitoraggio esterno al cantiere, ha rilevato valori inferiori al limite di rilevabilità con solo alcuni sporadici riscontri di fibre, non correlabili con le lavorazioni di scavo.

Le suddette valutazioni sono state confermate dalle numerose attività di controllo effettuate nell'ambito del Piano di Gestione Ambientale. In particolare nei 4 anni di cantiere non è mai stata superata la soglia di A (di sorveglianza).

##### ***4.11.2 Le misure mitigative adottate***

Nelle fasi di post scavo si sono mantenuti i presidi di controllo rappresentati dai monitoraggi sia esterni che interni al cantiere. Questi ultimi sono stati operativi solo durante le fasi di scavo della vasca alla pK 4+130.

Non essendo stata rilevata la presenza di fibre asbestiformi, non si è attivato alcun intervento mitigativo di carattere operativo.

##### ***4.11.3 Gli esiti del monitoraggio ambientale***

Di seguito l'elenco delle stazioni oggetto di monitoraggio e la relativa ubicazione sul territorio.

##### **Monitoraggio interno al cantiere:**

- realizzato durante la fase 1 tramite le postazioni nominate ASB-1, ASB2 e ASB3, ubicate in prossimità dell'imbocco del cunicolo, eseguendo campionamenti su 3 giorni consecutivi con frequenza quindicinale e con estensione giornaliera limitata al turno di lavoro (8 ore).
- effettuato durante la fase 2 sulla sola postazione ASB-1, eseguendo 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.
- realizzato durante la fase 3B sulla sola postazione ASB-1, eseguendo 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.
- effettuato in fase 3A, 3C e 4 soltanto in caso di anomalie nel monitoraggio esterno e/o richiesta da parte della DL, del Committente o degli Enti di Controllo, non essendo previste attività di scavo e trasporto di materiale all'esterno del cunicolo o/e nel Sito di Deposito.

**Monitoraggio esterno al cantiere:**

**A5 – Comuni di CHIOMONTE – GRAVERE**

A5.C – Perimetro esterno cantiere (attivata nella fase realizzativa dell'opera)

A5.1b – Chiomonte, Scuole elementari

A5.4 – Frazione La Maddalena

A5.12 – Abitato Ramats – Frazione S. Antonio

A5.Met2 – Gravera – Molaretto

**A6 – Comune di GIAGLIONE**

A6.6 – Frazione S. Rocco

Le modalità operative, effettuate in relazione alla attività di cantiere e in analogia con il monitoraggio interno, sono state le seguenti:

- fase 1: campionamenti su 3 giorni consecutivi con frequenza quindicinale e con estensione giornaliera limitata al turno di lavoro (8 ore);
- fase 2: 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;
- fase 3: modalità operative uguali alla fase 2;
- fase 4: campionamenti su 3 giorni consecutivi con frequenza bimensile.

Per l'ambiente idrico sono stati previsti controlli nei corpi recettori superficiali in corrispondenza delle seguenti sezioni:

- ASP-031 (ex A5.7) – Dora Riparia, monte confluenza Clarea (AM-ASP-SEM)
- ASP-032 (ex A5.10) – Dora Riparia, valle confluenza Clarea (AM-ASP-SEM)

Di seguito di riporta lo stralcio planimetrico relativo ai punti di monitoraggio ambientale.

## Punti monitoraggio amianto

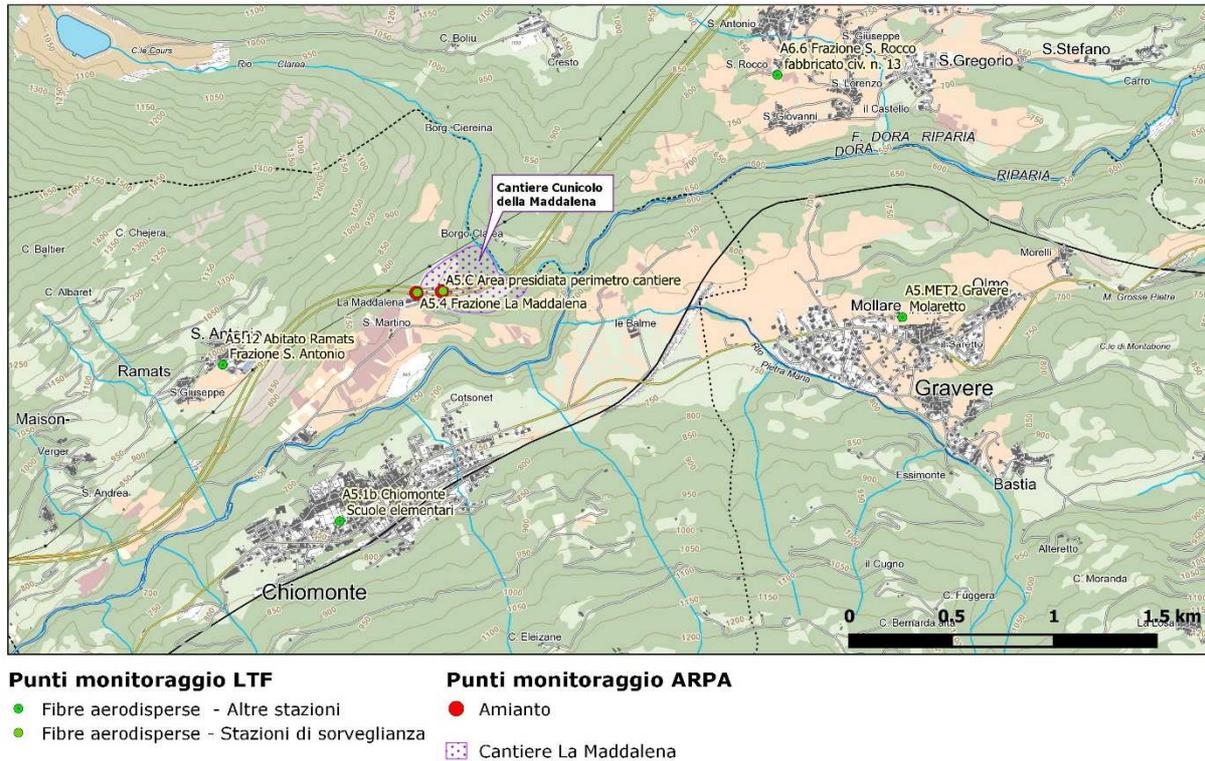


Figura 60 - Planimetria stazioni di monitoraggio (Fonte ARPA Piemonte)

Con riferimento agli esiti del monitoraggio ambientale, a sintesi dei risultati ottenuti, nelle immagini che seguono sono riportati per ciascun anno di corso d'opera i grafici relativi alle concentrazioni delle fibre di amianto aerodisperso (ff/l), registrati dalle stazioni A5.4 e A5.C relative all'area di cantiere. Gli anni 2013-2016 sono quelli riferiti alla fase di scavo mentre il 2017-2018 sono riferiti alla fase di post scavo.

Come prima valutazione sembra opportuno evidenziare come la grande maggioranza delle misure effettuate hanno generato valori prossimi o al di sotto del limite di rilevabilità a conferma che la realizzazione dell'opera non ha generato impatti a scala locale e diffusa.

Dagli andamenti di osservati negli anni 2013, 2014 e 2015 (fase di scavo) si rileva che sono stati registrati esclusivamente alcuni sporadici valori di concentrazione di fibre di amianto, del tutto occasionali, non correlati con alcuna lavorazione di cantiere, e prossimi al limite di rilevabilità analitica (0,16 ff/l). Fa eccezione il singolo episodio di aerodispersione verificato in data 27/01/2014 con lieve superamento del valore stabilito dalle linee guida dell'OMS per gli ambienti di vita per il quale però non è possibile determinare nessuna correlazione con le attività di scavo visto che nel medesimo periodo all'interno della galleria non è stata rilevata la presenza di fibre.

Nella fase post scavo nessun risultato è stato superiore a 1 ff/l e i pochi dati al di sopra del limite di rilevabilità si sono attestati al di sotto delle 0,2 ff/l. La maggioranza dei risultati è stata al di sotto del limite di rilevabilità.

Quanto sopra esposto in merito alla mancanza di correlazione tra sporadici rilevamenti di amianto e attività di cantiere è confermato dalle misure realizzate nel periodo marzo 2017-maggio 2018, periodo durante il quale si osservano isolate presenze di amianto aerodisperso

(cfr. stazione A5.4 anno 2017), nonostante siano state realizzate attività di scavo e trasporto di materiale di modesta entità.

Di seguito si riportano i grafici relativi agli esiti dei monitoraggi correlati con le attività di cantiere.

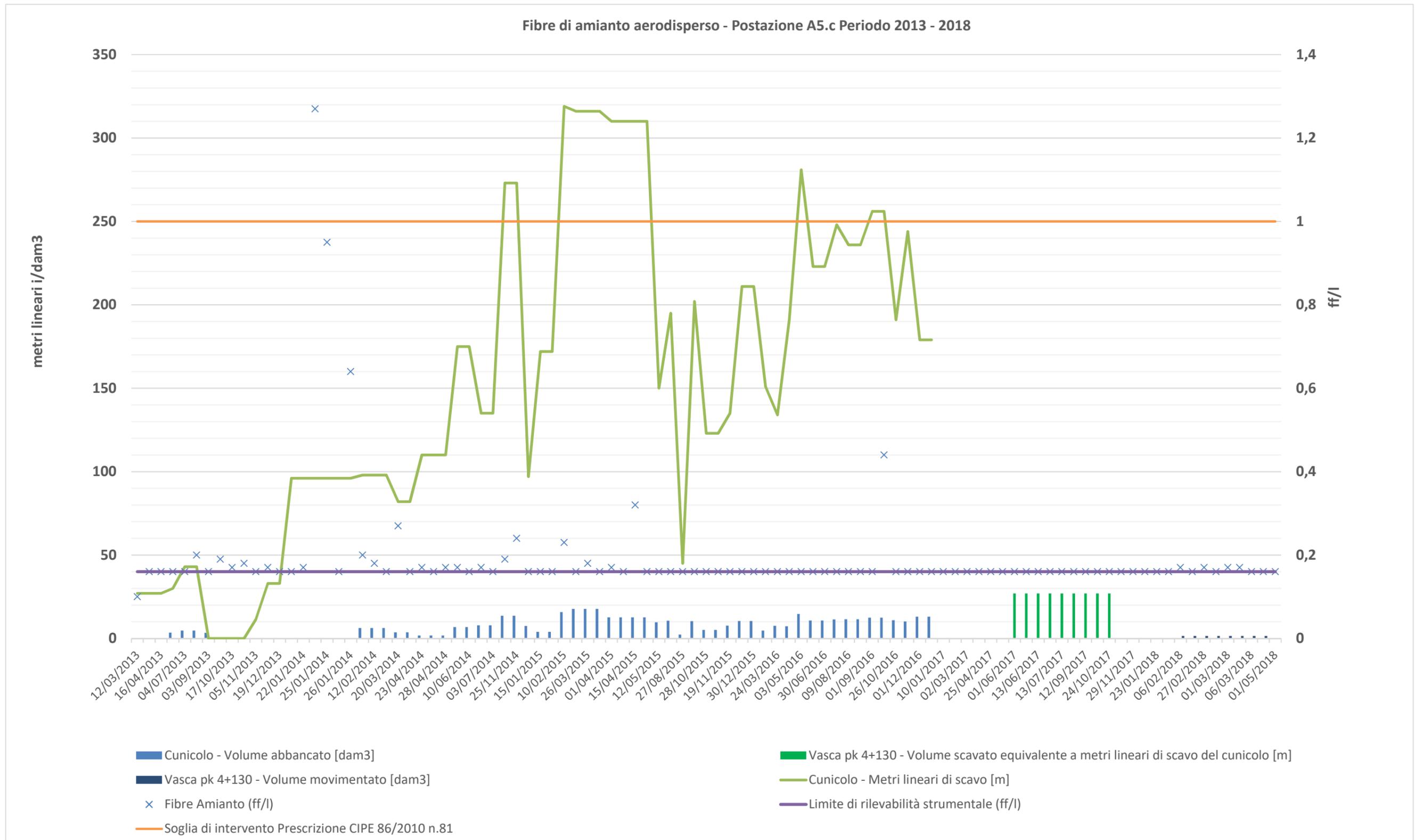
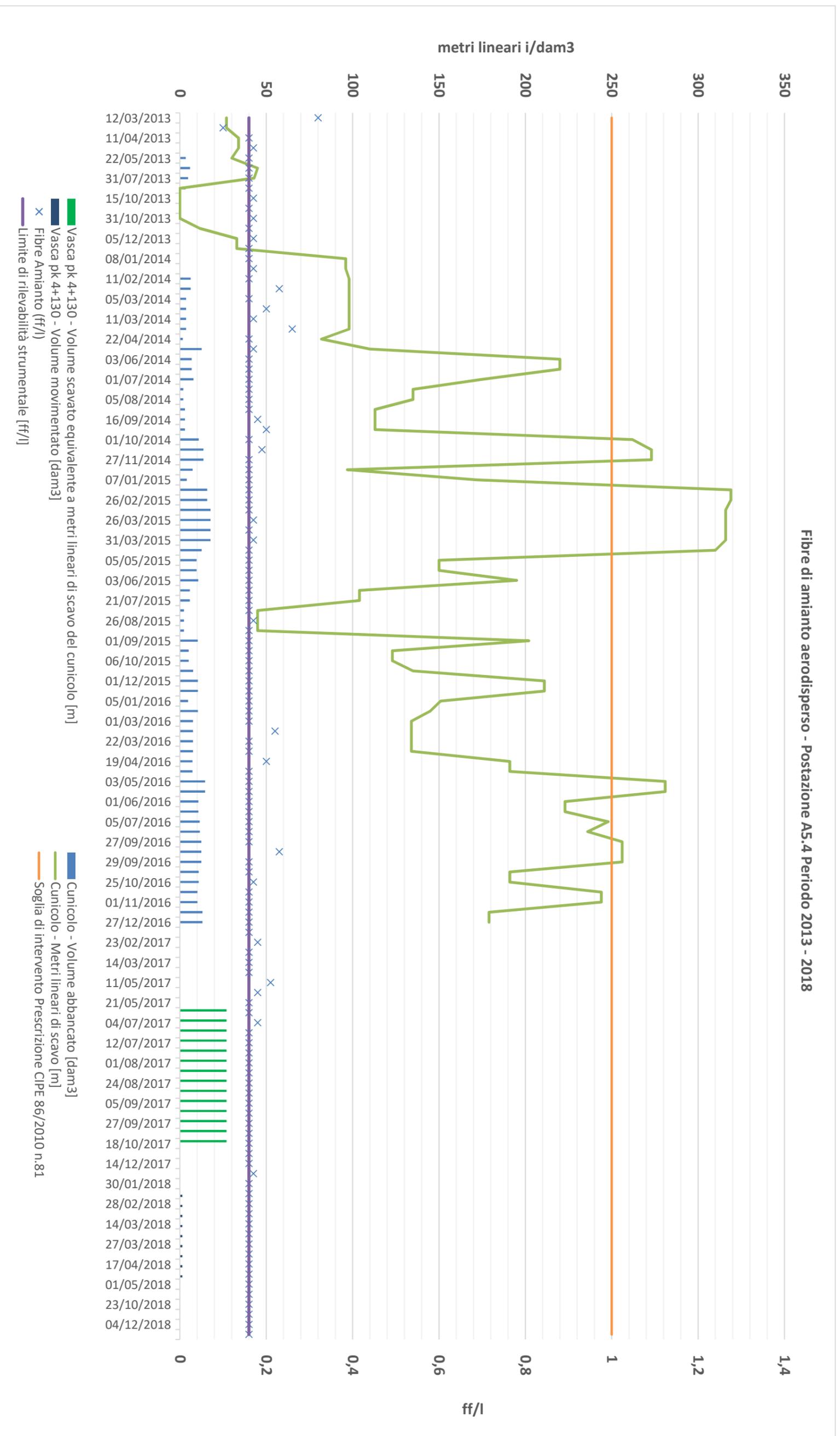


Figura 61 –Correlazione tra produttività del cantiere e fibre di amianto rilevate – postazione A5.c – Anni 2013 – 2018 (maggio).

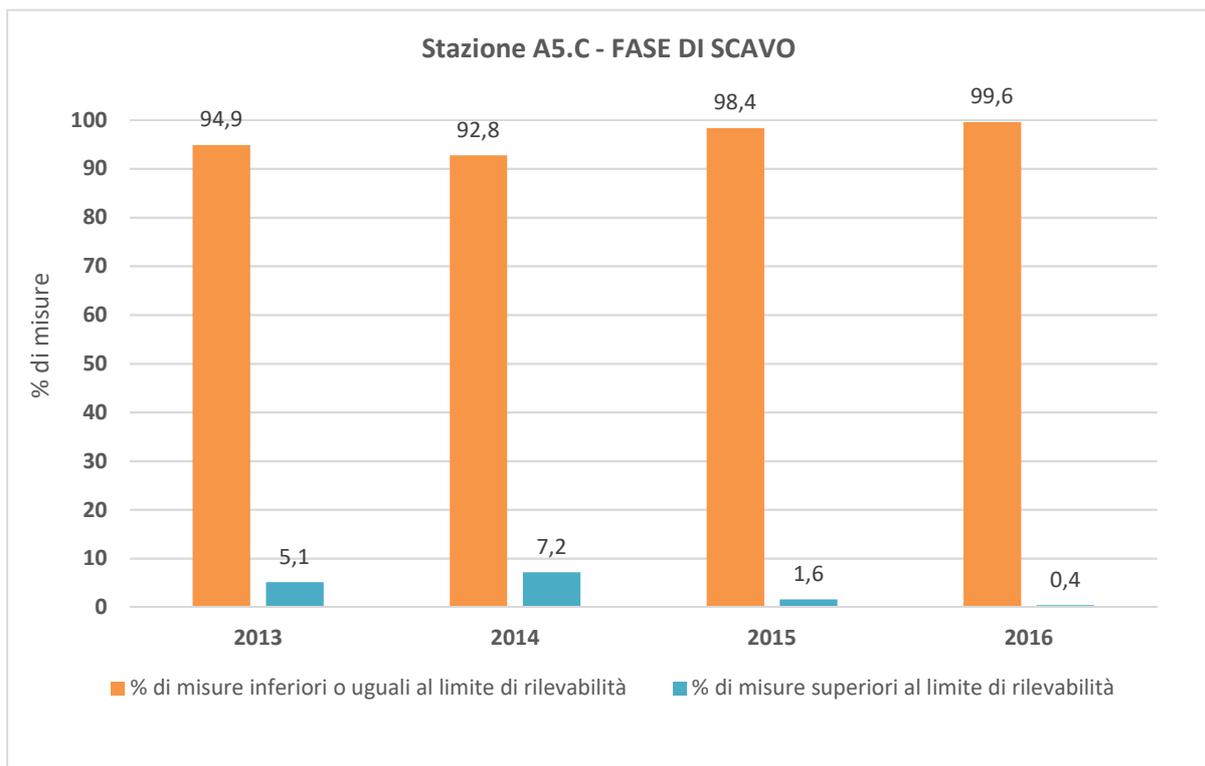


**Figura 62 – Correlazione tra produttività del cantiere e fibre di amianto rilevate – postazione A5.4 Anni 2013 - 2018**

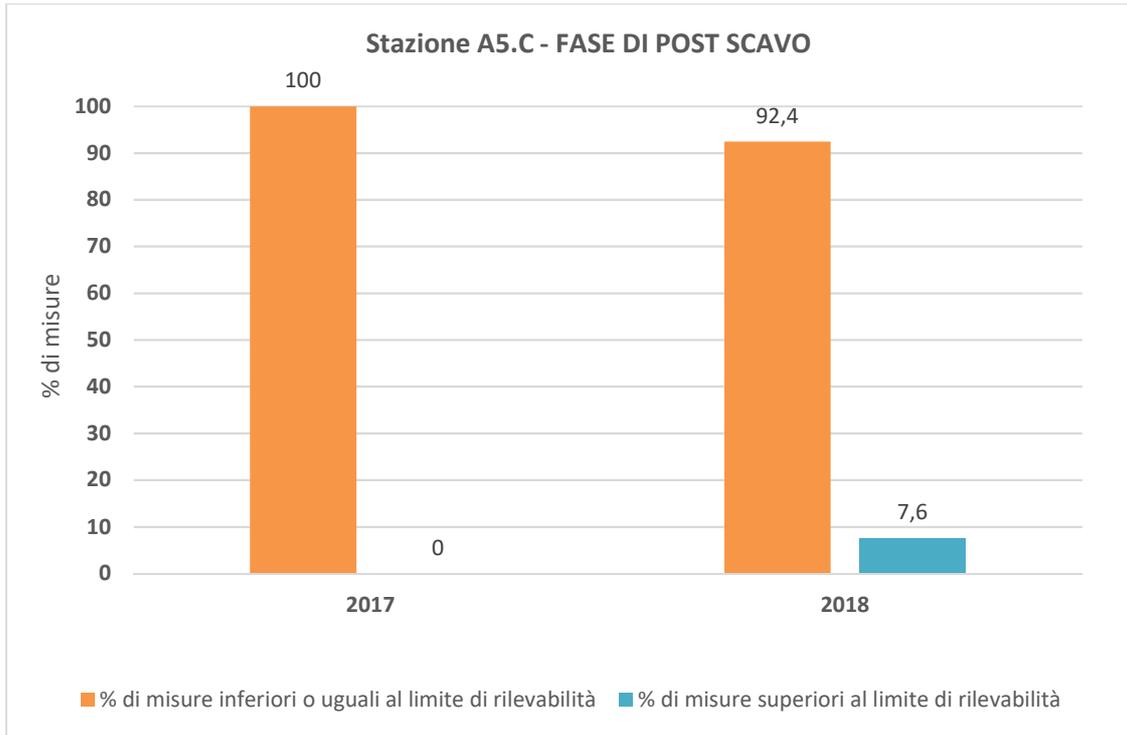
#### 4.11.4 Quadro di confronto tra la fase di scavo e di post scavo

L'analisi dei dati del monitoraggio dell'amianto aerodisperso relativo agli anni 2017-2018 nelle stazioni A5.C e A5.4, periodo in cui le attività di scavo erano interrotte e si è proceduto con interventi di modesta entità (realizzazione vasche), smontaggio della TBM e smobilizzo del cantiere, confermano anzitutto le valutazioni a suo tempo esposte per la fase di scavo; vale a dire che non esiste nessuna correlazione o rapporto tra le attività di scavo della galleria e la presenza di fibre di amianto aerodisperse, che diffusamente si attesta al di sotto dei limiti di rilevabilità. A tale valutazione occorre aggiungere che, nella fase di scavo, la soglia di 1 ff/l è stata superata in una sola occasione, nella stazione di monitoraggio del cantiere (A5.C), senza che però sia stato possibile identificare una correlazione con la presenza di fibre all'interno del cunicolo. Nella fase di scavo della vasca a pK 4+130, in una sola occasione è stata riscontrata una concentrazione di fibre sopra il limite di rilevabilità (0,16 ff/l) ma comunque inferiore a 1 ff/l (valore riscontrato < 0,18 ff/l).

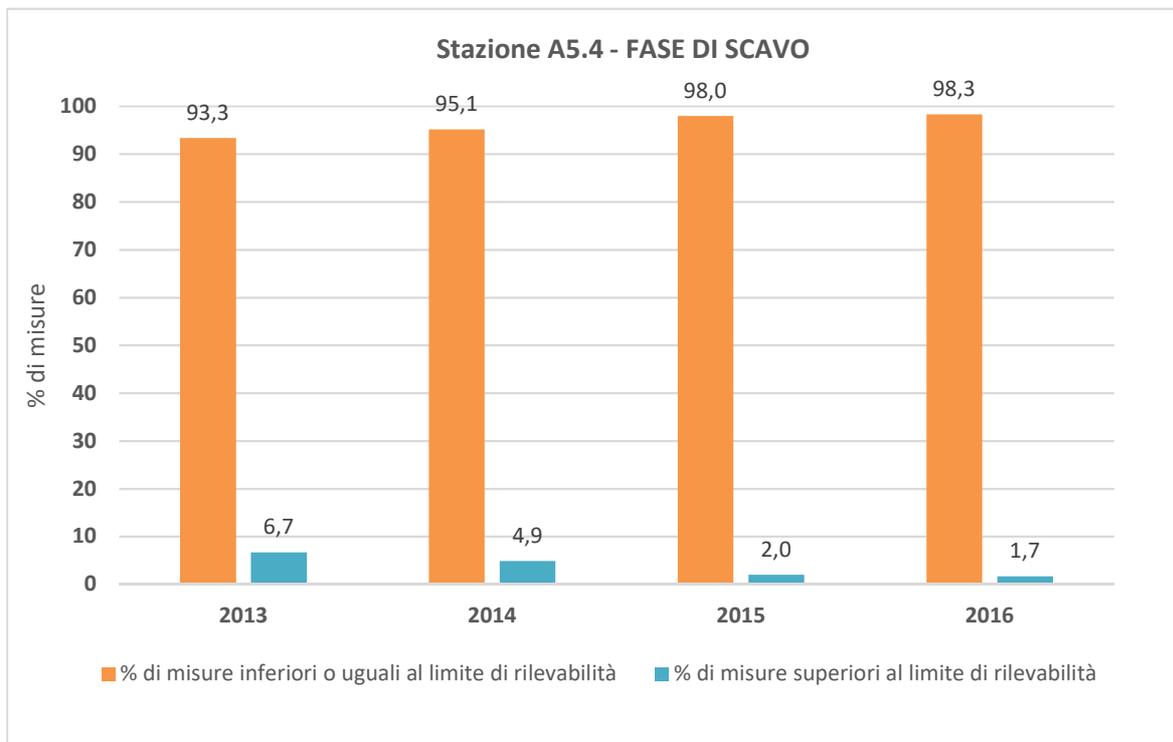
È bene infatti evidenziare che i risultati dei monitoraggi svolti, che diffusamente si attestano al di sotto dei limiti di rilevabilità strumentale, hanno spostato la prospettiva della valutazione dalla verifica di un potenziale impatto (che non si è mai manifestato), alla valutazione della rilevabilità dell'amianto all'interno del campione. Conseguentemente, nei grafici riportati di seguito, sono evidenziate, con riferimento alle due stazioni di misura A5.C e A5.4, le percentuali di episodi in cui la presenza di fibre è stata rilevabile.



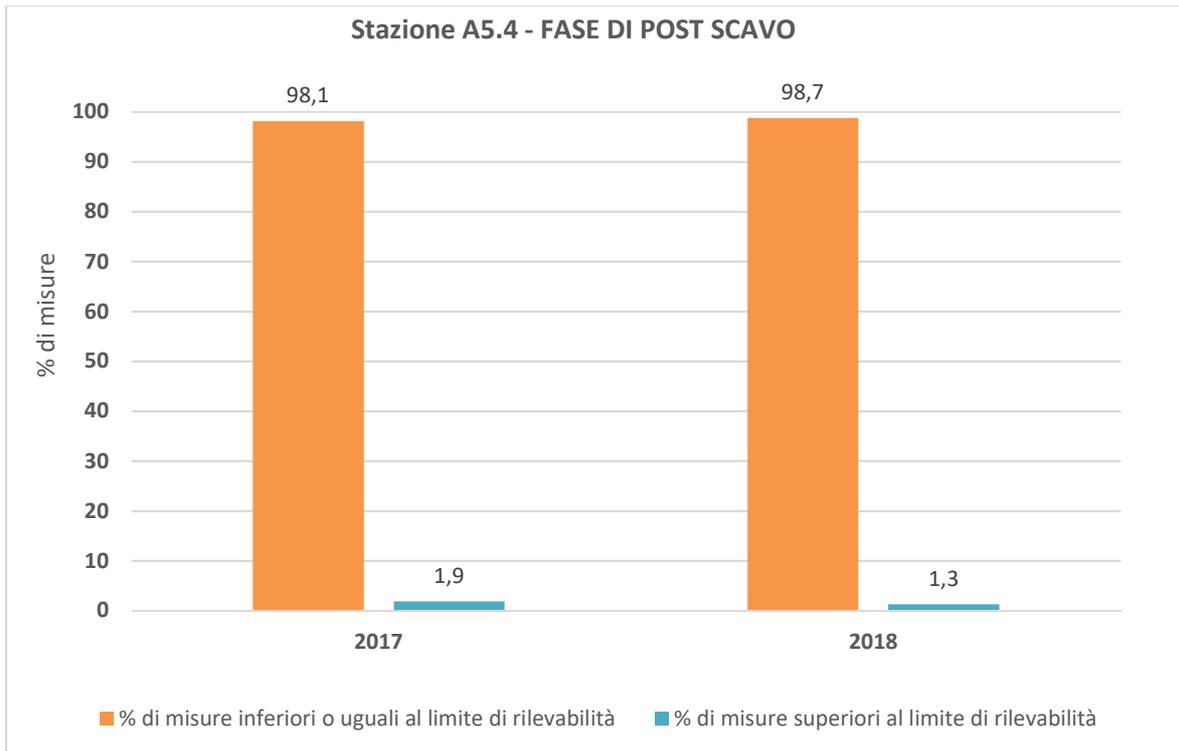
**Figura 63 - Stazione A5.C – Percentuali di rilevabilità strumentale della presenza di amianto durante la fase di scavo del Cunicolo (anni 2013/2016).**



**Figura 64 - Stazione A5.C – Percentuali di rilevabilità strumentale della presenza di amianto a seguito della fase di scavo del Cunicolo (anni 2017/maggio 2018).**



**Figura 65 - Stazione A5.4 – Percentuali di rilevabilità strumentale della presenza di amianto durante la fase di scavo del Cunicolo (anni 2013/2016).**



**Figura 66 - Stazione A5.4 – Percentuali di rilevabilità strumentale della presenza di amianto a seguito della fase di scavo del Cunicolo (anni 2017/2018).**

L'analisi dei dati di monitoraggio ha messo in evidenza rari casi di rilevabilità del parametro amianto aerodisperso sia nella fase di scavo, sia nella fase di post-scavo. La tendenza è confermata sia per la postazione più prossima al cantiere (A5.C) che per quella esterna (A5.4). Si noti anche come le percentuali di rilevabilità, manifestate in percentuali bassissime, siano pressoché identiche per le due stazioni.

Un altro aspetto fondamentale che emerge dal confronto dei dati di monitoraggio del parametro amianto aerodisperso con i dati di produttività del cantiere di scavo (rif. Figura 61 e Figura 62) è la completa assenza di correlazione tra le azioni di progetto e gli sporadici superamenti del limite di rilevabilità registrati.

#### 4.12 Radiazioni ionizzanti

##### ***4.12.1 Sintesi del quadro di compatibilità dello scavo rispetto a quanto già acclarato nel parere 2471 del 21 luglio 2017 della CTVIA***

Dall'esame degli andamenti osservati delle emissioni Alfa e Beta totali raffrontati con i livelli di produzione del cantiere, il parere 2471 del 21 luglio 2017 della CTVIA evidenzia che:

- I livelli di radioattività si sono sostanzialmente mantenuti nell'intorno dei valori di fondo tipici dell'area di interesse;

- I valori registrati dalla stazione di fondo sono sempre sovrapponibili a quelli registrati dalla stazione prossima al cantiere;
- Gli andamenti registrati dalla suddetta stazione non sono mai correlabili con i livelli di produttività del cantiere.

Con riferimento al monitoraggio del Gas Radon, a febbraio-marzo 2014 si sono osservati superamenti della soglia di attenzione riconducibili a interferenze strumentali conseguenti alla riduzione della ventilazione dell'ambiente ospitante lo strumento. Nei successivi monitoraggi non si sono più rilevati tali anomalie.

Il monitoraggio del Radon 222, su indicazione dell'Ente di controllo è stato sospeso a partire dal 31/12/2014, essendo ritenuto scarsamente rappresentativo.

Alla luce dei dati ricavati è stato possibile affermare che il livello di pressione generato è stato coerente con la stima del SIA.

#### **4.12.2 Le misure mitigative adottate**

Nella fase di post scavo, a meno delle misure di monitoraggio interne ed esterne al cantiere, non si sono attivati interventi specifici e operativi di mitigazione.

#### **4.12.3 Gli esiti del monitoraggio ambientale**

Come specificato nel dettaglio nei paragrafi precedenti, il monitoraggio della componente radiazioni ionizzanti è stato sviluppato in funzione della metodologia di scavo realizzata (scavo in tradizionale – fase 1 e scavo meccanizzato – fase 2) ed eseguito sia all'interno sia all'esterno del cantiere.

Di seguito l'elenco delle stazioni oggetto di monitoraggio e la relativa ubicazione sul territorio:

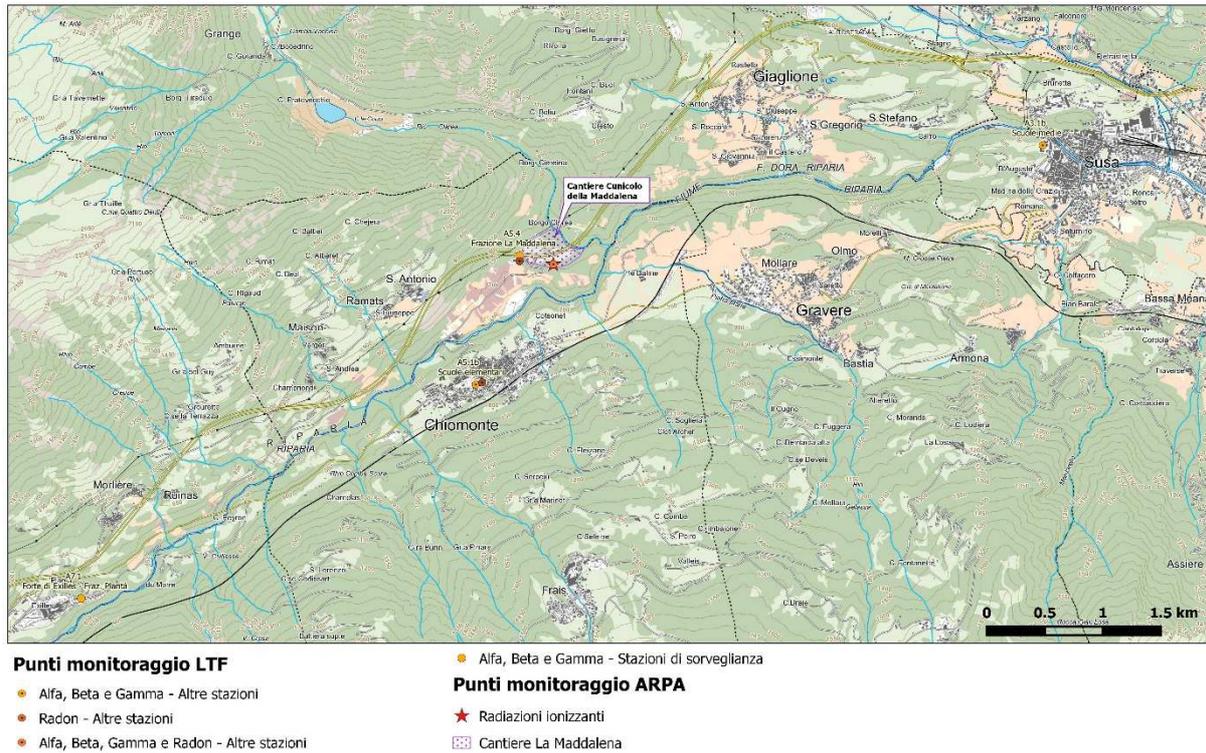
- **monitoraggio interno al cantiere:**
  - eseguito all'interno del cunicolo, durante la fase 1, con le postazioni RAD-GAL e RAD-SMA e durante la fase 2 con le TBM-GAMMA e TBM-RAD;
  - eseguito all'esterno del cunicolo, durante la fase 1, mediante le postazioni RAD-SMA e CAMP-RAD e durante la fase 2 con le postazioni RAD-PTS, RAD-SMA, CAMP-RAD, ACQ-RAD e RAD FAN;
  - eseguito all'interno del cunicolo, durante la fase 3B mediante le postazioni RAD-SMA e CUN-RAD, durante le fasi 3A, 3C e 4 con la postazione CUN-RAD;
  - eseguito all'esterno del cunicolo, durante la fase 3B mediante le postazioni RAD-SMA, RAD-PTS e CAMP-RAD, durante le fasi 3A e 3C con la postazione CAMP-RAD, e durante la fase 4 con la postazione RAD-FAN.

Si riassumono di seguito i parametri misurati per le singole stazioni citate:

<b>Sigla stazione</b>	<b>Parametri misurati</b>
RAD-GAL	Concentrazione Radon, misure puntuali al fronte
RAD-SMA	Radiazioni Gamma su cumulo smarino
RAD-PTS	Attività Alfa, beta, Gamma su PTS
TBM-RAD	Concentrazione Radon in continuo testa TBM
TBM-GAMMA	Gamma in continuo testa TBM



## Punti monitoraggio radiazioni ionizzanti



**Figura 67 - Planimetria stazioni di monitoraggio (Fonte ARPA Piemonte)**

Il monitoraggio interno al cantiere nel corso dello scavo del cunicolo (fase 1+ fase 2) per il controllo delle radiazioni Gamma, è stato seguito sulle postazioni RAD-SMA e TBM-GAMMA con le seguenti modalità:

- RAD-SMA: giornalmente sui cumuli di materiale estratto;
- TBM-GAMMA: in continuo all'interno del cunicolo da fine febbraio 2014.

Per la postazione RAD-SMA, durante le attività di scavo (dal 2013 al raggiungimento della pk 7+020), sono state eseguite circa 121 misure al fronte di scavo e 704 misure sui cumuli.

Gli esiti delle misurazioni sono stati in tutti i casi negativi, non è mai stato segnalato il superamento della soglia di sorveglianza (A).

Per la postazione TBM-GAMMA, durante le attività di scavo con TBM (fase 2), le misurazioni sono avvenute in continuo. In un solo caso, a luglio 2014, è stato superato il limite di soglia di sorveglianza (A).

La postazione CAMP-RAD, che prevede il prelievo periodico di campioni del materiale scavato e sottoposto in laboratorio a misure di concentrazione massica di attività Bq/Kg mediante spettrometria gamma, dal 2013 al raggiungimento della pk 7+020, ha eseguito 16 analisi. In nessun caso è stato segnalato il superamento della soglia di sorveglianza (A).

La postazione RAD-FAN, che prevede il prelievo di campioni dai fanghi disidratati prodotti dall'impianto di depurazione, dal 2013 al raggiungimento della pk 7+020, ha eseguito 3 analisi e 17 misure sul campo. In nessun caso è stato segnalato il superamento della soglia di sorveglianza (A).

La postazione ACQ-RAD, monitora i valori di attività alfa-beta totali nelle acque in ingresso all'impianto di depurazione. Dall'inizio dello scarico delle acque al depuratore (dicembre 2013) sono state eseguite 156 analisi. Tutte le analisi hanno evidenziato valori inferiori alla soglia di sorveglianza (A).

La concentrazione del gas Radon all'interno del cunicolo è stata monitorata durante le attività di scavo (fase 1 + fase 2) attraverso le stazioni RAD-GAL (durante la fase 1) e TBM-RAD (durante la fase 2).

Nella postazione RAD-GAL, attiva da luglio 2013 fino a ottobre 2014 (data di fine scavo con metodo tradizionale), sono state eseguite 16 misurazioni. In soli due casi è stata superata la soglia di sorveglianza (A).

La postazione TBM-RAD, posizionata in testa alla TBM, attiva da ottobre 2014, ha eseguito misurazioni in continuo. Dall'attivazione del sensore in continuo, sono stati registrati solo sporadici aumenti di concentrazione dei radon dovuti all'interruzione programmata della ventilazione in gallerie e per tanto non segnalati come superamento.

Per il controllo del particolato aerodisperso è stata predisposta la postazione RAD-PTS, attiva in continuo, con prelievo settimanale del filtro per il campionamento delle PTS e successiva misura di attività in laboratorio (alfa-beta settimanale, Gamma mensile). Le analisi realizzate fino al 2016 hanno evidenziato alcuni valori oltre soglia di sorveglianza (A) e 3 casi di superamento della soglia di attenzione (AA).

Durante lo scavo della vasca a pk 4+130, il monitoraggio Gamma è stato effettuato sulle postazioni:

- RAD-SMA sui cumuli di materiale estratto, successivamente ad ogni volata;
- RAD-FRONT sul fronte scavo, successivamente ad ogni volata.

In particolare nel 2017 si sono realizzate 53 misure su cumulo per la postazione RAD-SMA, e 20 misure per la postazione RAD-FRONT, e in nessuna delle misure effettuate è mai stato segnalato il superamento della soglia di sorveglianza (A). Con la conclusione degli scavi le misure sono state interrotte.

Per la postazione CAMP-RAD nel 2017 è stata eseguita 1 sola analisi, avendo interrotto il monitoraggio con il termine dello scavo. Anche il tal caso non è stato segnalato il superamento della soglia di sorveglianza (A).

Nella postazione RAD-FAN, a seguito dell'attività di scavo del cunicolo e fino al 2018, sono state realizzate 3 analisi e in nessun caso è stato segnalato il superamento della soglia di sorveglianza (A).

Dal 5 luglio 2017 l'autorizzazione allo scarico ha subito una modifica, per cui il monitoraggio in corrispondenza della postazione ACQ-RAD è passato ad una frequenza bisettimanale nella fase 3B (scavo della vasca a pk 4+130) e mensile nelle fasi 3A, 3C e 4 (montaggi e manutenzioni varie). In totale dunque, tra il 2017 e il 2018 si sono realizzate 45 analisi e tutte hanno evidenziato valori inferiori alla Soglia (A).

Nella postazione RAD-GAL, a partire dal 20/02/2017, la misurazione è stata fatta in continuo con Canary installati nelle postazioni di lavoro. In nessun caso è stata superata la soglia di sorveglianza (A).

Le analisi che tra il 2017 e il 2018 hanno interessato la postazione RAD-PTS (controllo del particolato aerodisperso), realizzate in numero di 43 per Alfa-Beta e 11 per Gamma, hanno invece evidenziato 4 valori oltre soglia di sorveglianza (A) e 3 casi di superamento della soglia di attenzione (AA).

Per quanto riguarda il monitoraggio esterno della radioattività naturale dispersa nell'atmosfera ed eventualmente originata dalle attività di scavo è stato effettuato in continuo presso una postazione ubicata in prossimità del perimetro del cantiere dove vengono campionate le PTS sulle quali sono condotte le misure di attività.

Al fine di valutare il possibile contributo relativo alle operazioni di scavo del cunicolo i valori registrati dalla suddetta stazione sono confrontati con quelli analoghi del fondo naturale registrati in parallelo presso una stazione remota ubicata presso il Forte di Exilles.

Gli indicatori monitorati sono le **radiazioni  $\alpha$** , tipicamente emesse durante la disintegrazione del Radon-222, dell'Uranio-238 e del Plutonio-239, e le **radiazioni  $\beta$** , tipicamente emesse durante le disintegrazioni del Trizio, Carbonio-14, del potessio-40, dello Stronzio-90, del Cesio-134 e del Cesio-137, oltre al gas Radon222.

Ad integrazione delle misure delle emissioni totali  **$\alpha$**  e  **$\beta$**  è stata effettuata la valutazione mensile della **Radiazione  $\gamma$** , che spesso accompagna i decadimenti alfa e beta.

Il monitoraggio del Radon 222, su indicazione dell'Ente di controllo è stato sospeso a partire dal 31/12/2014, essendo ritenuto scarsamente rappresentativo e non riportato nell'ambito della presente relazione.

Gli andamenti registrati nell'intero arco temporale del cantiere (2013-2018) sono evidenziati nelle figure seguenti.

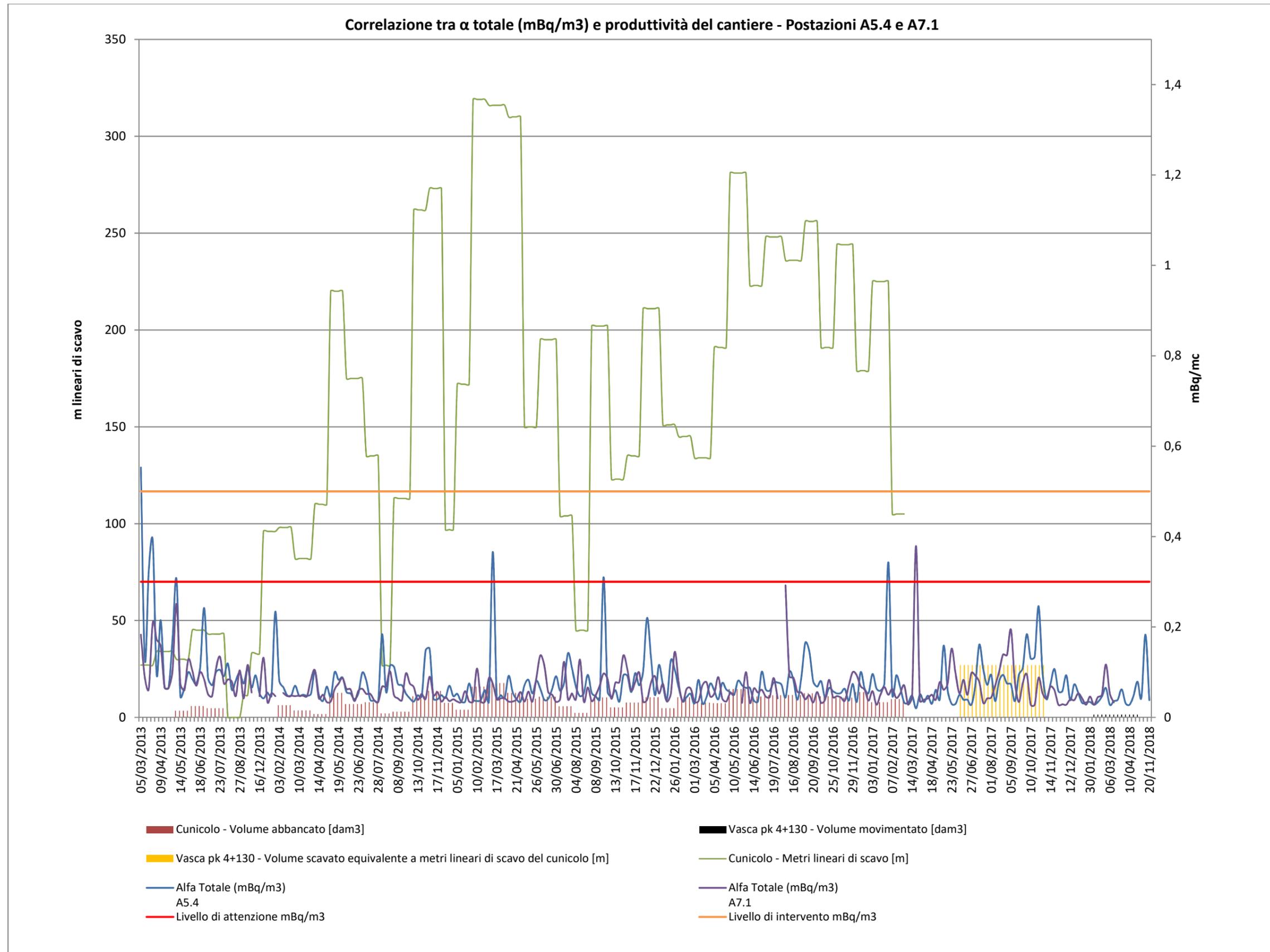


Figura 68 – Correlazione tra  $\alpha$  totali e produttività del cantiere

Correlazione tra  $\beta$  totale (mBq/m<sup>3</sup>) e produttività del cantiere - Postazioni A5.4 e A7.1

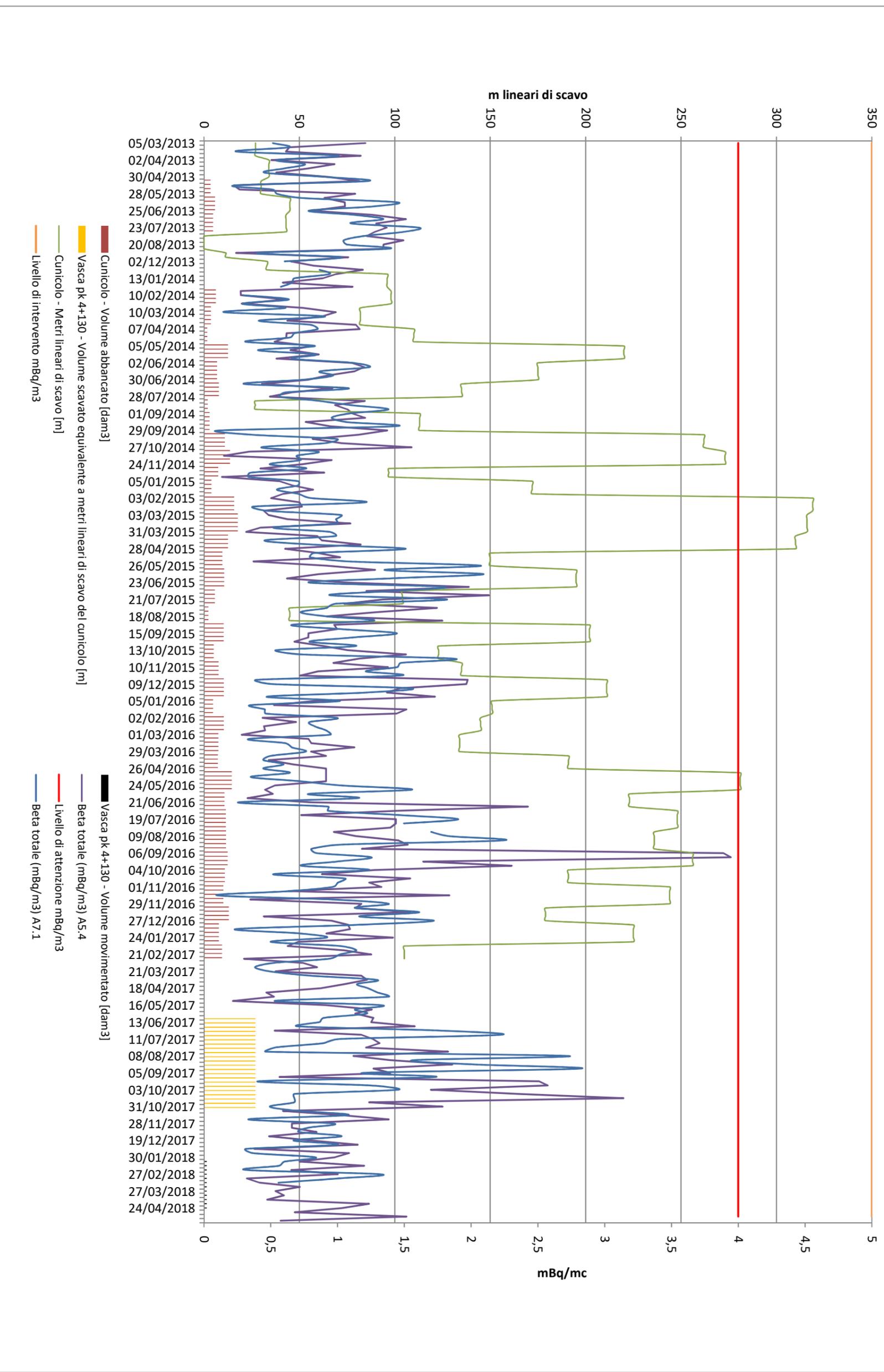


Figura 69 – Correlazione tra  $\beta$  totali e produttività del cantiere

Dall'esame degli andamenti osservati delle emissioni Alfa e Beta totali raffrontati con i livelli di produzione del cantiere si osserva che:

- i livelli di radioattività si sono sostanzialmente mantenuti nell'intorno dei valori di fondo tipici dell'area di interesse;
- i valori registrati dalla stazione di fondo (A7.1 Fortezza fraz. Plantà Exilles) sono sempre sovrapponibili a quelli registrati dalla stazione prossima al cantiere (A5.4 frazione La Maddalena);
- gli andamenti registrati dalla suddetta stazione non sono mai correlati con i livelli di produttività del cantiere.

Le radiazioni gamma non evidenziano andamenti significativi essendo i valori misurati uguali o prossimi al limite di rilevabilità strumentale.

Si evidenzia come, in termini generali, i valori misurati si siano diffusamente mantenuti al di sotto delle soglie di attenzione.

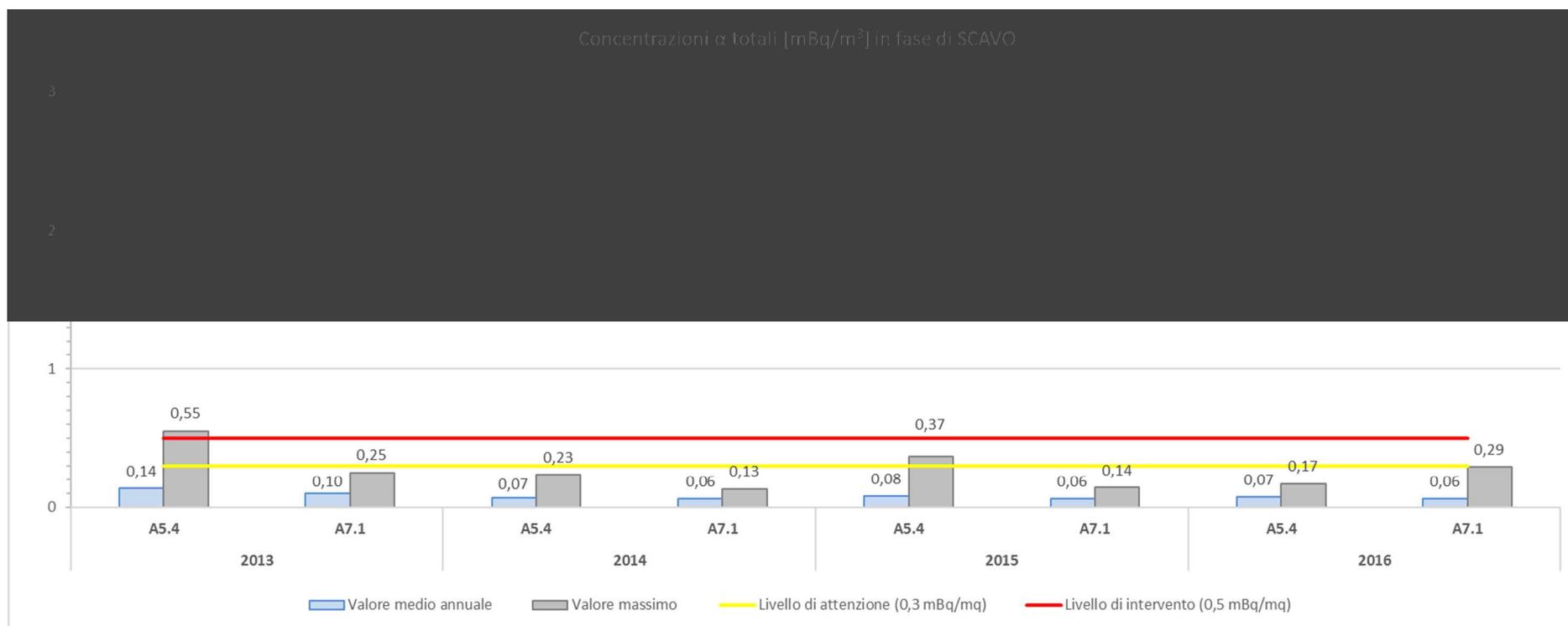
#### ***4.12.4 Quadro di confronto tra la fase di scavo e di post scavo***

Con riferimento alle due stazioni di misura A5.4 e A7.1 di seguito si riportano i grafici che evidenziano i valori medi e massimi di concentrazioni  $\alpha$  e  $\beta$ , confrontando le fasi di scavo con quelle di post scavo.

Il confronto dei risultati mette in evidenza il seguente quadro:

- Con riferimento alle concentrazioni  $\alpha$  su PTS, i livelli misurati sulla stazione di riferimento del cantiere (A.5.4) e quella di fondo (A.7.1.) hanno mostrato valori equivalenti in tutti gli anni riferibili alla fase di scavo (2013-2017);
- Con riferimento alle concentrazioni  $\alpha$  su PTS, i livelli misurati sulla stazione di riferimento del cantiere (A.5.4) e quella di fondo (A.7.1.) hanno mostrato valori equivalenti in tutti gli anni riferibili alla fase di post scavo (2017-2018) e confrontabili con il periodo di scavo;
- Con riferimento alle concentrazioni  $\beta$  su PTS, i livelli misurati sulla stazione di riferimento del cantiere (A.5.4) e quella di fondo (A.7.1.) hanno mostrato valori equivalenti in tutti gli anni riferibili alla fase di scavo (2013-2017). L'anno in cui le medie si discostano maggiormente è il 2016 in cui nella postazione A.5.4 è stata riscontrata una media di 1,11 mBq/mq a fronte di 0,89 mBq/mq rilevati nella stazione A7.1;
- Con riferimento alle concentrazioni  $\beta$  su PTS, i livelli misurati sulla stazione di riferimento del cantiere (A.5.4) e quella di fondo (A.7.1.) hanno mostrato valori equivalenti in tutti gli anni riferibili alla fase di post scavo (2017-2018) e confrontabili con il periodo di scavo. Nel 2018 il valore delle medie è tendenzialmente inferiore a quello del 2017;

In conclusione si ritiene che in termini complessivi, i dati acquisiti nella fase di post scavo consentono di confermare che quanto misurato durante la fase di realizzazione del cunicolo nella postazione di riferimento del cantiere (A.5.4.) fosse tendenzialmente riconducibile al fondo naturale, atteso che lo scostamento con la stazione A.7.1 non ha assunto, a livello tendenziale, valori significativi.



**Figura 70 - Confronto tra i valori medi e massimi annuali di concentrazione  $\alpha$  totale in fase di scavo per le due stazioni di monitoraggio A5.4 e A7.1.**

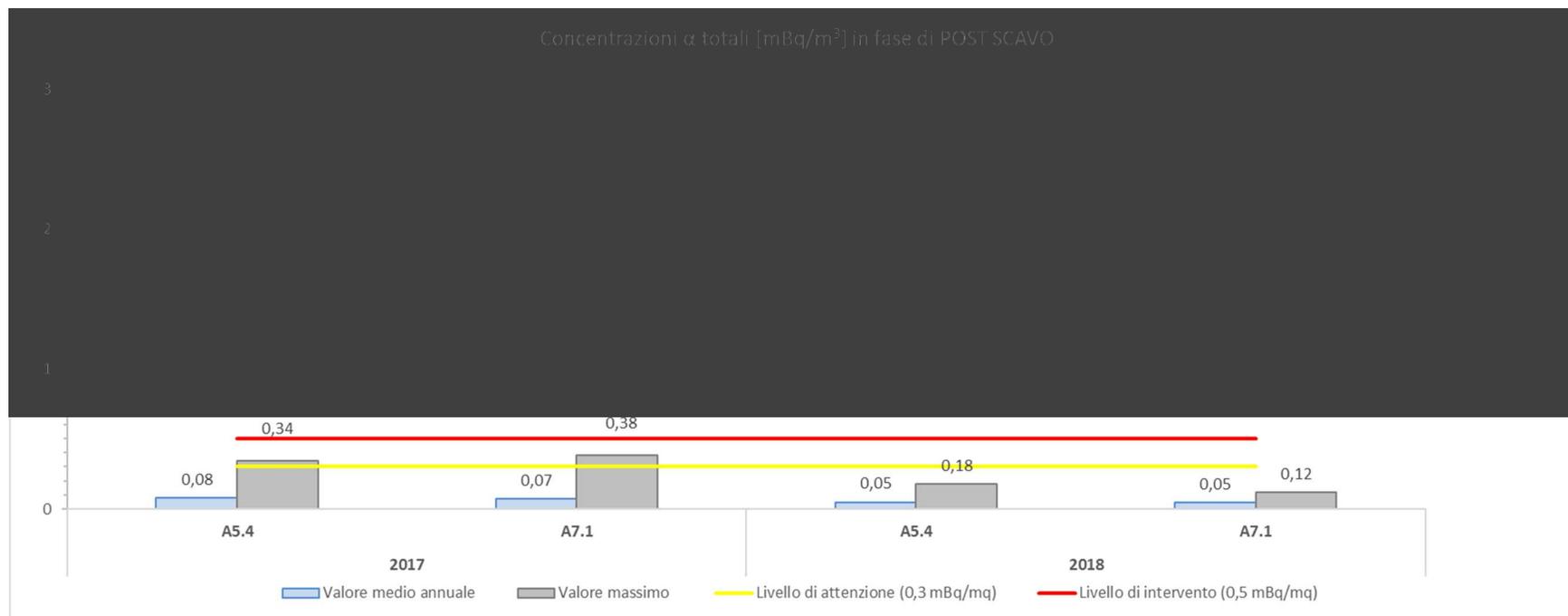


Figura 71 - Confronto tra i valori medi e massimi annuali di concentrazione  $\alpha$  totale in fase di post scavo per le due stazioni di monitoraggio A5.4 e A7.1.

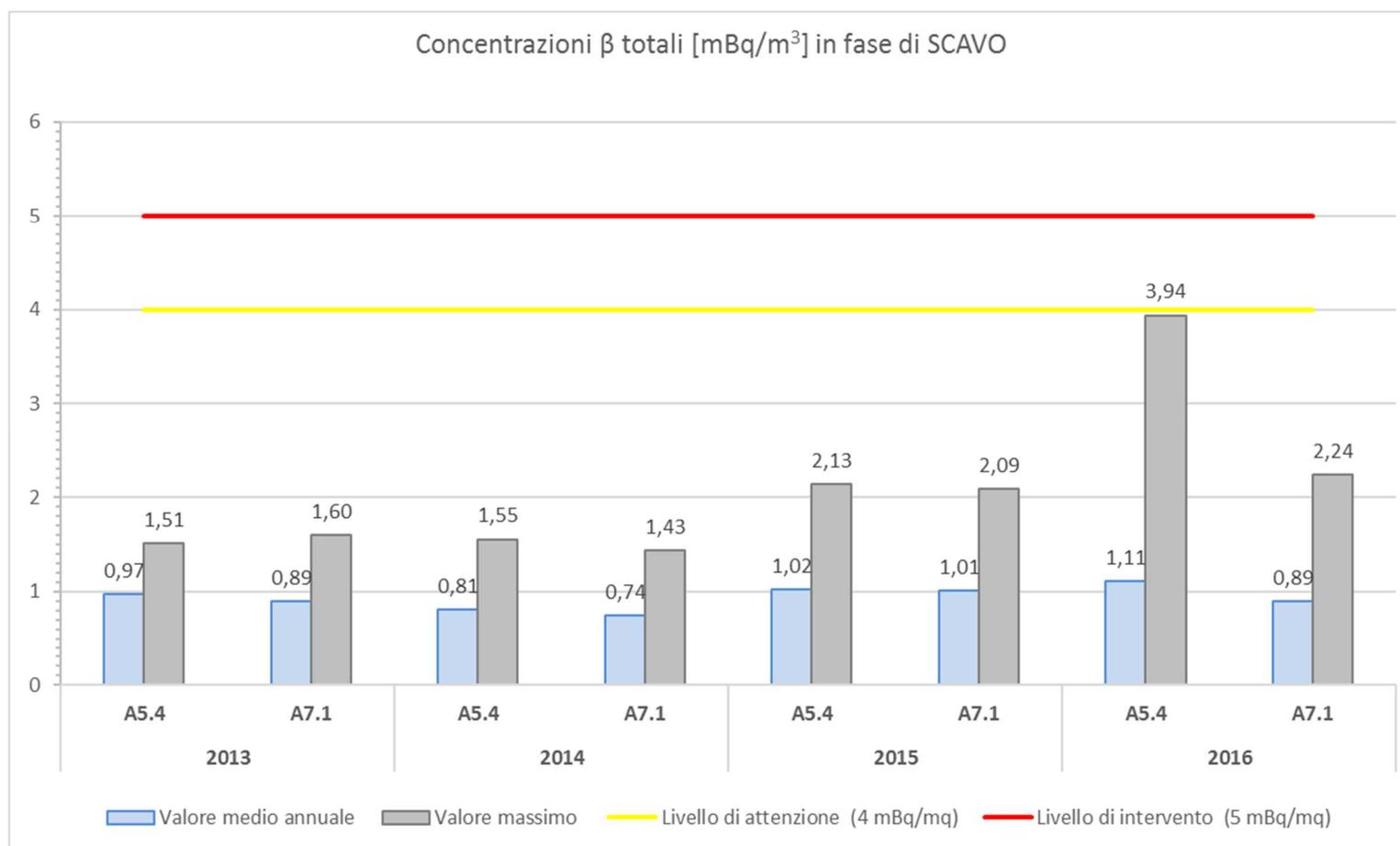


Figura 72 - Confronto tra i valori medi e massimi annuali di concentrazione  $\beta$  totale in fase di scavo per le due stazioni di monitoraggio A5.4 e A7.1.

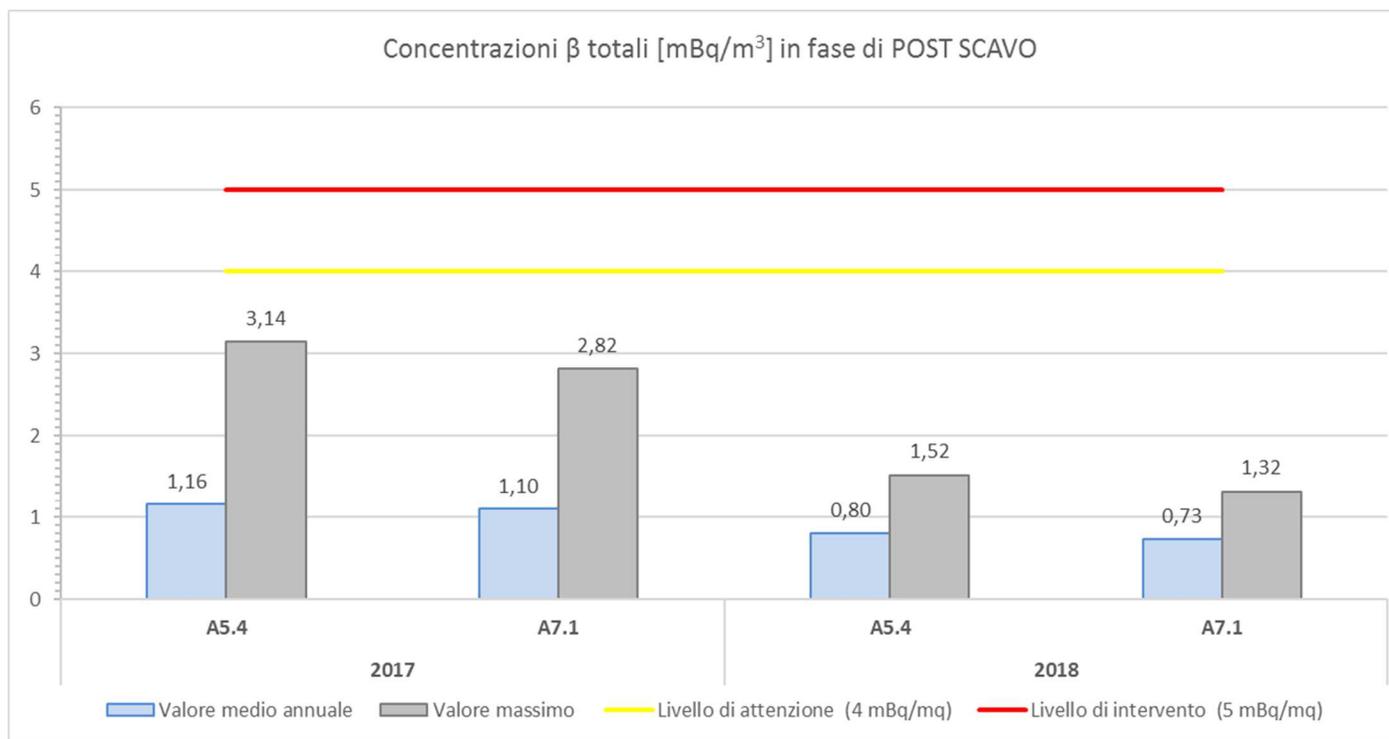
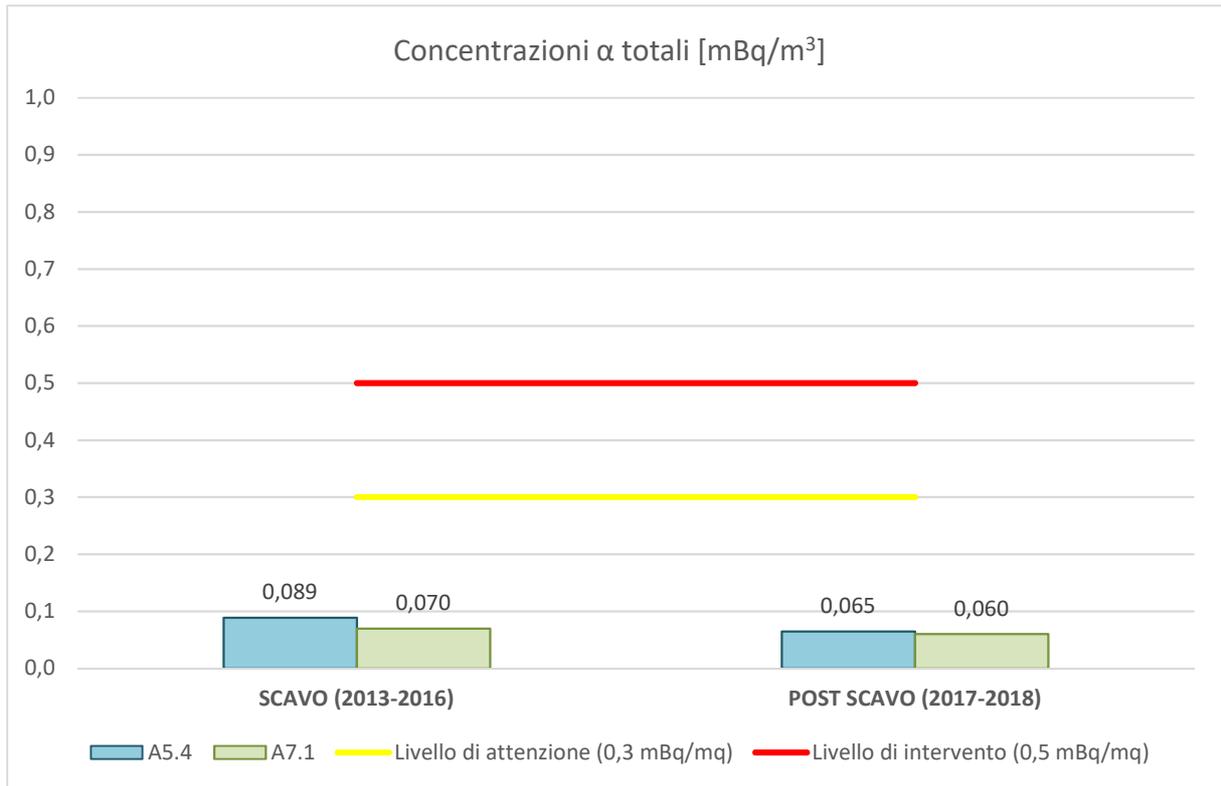
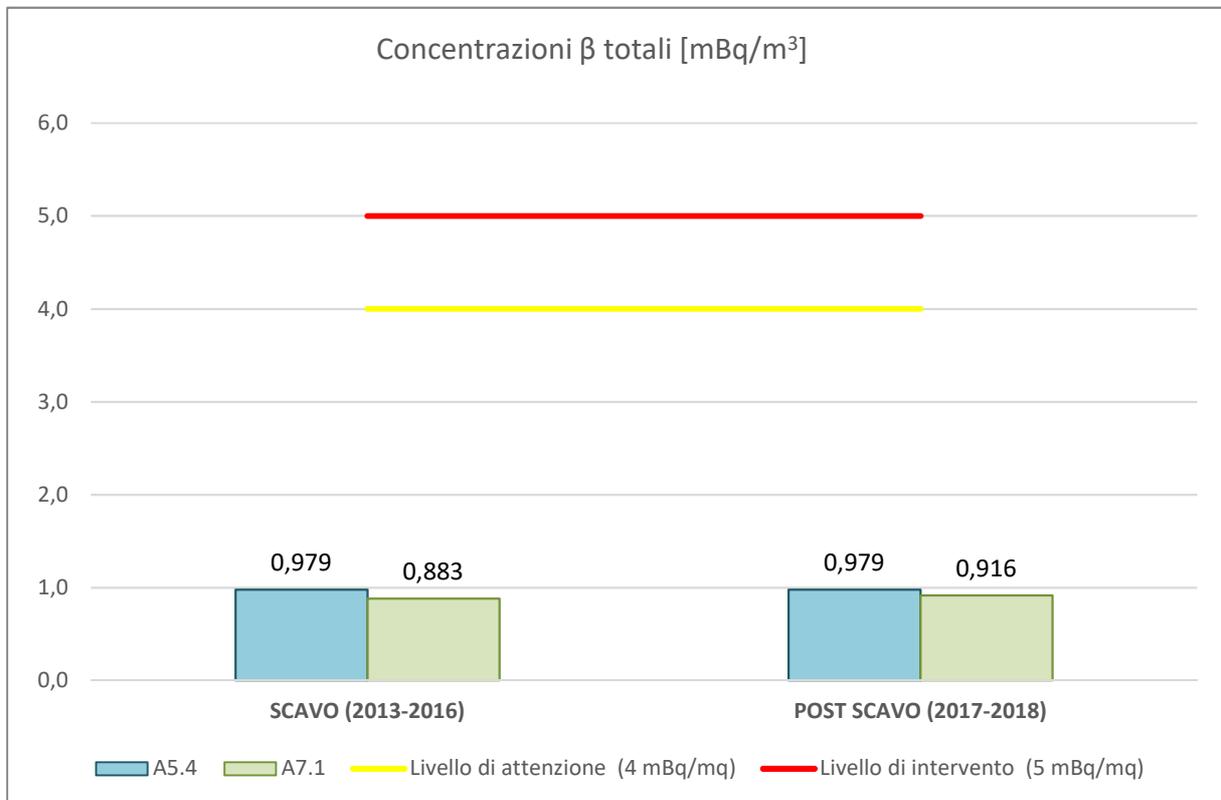


Figura 73 - Confronto tra i valori medi e massimi annuali di concentrazione  $\beta$  totale in fase di post scavo per le due stazioni di monitoraggio A5.4 e A7.1.



**Figura 74 - Confronto tra i valori medi e massimi di concentrazione  $\alpha$  totale nelle fasi di scavo e post scavo per le due stazioni di monitoraggio A5.4 e A7.1**



**Figura 75 - Confronto tra i valori medi e massimi di concentrazione  $\beta$  totale nelle fasi di scavo e post scavo per le due stazioni di monitoraggio A5.4 e A7.1**

## 5. Conclusioni in merito al livello di resilienza dell'ambiente interessato dalle opere

Con il parere 2471 del 21 luglio della CTVIA, supportato dal documento “Verifica degli esiti ambientali del Cunicolo Esplorativo de La Maddalena” è stata accertata la compatibilità dell'opera geognostica rispetto alle singole componenti potenzialmente interessate dalle opere. L'ambito temporale di analisi di quella valutazione era relativo alla fase più impattante del cantiere vale a dire l'allestimento dello stesso, la realizzazione dell'imbocco e lo scavo del cunicolo (anni 2013-2016).

Sulla base delle risultanze della verifica degli esiti ambientali, è stata eseguita una valutazione del corretto funzionamento della configurazione del sistema di presidio ambientale all'epoca in essere, ovvero così come prevista in fase progettuale e fino ad allora applicata, dalla quale è scaturita una nuova modulazione del presidio stesso.

La calibrazione del sistema di presidio ambientale integrato ha portato, infatti, a prevedere, a partire dal 2018, per la fase operativa 4 (attualmente in corso), una nuova configurazione operativa del presidio di monitoraggio che ha permesso di migliorare le prestazioni del sistema di monitoraggio adeguandolo ai dati acquisiti, secondo un approccio sito-specifico, e modulandolo secondo i reali effetti delle lavorazioni del cantiere.

Il confronto tra i dati analitici acquisiti negli anni 2017-2018, che hanno fotografato lo stato dell'ambiente in relazione ad attività di cantiere oggettivamente poco impattanti (smontaggio della TBM, scavo della vasca alla pK 4+130, smobilizzo del cantiere), e i dati acquisiti nel periodo precedente (2013-2016) ha permesso di verificare se e come lo stato delle diverse componenti stia ritornando agli standard che aveva in condizioni indisturbate prima dell'avvio dei lavori. Tale verifica consente quindi di capire la reversibilità degli impatti, ove generati, connessi alla realizzazione del cunicolo e, contestualmente, poter valutare la resilienza dell'ambiente interessato dalle opere.

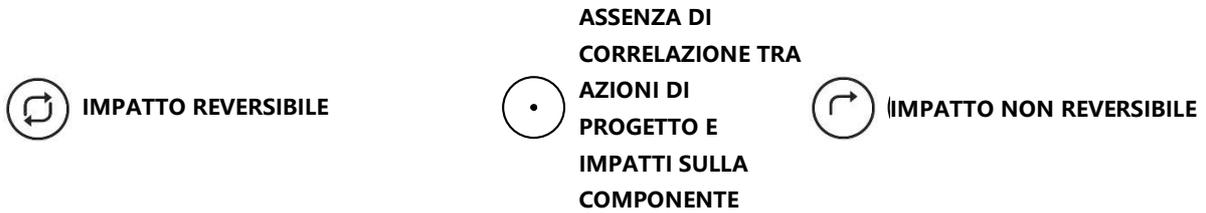
Per tutte le componenti la valutazione in merito alla reversibilità degli impatti ha confermato in linea generale che questi, laddove si sono generati, hanno mostrato una natura reversibile con evidenze più o meno significative in relazione alla magnitudo che avevano assunto nella fase di scavo e alla tipologia della componente. Per altro si vuole evidenziare che per molte di esse la valutazione degli esiti dei monitoraggi è stata fatta rispetto a soglie più restrittive di quelle imposte dalla normativa riferite a valori sito specifici determinati nella fase di Ante Operam.

A tal proposito il confronto tra le varie fasi del monitoraggio, per le componenti fisiche (atmosfera, rumore e vibrazioni) ha fatto emergere in maniera netta come l'assenza di azioni di progetto in grado di interferire in maniera diretta con le singole componenti, faccia riportare gli standard ambientali verso livelli non perturbati in tempi che sono stati cristallizzati nella fase di post scavo (anno 2017-2018).

Per le componenti biotiche, con particolare riferimento alla fauna, in cui le variabili in gioco sono molte, alcune delle quali esulano dalla diretta interazione opera – componente, la reversibilità degli impatti, che pure emerge dai confronti tra le fasi di scavo e post scavo si manifesta con rapidità meno marcata.

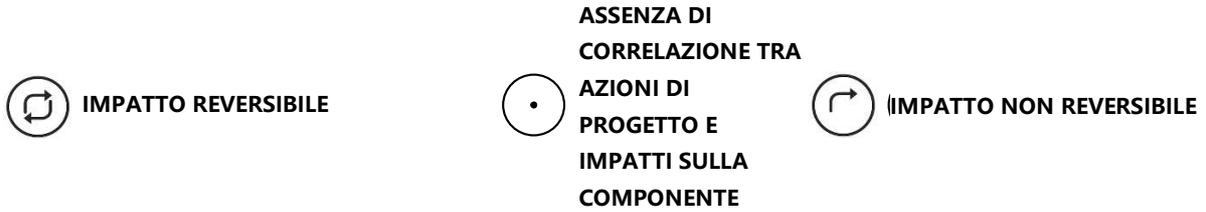
Di seguito si riporta un quadro sinottico che sintetizza le valutazioni rispetto alle singole componenti, evidenziando quelle per le quali gli impatti si sono manifestati in maniera reversibile o non reversibile e quelle per le quali non sussistono presupposti per definire uno scenario di interazioni tra azioni di progetto e impatti sulle componenti.

QUADRO SINOTTICO DI SINTESI



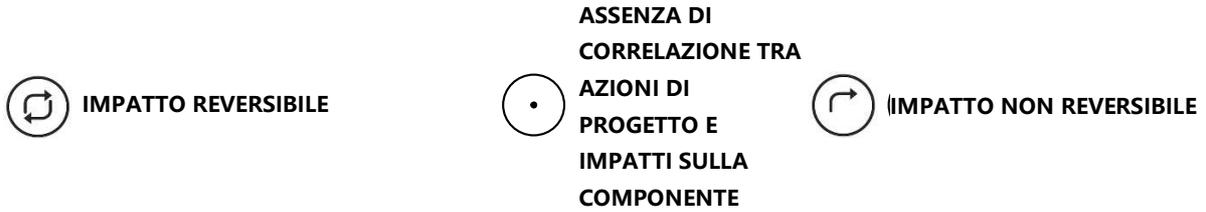
<i>Fattore</i>	<i>Giudizio di sintesi</i>
<b>ATMOSFERA</b>	
<b>Emissione di polveri</b>	<p>L' analisi comparata tra la fase di scavo e quella di post scavo mette in evidenza che il fattore emissivo del cantiere durante la realizzazione del cunicolo (pari a circa 3 µg/m3 riscontrata negli anni 2013-2016) è stato completamente riassorbito nella fase di post scavo (anni 2017-2018) in cui i valori misurati nell' area di cantiere sono equivalenti alle centraline esterne. Tale comparazione evidenzia da un lato la reversibilità dell' impatto e dall' altro il fatto che, in condizioni di trascurabili azioni di progetto in grado di determinare fattori causali d' impatto (nella fattispecie movimentazione terra/sbancamenti e scavo della galleria), l' assetto operativo del cantiere negli anni 2017-2018 non ha generato interferenze a carico della componente.</p>
<b>AMBIENTE IDRICO</b>	
<b>Ambiente idrico superficiale</b>	<p>Il confronto tra i dati della fase di scavo e quelli del post scavo non forniscono elementi ulteriori né rispetto alla compatibilità dell' opera sulla componente (già acclarata con il parere 2471 del 21 luglio della CTVA) né circa la reversibilità degli impatti, indipendentemente dalla magnitudo, come già evidenziato nel periodo di monitoraggio della fase di scavo. In sintesi le azioni di progetto, sia nella fase di scavo, sia nella fase di post scavo, non hanno avuto interazioni con la componente.</p>
<b>Ambiente idrico sotterraneo</b>	<p>Atteso che le possibili interazioni tra opera e componente erano principalmente legate ai rischi di interferenza con sorgenti in fase di scavo e che il quadro di verifica di tali rischi è stato positivamente superato con tutti i monitoraggi, emerge che il monitoraggio svolto negli anni 2017 e 2018 (fase di post scavo) conferma la completa assenza di rischi di interferenze con le sorgenti monitorate.</p>

**QUADRO SINOTTICO DI SINTESI**



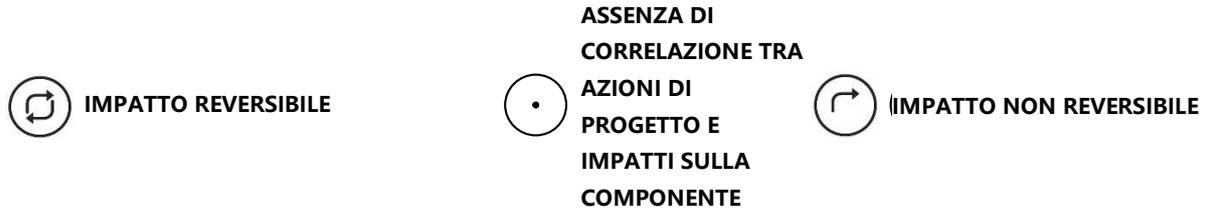
<i>Fattore</i>	<i>Giudizio di sintesi</i>
<b>SUOLO E SOTTOSUOLO</b>	
<b>Suolo</b>	<p>Anche per questa componente i dati della fase di post scavo non aggiungono ulteriori elementi rispetto a quanto già valutato nella fase di scavo in cui, negli anni compresi tra il 2013 e 2016, si è assistito a una progressiva convergenza di tutti i parametri analizzati verso buoni livelli qualitativi. In questo senso è confermata la reversibilità degli impatti che si manifesta in maniera abbastanza rapida rispetto al verificarsi dell' interferenza ma che comunque è condizionata da fattori esterni, quali condizioni climatiche, il cui andamento non ha nessuna relazione con le attività di cantiere.</p>
<b>Sottosuolo</b>	<p>La necessità di gestire come rifiuto il materiale generato dallo scavo della vasca alla pK 4+130, in relazione alla concentrazione di idrocarburi C&gt;12, si ritiene legata ad episodi di carattere accidentale connessi alla tecnica di scavo, e non modifica il quadro della compatibilità ambientale complessiva dei materiali estratti dal massiccio dell' Ambin.</p>
<b>AMBIENTE NATURALE</b>	
<b>Vegetazione</b>	<p>Sin dalla fase di scavo le analisi relative agli impatti indiretti sulla vegetazione limitrofa al cantiere, non hanno evidenziato particolari problematiche con l' insieme dei parametri analizzati che si è mantenuto su buoni livelli qualitativi. Tale andamento è confermato nella fase di post scavo. L' unico elemento meritevole di attenzione è costituito dalla presenza di <i>Buddleja davidii</i>, che si è mantenuta costante nel 2017 e 2018 rispetto a quanto rilevato nel 2016. Per questo ultimo aspetto la reversibilità dell' impatto, atteso che esso stesso non è univocamente riconducibile alla presenza del cantiere, dovrà essere verificata con le successive campagne di monitoraggio.</p>

**QUADRO SINOTTICO DI SINTESI**



<i>Fattore</i>	<i>Giudizio di sintesi</i>
<p><b>Fauna</b></p>	<p style="text-align: center;"></p> <p>Questa componente, in ragione della complessità di classi, ordini e specie monitorate, è quella che presenta maggiori elementi di variabilità circa lo stato quali – quantitativo, anche in relazione alla quantità di fattori ambientali che contribuiscono alle condizioni della stessa. Come già valutato nello Studio di Impatto Ambientale il disturbo alle comunità faunistiche si è manifestato, soprattutto nelle aree limitrofe a quella di cantiere, a carico dell’ avifauna. Tuttavia dai confronti tra la fase di scavo (anni 2013-2016) e quella di post scavo (2017-2018) si è indubbiamente assistito a un trend tendenziale orientato al ritorno alle condizioni non perturbate, indice della reversibilità degli impatti. Rispetto ad altre componenti, tuttavia, soprattutto per la presenza di variabili ambientali non dipendenti da azioni di progetto (a titolo di esempio le condizioni climatiche), la reversibilità degli impatti si manifesta, in taluni casi, in maniera più lenta.</p>
<b>((:)) RUMORE e VIBRAZIONI</b>	
<p><b>Rumore</b></p>	<p style="text-align: center;"></p> <p>L’ analisi dei dati evidenzia come nella fase di Post scavo sia i livelli misurati di giorno sia i livelli misurati di notte sono diminuiti confermando la natura reversibile dell’ impatto e confermando la presenza di sorgenti che inficiano il clima acustico notturno indipendentemente dalla presenza del cantiere. Come per l’ atmosfera, anche per il rumore, la manifestazione di fenomeni di impatto è strettamente correlata alla presenza di azioni di progetto in grado di generare fattori causali di impatto, che nel caso specifico sono costituiti dalla presenza di tutte le sorgenti legate alle attività dello scavo della galleria (nastri trasportatori e movimentazione di mezzi operativi).</p>
<p><b>Vibrazioni</b></p>	<p style="text-align: center;"></p> <p>L’ analisi dei dati relativi agli anni 2017-2018 evidenzia come nella fase di Post scavo sia i livelli misurati di giorno sia i livelli misurati di notte sono inferiori ai livelli misurati nella fase di scavo nonostante la presenza di lavorazioni impattanti dal punto di vista vibrazionale alla pK 4+130, evidenziando una attenuazione del fenomeno vibratorio in funzione della distanza. Si evidenzia quindi la natura reversibile dell’ interferenza che si riallinea ai valori di fondo della zona quando termina il fenomeno vibratorio direttamente imputabile ad azioni specifiche di progetto. Anche per questa componente, come per l’ atmosfera e il rumore, la manifestazione di fenomeni di impatto è strettamente correlata alla presenza di azioni di progetto in grado di generare fattori causali di impatto, nel caso specifico costituiti dalle vibrazioni indotte dalle tecniche di scavo;</p>

**QUADRO SINOTTICO DI SINTESI**



*Fattore*

*Giudizio di sintesi*



**AMIANTO e RADIAZIONI IONIZZANTI**

**Amianto**



I risultati dei monitoraggi svolti sull' amianto aerodisperso sia in fase di scavo, sia in fase di post-scavo, che diffusamente si attestano al di sotto dei limiti di rilevabilità strumentale, hanno spostato la prospettiva della valutazione dalla verifica di un potenziale impatto (che non si è mai manifestato), alla valutazione della rilevabilità dell' amianto all' interno del campione, ribadendo che, anche quest' ultimo evento, si è manifestato in percentuali bassissime. Inoltre, dal confronto dei dati di monitoraggio con i dati di produttività del cantiere di scavo emerge la completa assenza di correlazione tra le azioni di progetto e gli sporadici superamenti del limite di rilevabilità registrati. Conseguentemente il concetto di reversibilità dell' impatto rispetto alla componente non è applicabile al caso di specie in quanto non si sono manifestati impatti correlabili alla realizzazione dello scavo del cunicolo esplorativo.

**Radiazioni ionizzanti**



I dati acquisiti nella fase di post scavo consentono di confermare che quanto misurato durante la fase di realizzazione del cunicolo nella postazione di riferimento del cantiere (A.5.4.) fosse tendenzialmente riconducibile al fondo naturale, atteso che lo scostamento con la stazione A.7.1 non ha assunto, a livello tendenziale, valori significativi. Anche in questo caso sembra non opportuno esprimersi in merito alla reversibilità dell' impatto nella misura in cui esso non si è manifestato durante la fase di realizzazione delle opere.

A conclusione delle valutazioni effettuate, atteso che gli esiti dei monitoraggi ambientali nella fase di post scavo (anni 2017-2018) sono rientrati entro le soglie di riferimento definite dal Piano di Monitoraggio Ambientale (che in alcuni casi assumono valori più restrittivi di quanto previsto dalla normativa) è possibile confermare che, ove presenti, gli impatti prodotti nella fase di scavo del cunicolo esplorativo, assumono carattere reversibile indipendentemente dalla loro magnitudo, confermando la compatibilità ambientale dell'opera geognostica.

## 6. Documenti di riferimento

- 0169\_MA1\_02\_02\_10\_10\_01 – Studio di Impatto Ambientale – Quadro Ambientale
- PP2\_MA1\_ITF\_0205\_B\_PA\_NOT – Relazione gestione Terre e rocce da scavo
- PP2\_MA1\_ITF\_0247\_0\_PA\_NOT - Relazione degli impatti transfrontalieri ai sensi della legge 640/94
- PP2 – MA1 – ITF – 0267\_0\_PA\_NOT - Valutazione di Incidenza sul SIC Boscaglie di Tasso di Giaglione
- PP2\_MS1\_GIA\_0423\_A\_AP\_NOT – Rapporto finale sull’analisi ecosistemica
- MAD\_MA3\_FEN\_0250\_C\_PA\_NOT - Progetto variante tecnica – Cunicolo esplorativo La Maddalena – Piano di monitoraggio ambientale – Piano esecutivo delle fasi ante-operam e realizzativa
- MAD\_MA3\_FEN\_0292\_D\_PA\_NOT - Progetto variante tecnica – Cunicolo esplorativo La Maddalena – Piano di monitoraggio ambientale – Piano esecutivo delle fasi ante-operam e realizzativa
- MAD\_MA3\_SER\_0019\_B\_AP\_NOT - Progetto variante tecnica – Cunicolo esplorativo La Maddalena – Piano di monitoraggio ambientale – Piano esecutivo delle fasi ante-operam e realizzativa – Adendum - Attivazione Fase 4
- MAD\_EXE\_VEN\_0096\_P\_AP\_NOT - Cunicolo esplorativo de La Maddalena - Piano di Gestione Ambientale
- MAD\_EXE\_VEN\_0861\_H\_AP\_NOT - Cunicolo esplorativo de La Maddalena - Piano di Gestione Ambientale – Fase 3: sistemazione cunicolo e Fase 4: smobilizzo cantiere
- MAD\_MA3\_FEN\_0223\_A\_PA\_NOT - Cunicolo esplorativo La Maddalena – Monitoraggio ambientale della fase realizzativa – Report annuale 2013
- MAD\_MA3\_FEN\_0236\_A\_PA\_NOT - Cunicolo esplorativo La Maddalena – Monitoraggio ambientale della fase realizzativa – Report annuale 2014
- MAD\_MA3\_FEN\_0262\_A\_PA\_NOT - Cunicolo esplorativo La Maddalena – Monitoraggio ambientale della fase realizzativa – Report annuale 2015
- MAD\_MA3\_FEN\_0286\_A\_PA\_NOT - Cunicolo esplorativo La Maddalena – Monitoraggio ambientale della fase realizzativa – Report annuale 2016
- MAD\_MA3\_FEN\_0286\_A\_PA\_NOT - Cunicolo esplorativo La Maddalena – Monitoraggio ambientale della fase realizzativa – Report annuale 2016

- MAD\_MA3\_SER\_0021\_A\_AP\_NOT - Cunicolo esplorativo La Maddalena – Monitoraggio ambientale della fase realizzativa – Report annuale 2017 – Relazione Generale
- MAD\_MA3\_SER\_0022\_A\_AP\_NOT - Cunicolo esplorativo La Maddalena – Monitoraggio ambientale della fase realizzativa – Report annuale 2017 – Suolo e geomorfologia
- MAD\_MA3\_SER\_0023\_A\_AP\_NOT - Cunicolo esplorativo La Maddalena – Monitoraggio ambientale della fase realizzativa – Report annuale 2017 – Vegetazione
- MAD\_MA3\_SER\_0024\_A\_AP\_NOT - Cunicolo esplorativo La Maddalena – Monitoraggio ambientale della fase realizzativa – Report annuale 2017 – Fauna terrestre
- MAD\_MA3\_SER\_0025\_A\_AP\_NOT - Cunicolo esplorativo La Maddalena – Monitoraggio ambientale della fase realizzativa – Report annuale 2017 – Fauna acquatica
- MAD\_MA3\_SER\_0039\_A\_AP\_NOT - Cunicolo esplorativo La Maddalena – Monitoraggio ambientale della fase realizzativa – Report annuale 2017 – Relazione Generale
- MAD\_MA3\_SER\_0044\_A\_AP\_NOT - Cunicolo esplorativo La Maddalena – Monitoraggio ambientale della fase realizzativa – Report annuale 2017 – Suolo e geomorfologia
- MAD\_MA3\_SER\_0045\_A\_AP\_NOT - Cunicolo esplorativo La Maddalena – Monitoraggio ambientale della fase realizzativa – Report annuale 2017 – Vegetazione
- MAD\_MA3\_SER\_0042\_A\_AP\_NOT - Cunicolo esplorativo La Maddalena – Monitoraggio ambientale della fase realizzativa – Report annuale 2017 – Fauna terrestre
- MAD\_MA3\_SER\_0043\_A\_AP\_NOT - Cunicolo esplorativo La Maddalena – Monitoraggio ambientale della fase realizzativa – Report annuale 2017 – Fauna acquatica
- 
- MON\_INT\_AMB\_REPORT\_001 - Cunicolo esplorativo de La Maddalena – Monitoraggio ambientale – Rapporto mensile attività di monitoraggio interno al cantiere – Maggio 2013
- MON\_INT\_AMB\_REPORT\_002 - Cunicolo esplorativo de La Maddalena – Monitoraggio ambientale – Rapporto mensile attività di monitoraggio interno al cantiere – Giugno 2013
- MAD\_RMA\_GDE\_0002\_0\_AP\_NOT - Cunicolo esplorativo de La Maddalena – Progetto esecutivo – Rapporto mensile ambientale – Luglio 2013
- MAD\_RMA\_GDE\_0003\_0\_AP\_NOT - Cunicolo esplorativo de La Maddalena – Progetto esecutivo – Rapporto mensile ambientale – Agosto 2013
- MAD\_RMA\_GDE\_0003\_0\_AP\_NOT - Cunicolo esplorativo de La Maddalena – Progetto esecutivo – Rapporto mensile ambientale – Agosto 2013

- MAD\_RMA\_GDE\_0004\_0\_AP\_NOT - Cunicolo esplorativo de La Maddalena – Progetto esecutivo – Rapporto mensile ambientale – Settembre 2013
- MAD\_RMA\_GDE\_0005\_0\_AP\_NOT - Cunicolo esplorativo de La Maddalena – Progetto esecutivo – Rapporto mensile ambientale – Ottobre 2013
- MAD\_RMA\_GDE\_0006\_0\_AP\_NOT - Cunicolo esplorativo de La Maddalena – Progetto esecutivo – Rapporto mensile ambientale – Novembre 2013
- MAD\_RMA\_GDE\_0007\_0\_AP\_NOT - Cunicolo esplorativo de La Maddalena – Progetto esecutivo – Rapporto mensile ambientale – Dicembre 2013
- MAD\_RMA\_GDE\_0007\_0\_AP\_NOT - Cunicolo esplorativo de La Maddalena – Progetto esecutivo – Rapporto mensile ambientale – Dicembre 2013
- MAD\_RMA\_GDE\_0008\_0\_AP\_NOT - Cunicolo esplorativo de La Maddalena – Progetto esecutivo – Rapporto mensile ambientale – Gennaio 2014
- MAD\_RMA\_GDE\_0009\_0\_AP\_NOT - Cunicolo esplorativo de La Maddalena – Progetto esecutivo – Rapporto mensile ambientale – Febbraio 2014
- MAD\_RMA\_GDE\_0010\_0\_AP\_NOT - Cunicolo esplorativo de La Maddalena – Progetto esecutivo – Rapporto mensile ambientale – Marzo 2014
- MAD\_RMA\_GDE\_0011\_0\_AP\_NOT - Cunicolo esplorativo de La Maddalena – Progetto esecutivo – Rapporto mensile ambientale – Aprile 2014
- MAD\_RMA\_GDE\_0012\_0\_AP\_NOT - Cunicolo esplorativo de La Maddalena – Progetto esecutivo – Rapporto mensile ambientale – Maggio 2014
- MAD\_RMA\_GDE\_0013\_0\_AP\_NOT - Cunicolo esplorativo de La Maddalena – Progetto esecutivo – Rapporto mensile ambientale – Giugno 2014
- MAD\_RMA\_GDE\_0014\_0\_AP\_NOT - Cunicolo esplorativo de La Maddalena – Progetto esecutivo – Rapporto mensile ambientale – Luglio 2014
- MAD\_RMA\_GDE\_0015\_0\_AP\_NOT - Cunicolo esplorativo de La Maddalena – Progetto esecutivo – Rapporto mensile ambientale – Agosto 2014
- MAD\_RMA\_GDE\_0016\_0\_AP\_NOT - Cunicolo esplorativo de La Maddalena – Progetto esecutivo – Rapporto mensile ambientale – Settembre 2014
- MAD\_RMA\_GDE\_0017\_0\_AP\_NOT - Cunicolo esplorativo de La Maddalena – Progetto esecutivo – Rapporto mensile ambientale – Ottobre 2014
- MAD\_RMA\_GDE\_0018\_0\_AP\_NOT - Cunicolo esplorativo de La Maddalena – Progetto esecutivo – Rapporto mensile ambientale – Novembre 2014
- MAD\_RMA\_GDE\_0019\_0\_AP\_NOT - Cunicolo esplorativo de La Maddalena – Progetto esecutivo – Rapporto mensile ambientale – Dicembre 2014

- MAD\_RMA\_GDE\_0020\_0\_AP\_NOT - Cunicolo esplorativo de La Maddalena – Progetto esecutivo – Rapporto mensile ambientale – Gennaio 2015
- MAD\_RMA\_GDE\_0021\_0\_AP\_NOT - Cunicolo esplorativo de La Maddalena – Progetto esecutivo – Rapporto mensile ambientale – Febbraio 2015
- MAD\_RMA\_GDE\_0022\_0\_AP\_NOT - Cunicolo esplorativo de La Maddalena – Progetto esecutivo – Rapporto mensile ambientale – Marzo 2015
- MAD\_RMA\_GDE\_0023\_0\_AP\_NOT - Cunicolo esplorativo de La Maddalena – Progetto esecutivo – Rapporto mensile ambientale – Aprile 2015
- MAD\_RMA\_GDE\_0024\_0\_AP\_NOT - Cunicolo esplorativo de La Maddalena – Progetto esecutivo – Rapporto mensile ambientale – Maggio 2015
- MAD\_RMA\_GDE\_0025\_0\_AP\_NOT - Cunicolo esplorativo de La Maddalena – Progetto esecutivo – Rapporto mensile ambientale – Maggio 2015
- MAD\_RMA\_GDE\_0026\_0\_AP\_NOT - Cunicolo esplorativo de La Maddalena – Progetto esecutivo – Rapporto mensile ambientale – Giugno 2015
- MAD\_RMA\_GDE\_0026\_0\_AP\_NOT - Cunicolo esplorativo de La Maddalena – Progetto esecutivo – Rapporto mensile ambientale – Luglio 2015
- MAD\_RMA\_GDE\_0027\_0\_AP\_NOT - Cunicolo esplorativo de La Maddalena – Progetto esecutivo – Rapporto mensile ambientale – Agosto 2015
- MAD\_RMA\_GDE\_0028\_0\_AP\_NOT - Cunicolo esplorativo de La Maddalena – Progetto esecutivo – Rapporto mensile ambientale – Settembre 2015
- MAD\_RMA\_GDE\_0029\_0\_AP\_NOT - Cunicolo esplorativo de La Maddalena – Progetto esecutivo – Rapporto mensile ambientale – Ottobre 2015
- MAD\_RMA\_GDE\_0030\_0\_AP\_NOT - Cunicolo esplorativo de La Maddalena – Progetto esecutivo – Rapporto mensile ambientale – Novembre 2015
- MAD\_RMA\_GDE\_0031\_0\_AP\_NOT - Cunicolo esplorativo de La Maddalena – Progetto esecutivo – Rapporto mensile ambientale – Dicembre 2015
- MAD\_RMA\_GDE\_0032\_0\_AP\_NOT - Cunicolo esplorativo de La Maddalena – Progetto esecutivo – Rapporto mensile ambientale – Gennaio 2016
- MAD\_RMA\_GDE\_0033\_0\_AP\_NOT - Cunicolo esplorativo de La Maddalena – Progetto esecutivo – Rapporto mensile ambientale – Febbraio 2016
- MAD\_RMA\_GDE\_0034\_0\_AP\_NOT - Cunicolo esplorativo de La Maddalena – Progetto esecutivo – Rapporto mensile ambientale – Marzo 2016

- MAD\_RMA\_GDE\_0035\_0\_AP\_NOT - Cunicolo esplorativo de La Maddalena – Progetto esecutivo – Rapporto mensile ambientale – Aprile 2016
- MAD\_RMA\_GDE\_0036\_0\_AP\_NOT - Cunicolo esplorativo de La Maddalena – Progetto esecutivo – Rapporto mensile ambientale – Maggio 2016
- MAD\_RMA\_GDE\_0037\_0\_AP\_NOT - Cunicolo esplorativo de La Maddalena – Progetto esecutivo – Rapporto mensile ambientale – Giugno 2016
- MAD\_RMA\_GDE\_0038\_0\_AP\_NOT - Cunicolo esplorativo de La Maddalena – Progetto esecutivo – Rapporto mensile ambientale – Luglio 2016
- MAD\_RMA\_GDE\_0039\_0\_AP\_NOT - Cunicolo esplorativo de La Maddalena – Progetto esecutivo – Rapporto mensile ambientale – Agosto 2016
- MAD\_RMA\_GDE\_0040\_0\_AP\_NOT - Cunicolo esplorativo de La Maddalena – Progetto esecutivo – Rapporto mensile ambientale – Settembre 2016
- MAD\_RMA\_GDE\_0041\_0\_AP\_NOT - Cunicolo esplorativo de La Maddalena – Progetto esecutivo – Rapporto mensile ambientale – Ottobre 2016
- MAD\_RMA\_GDE\_0042\_0\_AP\_NOT - Cunicolo esplorativo de La Maddalena – Progetto esecutivo – Rapporto mensile ambientale – Novembre 2016
- MAD\_RMA\_GDE\_0043\_0\_AP\_NOT - Cunicolo esplorativo de La Maddalena – Progetto esecutivo – Rapporto mensile ambientale – Dicembre 2016
- MAD\_RMA\_GDE\_0044\_0\_AP\_NOT - Cunicolo esplorativo de La Maddalena – Progetto esecutivo – Rapporto mensile ambientale – Gennaio 2017
- MAD\_RMA\_GDE\_0045\_0\_AP\_NOT - Cunicolo esplorativo de La Maddalena – Progetto esecutivo – Rapporto mensile ambientale – Febbraio 2017
- MAD\_RMA\_GDE\_0046\_0\_AP\_NOT - Cunicolo esplorativo de La Maddalena – Progetto esecutivo – Rapporto mensile ambientale – Marzo 2017
- MAD\_RMA\_GDE\_0047\_0\_AP\_NOT - Cunicolo esplorativo de La Maddalena – Progetto esecutivo – Rapporto mensile ambientale – Aprile 2017
- MAD\_RMA\_GDE\_0048\_0\_AP\_NOT - Cunicolo esplorativo de La Maddalena – Progetto esecutivo – Rapporto mensile ambientale – Maggio 2017
- MAD\_RMA\_GDE\_0049\_0\_AP\_NOT - Cunicolo esplorativo de La Maddalena – Progetto esecutivo – Rapporto mensile ambientale – Giugno 2017
- MAD\_RMA\_GDE\_0050\_0\_AP\_NOT - Cunicolo esplorativo de La Maddalena – Progetto esecutivo – Rapporto mensile ambientale – Luglio 2017
- MAD\_RMA\_GDE\_0051\_0\_AP\_NOT - Cunicolo esplorativo de La Maddalena – Progetto esecutivo – Rapporto mensile ambientale – Agosto 2017

- MAD\_RMA\_GDE\_0052\_0\_AP\_NOT - Cunicolo esplorativo de La Maddalena – Progetto esecutivo – Rapporto mensile ambientale – Settembre 2017
- MAD\_RMA\_GDE\_0053\_0\_AP\_NOT - Cunicolo esplorativo de La Maddalena – Progetto esecutivo – Rapporto mensile ambientale – Ottobre 2017
- MAD\_RMA\_GDE\_0054\_0\_AP\_NOT - Cunicolo esplorativo de La Maddalena – Progetto esecutivo – Rapporto mensile ambientale – Novembre 2017
- MAD\_RMA\_GDE\_0055\_0\_AP\_NOT - Cunicolo esplorativo de La Maddalena – Progetto esecutivo – Rapporto mensile ambientale – Dicembre 2017
- MAD\_RMA\_GDE\_0056\_0\_AP\_NOT - Cunicolo esplorativo de La Maddalena – Progetto esecutivo – Rapporto mensile ambientale – Gennaio 2018
- MAD\_RMA\_GDE\_0057\_0\_AP\_NOT - Cunicolo esplorativo de La Maddalena – Progetto esecutivo – Rapporto mensile ambientale – Febbraio 2018
- MAD\_RMA\_GDE\_0058\_0\_AP\_NOT - Cunicolo esplorativo de La Maddalena – Progetto esecutivo – Rapporto mensile ambientale – Marzo 2018
- MAD\_RMA\_GDE\_0059\_0\_AP\_NOT - Cunicolo esplorativo de La Maddalena – Progetto esecutivo – Rapporto mensile ambientale – Aprile 2018
- MAD\_RMA\_GDE\_0060\_0\_AP\_NOT - Cunicolo esplorativo de La Maddalena – Progetto esecutivo – Rapporto mensile ambientale – Maggio 2018
- MAD\_DEP\_BOR\_0057\_F\_AP\_NOT \_ Cunicolo esplorativo de La Maddalena – Progetto esecutivo di variante – Sito di deposito Maddalena – Piano di gestione terre e rocce
- MAD\_NOT\_GDE\_7020\_0\_AP\_NOT – Proposta di completamento dello scavo alla progressiva 7+020
- PRV\_C3B\_7200\_26-48-01-10-01\_ Relazione ritorno di esperienza Cunicolo esplorativo della Maddalena
- PRV C3B 7206 26-48-01 40-01\_Profilo Geomeccanico as-built Cunicolo esplorativo della Maddalena
- MAD\_MS5\_GIA\_0002\_0 \_ Profilo Geomeccanico as-built Cunicolo esplorativo della Maddalena
- MAD\_EXE\_VEN\_2001\_Relazione interpretativa delle evidenze allo scavo da pk 0+198 a pk 0+700
- MAD\_EXE\_VEN\_2002\_Relazione interpretativa delle evidenze allo scavo da pk 0+198 a pk 0+700

- MAD\_EXE\_VEN\_2003\_Relazione interpretativa delle evidenze allo scavo da pk 0+700 a pk 1+200
- MAD\_EXE\_VEN\_2004\_Relazione interpretativa delle evidenze allo scavo da pk 0+700 a pk 1+200 –Allegati
- MAD\_EXE\_VEN\_2005\_Relazione interpretativa delle evidenze allo scavo da pk 1+200 a pk 1+700
- MAD\_EXE\_VEN\_2006\_Relazione interpretativa delle evidenze allo scavo da pk 1+200 a pk 1+700–Allegati
- MAD\_EXE\_VEN\_2007\_Relazione interpretativa delle evidenze allo scavo da pk 1+700 a pk 2+200
- MAD\_EXE\_VEN\_2008\_Relazione interpretativa delle evidenze allo scavo da pk 1+700 a pk 2+200 – Allegati
- MAD\_EXE\_VEN\_2009\_Relazione interpretativa delle evidenze allo scavo da pk 2+200 a pk 2+700
- MAD\_EXE\_VEN\_2010\_Relazione interpretativa delle evidenze allo scavo da pk 2+200 a pk 2+700 – Allegati
- MAD\_EXE\_VEN\_2011\_Relazione interpretativa delle evidenze allo scavo da pk 2+700 a pk 3+200
- MAD\_EXE\_VEN\_2012\_Relazione interpretativa delle evidenze allo scavo da pk 2+700 a pk 3+200 – Allegati
- MAD\_EXE\_VEN\_2013\_Relazione interpretativa delle evidenze allo scavo da pk 3+200 a pk 3+700
- MAD\_EXE\_VEN\_2014\_Relazione interpretativa delle evidenze allo scavo da pk 3+200 a pk 3+700 – Allegati
- MAD\_EXE\_VEN\_2015\_Relazione interpretativa delle evidenze allo scavo da pk 3+700 a pk 4+200
- MAD\_EXE\_VEN\_2016\_Relazione interpretativa delle evidenze allo scavo da pk3+700 a pk 4+200 – Allegati
- MAD\_EXE\_VEN\_2017\_Relazione interpretativa delle evidenze allo scavo da pk 4+200 a pk 4+700
- MAD\_EXE\_VEN\_2018\_Relazione interpretativa delle evidenze allo scavo da pk 4+200 a pk 4+700 – Allegati

- MAD\_EXE\_VEN\_2019\_Relazione interpretativa delle evidenze allo scavo da pk 4+700 a pk 5+200
- MAD\_EXE\_VEN\_2020\_Relazione interpretativa delle evidenze allo scavo da pk 4+700 a pk 5+200 – Allegati
- MAD\_EXE\_VEN\_2021\_Relazione interpretativa delle evidenze allo scavo da pk 5+200 a pk 5+764.77
- MAD\_EXE\_VEN\_2022\_Relazione interpretativa delle evidenze allo scavo da pk 5+200 a pk 5+764.77 – Allegati
- MAD\_EXE\_VEN\_2023\_Relazione interpretativa delle evidenze allo scavo da pk 5+764.77 a pk 6+400
- MAD\_EXE\_VEN\_2024\_Relazione interpretativa delle evidenze allo scavo da pk 5+764.77 a pk 6+400 – Allegati
- MAD\_EXE\_VEN\_2025\_Relazione interpretativa delle evidenze allo scavo da pk 6+400 a pk 7+020
- MAD\_EXE\_VEN\_2026\_Relazione interpretativa delle evidenze allo scavo da pk 6+400 a pk 7+020 – Allegati
- RPSX\_01\_198-1200÷ RPSX\_09\_6765-7020\_\_ Profilo geologico del paramento sinistro con proiezione ortogonale degli elementi rilevati sul piano verticale tangente all'estradosso del tunnel (Scala 1:200).
- MAD\_EXE\_VEN\_2119\_H\_AP\_NOT\_ Galleria naturale - Scavo in meccanizzato - Proposta di aggiornamento dei criteri di applicazione delle sezioni tipo in funzione delle evidenze allo scavo
- MAD\_EXE\_VEN\_2122\_ Galleria naturale - Scavo in meccanizzato - Scudino integrativo di pre-sostegno allo scavo da adottare in contesti di roccia tettonizzata e/o intensamente fratturata con distacco di blocchi in calotta - Nota tecnica descrittiva e di calcolo
- MAD\_EXE\_VEN\_4008\_ Galleria naturale – Scavo meccanizzato - Tratta fissa - Impiego del sistema McNally Robbins per lo scavo del Cunicolo La Maddalena - Valutazioni tecniche ed economiche
- SM\_05\_4250\_300316\_300,6\_Sondaggio verticale a carotaggio continuo PK 4+250
- MAD\_EXE\_VEN\_2202\_ Nota tecnica interpretativa delle indagini e dei monitoraggi al 31 Maggio 2014
- MAD\_EXE\_VEN\_2203\_ Nota tecnica interpretativa delle indagini e dei monitoraggi al 30 Giugno 2014

- MAD\_EXE\_VEN\_2204\_ Nota tecnica interpretativa delle indagini e dei monitoraggi al 31 Luglio 2014
- MAD\_EXE\_VEN\_2205\_ Nota tecnica interpretativa delle indagini e dei monitoraggi al 31 Agosto 2014
- MAD\_EXE\_VEN\_2206\_ Nota tecnica interpretativa delle indagini e dei monitoraggi al 30 Settembre 2014
- MAD\_EXE\_VEN\_2207\_ Nota tecnica interpretativa delle indagini e dei monitoraggi al 31 Ottobre 2014
- MAD\_EXE\_VEN\_2208\_ Nota tecnica interpretativa delle indagini e dei monitoraggi al 30 novembre 2014
- MAD\_EXE\_VEN\_2209\_ Nota tecnica interpretativa delle indagini e dei monitoraggi al 31 dicembre 2014
- MAD\_EXE\_VEN\_2210\_ Nota tecnica interpretativa delle indagini e dei monitoraggi al 31 gennaio 2015
- MAD\_EXE\_VEN\_2211\_ Nota tecnica interpretativa delle indagini e dei monitoraggi al 28 febbraio 2015
- MAD\_EXE\_VEN\_2213\_ Nota tecnica interpretativa delle indagini e dei monitoraggi al 31 marzo 2015
- MAD\_EXE\_VEN\_2214\_ Nota tecnica interpretativa delle indagini e dei monitoraggi al 30 aprile 2015
- MAD\_EXE\_VEN\_2215\_ Nota tecnica interpretativa delle indagini e dei monitoraggi al 31 maggio 2015
- MAD\_EXE\_VEN\_2216\_ Nota tecnica interpretativa delle indagini e dei monitoraggi al 30 giugno 2015
- MAD\_EXE\_VEN\_2217\_ Nota tecnica interpretativa delle indagini e dei monitoraggi al 31 luglio 2015
- MAD\_EXE\_VEN\_2218\_ Nota tecnica interpretativa delle indagini e dei monitoraggi al 31 agosto 2015
- MAD\_EXE\_VEN\_2219\_ Nota tecnica interpretativa delle indagini e dei monitoraggi al 30 settembre 2015
- MAD\_EXE\_VEN\_2220\_ Nota tecnica interpretativa delle indagini e dei monitoraggi al 31 ottobre 2015

- MAD\_EXE\_VEN\_2221\_ Nota tecnica interpretativa delle indagini e dei monitoraggi al 30 novembre 2015
- MAD\_EXE\_VEN\_2222\_ Nota tecnica interpretativa delle indagini e dei monitoraggi al 31 dicembre 2015
- MAD\_EXE\_VEN\_2223\_ Nota tecnica interpretativa delle indagini e dei monitoraggi al 31 gennaio 2016
- MAD\_EXE\_VEN\_2224\_ Nota tecnica interpretativa delle indagini e dei monitoraggi al 29 febbraio 2016
- MAD\_EXE\_VEN\_2225\_ Nota tecnica interpretativa delle indagini e dei monitoraggi al 31 marzo 2016
- MAD\_EXE\_VEN\_2226\_ Nota tecnica interpretativa delle indagini e dei monitoraggi al 30 aprile 2016
- MAD\_EXE\_VEN\_2227\_ Nota tecnica interpretativa delle indagini e dei monitoraggi al 31 maggio 2016
- MAD\_EXE\_VEN\_2228\_ Nota tecnica interpretativa delle indagini e dei monitoraggi al 30 giugno 2016
- MAD\_EXE\_VEN\_2229\_ Nota tecnica interpretativa delle indagini e dei monitoraggi al 31 luglio 2016
- MAD\_EXE\_VEN\_2230\_ Nota tecnica interpretativa delle indagini e dei monitoraggi al 31 agosto 2016
- MAD\_EXE\_VEN\_2231\_ Nota tecnica interpretativa delle indagini e dei monitoraggi al 30 settembre 2016
- MAD\_EXE\_VEN\_2232\_ Nota tecnica interpretativa delle indagini e dei monitoraggi al 31 ottobre 2016
- MAD\_EXE\_VEN\_2233\_ Nota tecnica interpretativa delle indagini e dei monitoraggi al 30 novembre 2016
- MAD\_EXE\_VEN\_2234\_ Nota tecnica interpretativa delle indagini e dei monitoraggi al 30 dicembre 2016
- MAD\_EXE\_VEN\_2235\_ Nota tecnica interpretativa delle indagini e dei monitoraggi al 31 gennaio 2017
- MAD\_EXE\_VEN\_2236\_ Nota tecnica interpretativa delle indagini e dei monitoraggi al 28 febbraio 2017

- MAD\_EXE\_VEN\_2237\_ Nota tecnica interpretativa delle indagini e dei monitoraggi al 31 marzo 2017
- MPT\_01\_288\_260615÷ MPTdoppio\_10\_6810\_Prova con Martinetto Piatto
- LUG\_01\_290÷ LUG\_08\_6812\_Prove di permeabilità Lugeon in foro
- DIL\_01\_285÷ DIL\_06\_4250\_Prove Dilatometriche in foro
- CSI\_01\_587÷ CSI\_05\_6540\_Prove di sovra carotaggio con cella CSIRO Misura dello stato tensionale della roccia mediante prova di sovra carotaggio csiro hi-cell
- HYF\_01\_587÷HYF\_05\_6540\_Misura dello stato tensionale della roccia mediante prove di fratturazione idraulica (hf)
- CHVPVS\_990-995÷ CHVPVS\_13\_6830-6835,2\_Tomografia cross-hole Vp/Vs
- CXS\_01\_587÷ CXS\_03\_1420\_Prova di compressione monoassiale in situ
- CF\_23\_424÷CF\_124\_6737\_Misure di convergenza
- BF\_01\_1639÷ BF\_03\_6505- Sezione tipo B-F -Misure di deformazione
- MRB\_01\_2017-2450÷ MRB\_24\_6915-7020,8\_Monitoraggio Rock Burst
- MAD\_CUN\_GDE\_0001\_*Descrizione delle principali Attività di Cantiere\_2012-2017\_Ø.*
- MAD\_MS5\_GIA\_0001\_A\_AP\_NOT - Verifica degli esiti ambientali del Cunicolo Esplorativo de La Maddalena