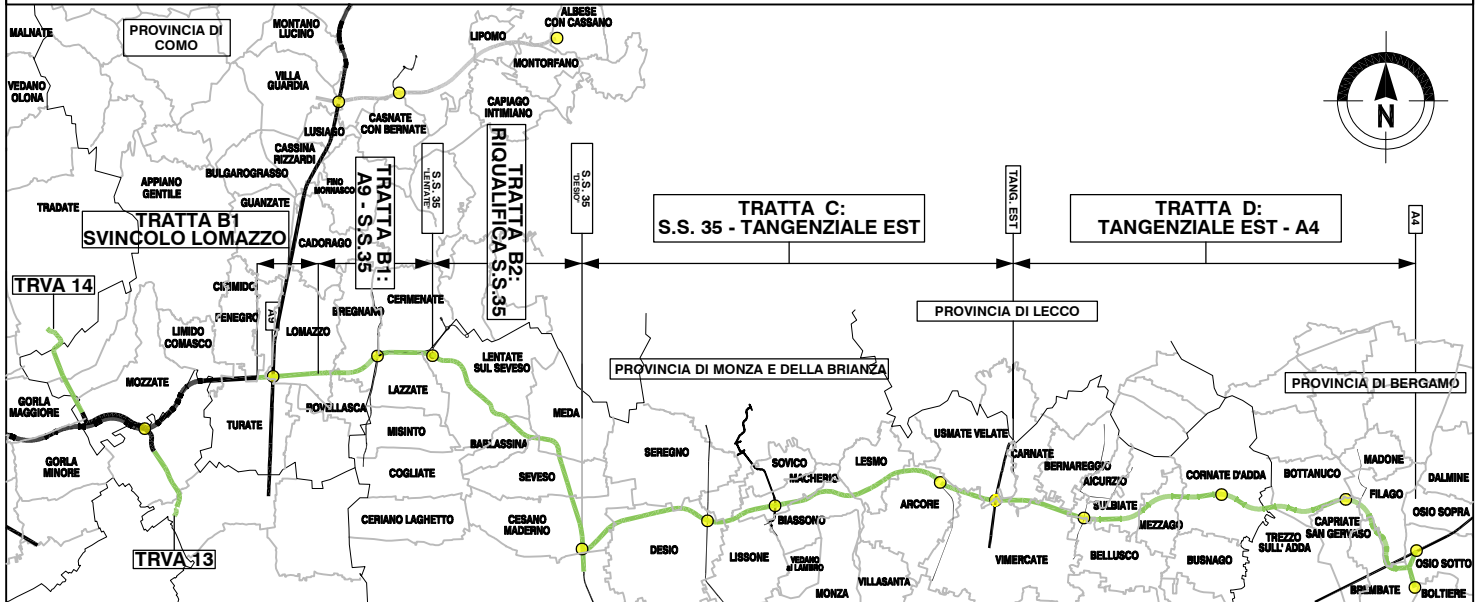


# QUADRO DI UNIONE GENERALE



## COLLEGAMENTO AUTOSTRADALE

### DALMINE-COMO-VARESE-VALICO DEL GAGGIOLO E OPERE AD ESSO CONNESSE

CODICE C.U.P. F11B08000270007

## TRATTA **GE**

### Monitoraggio ambientale POST OPERAM

### Componente Suolo - Nota tecnica di approfondimento

### Terre e rocce da scavo utilizzate nei rimodellamenti degli imbocchi della galleria Morazzone

#### IDENTIFICAZIONE ELABORATO

FASE PROGETTUALE	WBS								
	AMBITO	TRATTA	CATEGORIA	OPERA	PARTE DI OPERA	TIPO ELABORATO	PROGRESSIVA	REVISIONE ESTERNA	
	T	MA	GE	A00	GE00	0	RS	003	A

#### SCALA

#### CONCEDENTE



#### ESECUTORE MONITORAGGIO AMBIENTALE



#### IL PROGETTISTA

DATA	DESCRIZIONE	REV
16-01-2020	EMISSIONE	A

#### ELABORAZIONE PROGETTUALE

**REDATTO**  
Ing. Monguzzi-Dott. Castagna

**CONTROLLATO**  
Dott. Castagna

**APPROVATO**  
Arch. Vizzini

#### CONCESSIONARIO



Direttore Tecnico: Dott. Ing. Giuseppe Samba  
Alta Sorveglianza: Dott. Ing. Francesco Domenico  
Referente Tecnico: Dott. Arch. Barbara Vizzini

#### VERIFICA E VALIDAZIONE

Osservatorio Ambientale  
ARPA Lombardia

# **NOTA TECNICA DI APPROFODIMENTO SULLE TERRE E ROCCE DA SCAVO UTILIZZATE NEI RIMODELLAMENTI DEGLI IMBOCCHI DELLA GALLERIA NATURALE MORAZZONE DEL 1° LOTTO DELLA TANGENZIALE DI VARESE DELL'AUTOSTRADA PEDEMONTANA LOMBARDA**

## Sommario

<b>1. PREMESSA.....</b>	<b>1</b>
<b>2. LA CARATTERIZZAZIONE DELLE TERRE NEL PROGETTO DEFINITIVO/ESECUTIVO.....</b>	<b>1</b>
<b>3. LO SCAVO DELLA GALLERIA .....</b>	<b>4</b>
<b>4. LE ANALISI EFFETTUATE SULLO SMARINO .....</b>	<b>4</b>
<b>5. IL RIMODELLAMENTO MORFOLOGICO DELL'AREA LIMITROFA AGLI IMBOCCHI .....</b>	<b>4</b>
<b>6. LA PREPARAZIONE DEL TERRENO PER GLI IMPIANTI ARBOREI .....</b>	<b>6</b>
<b>7. CONCLUSIONI .....</b>	<b>7</b>
<b>8. ALLEGATI .....</b>	<b>8</b>

## 1. PREMESSA

Dalle attività di monitoraggio Post Operam effettuate per la componente suolo nell'anno 2015 per le tratte A, 1° Lotto della Tangenziale di Como e 1° Lotto della Tangenziale di Varese, è emersa un'alcalinizzazione dei terreni oggetto di occupazione temporanea in corrispondenza di alcune aree di cantiere a servizio dell'autostrada in fase di costruzione.

A seguito di ciò, durante il tavolo tecnico svolto in data 27/09/2017, ARPA e APL hanno concordato la ripetizione di alcuni campionamenti presso le aree occupate temporaneamente dal cantiere, ed oggi piantumate a bosco, al fine di verificare l'evoluzione delle condizioni del terreno (con particolare riferimento al parametro pH).

Nel mese di ottobre del 2018 sono stati effettuati nuovi campionamenti presso le aree di cantiere dei comuni di Gazzada Schianno (1° lotto della Tangenziale di Varese – punto SUO-GS-01), Grandate (1° lotto della Tangenziale di Como – punto SUO-GR-02) e Gorla Minore (Tratta A – punto SUO-GM-02). I risultati di queste ulteriori analisi hanno riconfermato i dati rilevati nel 2015 con riferimento al parametro pH indagato. Fa eccezione solamente il risultato registrato nei campioni prelevati presso il punto SUO-GS-01 dove il pH è risultato ancora più basico rispetto a quello di tutti gli altri campioni collezionati; va precisato che nelle carote prelevate con i sondaggi eseguiti per il punto SUO-GS-01 è emersa la presenza di un materiale grigiastro frammisto al terreno di probabile origine antropica. Proprio in merito a tale anomalia e ad un eventuale suo collegamento con i valori di pH registrati, l'Osservatorio Ambientale ha richiesto ad APL un approfondimento.

La presente nota tecnica è dunque prodotta al fine di dare riscontro a suddette richieste.

## 2. LA CARATTERIZZAZIONE DELLE TERRE NEL PROGETTO DEFINITIVO/ESECUTIVO

Nel documento del Progetto Definitivo "PIANO DI GESTIONE DELLE TERRE E ROCCE DA SCAVO – RELAZIONE DESCRITTIVA" approvato dal CIPE con Delibera n. 97/2009, sono trattati i seguenti aspetti:

- Caratterizzazione delle terre in fase di produzione;
- Caratterizzazione delle terre con campionamento da cumuli di materiale scavato;
- Criteri per l'effettuazione degli accertamenti analitici;
- Metodi di analisi.

Per la caratterizzazione dei terreni in sito sono state effettuate due distinte campagne: la prima, da maggio a settembre 2008, ha riguardato l'esecuzione di prove geotecniche, la seconda, effettuata da ottobre a dicembre 2008, ha riguardato l'esecuzione di prove geotecniche e ambientali. I campioni sono stati prelevati all'incirca ogni 1000 m lineari di tracciato e i risultati delle analisi ambientali sono stati confrontati con le CSC stabilite dal D. Lgs. 152/06 Allegato 5 Parte IV Titolo V.

Per il 1° lotto della Tangenziale di Varese è stato prelevato un unico campione nella fase 1 e 11 campioni nella fase 2.

Di seguito è riportato l'elenco delle indagini di fase 1:

<b>TANGENZIALE DI VARESE – 1° LOTTO</b>		
Sondaggio o pozzetto	Profondità campione (metri da p.c.)	Determinazioni analitiche
SVA-10A-1	20.45-20.85	M+CF

Di seguito è riportato l'elenco delle indagini di fase 2:

<b>TANGENZIALE DI VARESE - 1° LOTTO</b>		
SVA-03	0.50	COMPLETA
SVA-05	0.50	COMPLETA
	7.00	M+CF
	15.00	M+CF
SVA-10B	80.00	M+CF
SVA-11A	65.00	M+CF
SVA-21	0.50	COMPLETA
	3.00	M+CF
SVA-30	0.50	COMPLETA
	3.00	M+CF
	5.00	M+CF

**Legenda della tabella**

M = metalli

CF = cianuri e fluoruri

A = aromatici

I = idrocarburi (leggeri+pesanti)

COMPLETA = (M+CF+A+I)

Si riportano, in **ALLEGATO 1**, le planimetrie con l'ubicazione dei sondaggi eseguiti in fase 1 e fase 2.

Le terre e rocce da scavo provenienti dalle lavorazioni per la realizzazione dell'opera, come previsto dal Piano di Gestione delle Terre e Rocce da Scavo contenuto nel Progetto Definitivo, possono essere ricondotte alle seguenti quattro categorie:

- a) Terreno vegetale (corrispondente al primo strato di terreno fino a una profondità massima di circa 50 cm);
- b) Terreno sterile derivante dagli scavi all'aperto;
- c) Terre e rocce derivanti da scavi in sotterraneo per la realizzazione di gallerie naturali (smarino);
- d) Terre derivanti da perforazioni per pali e diaframmi.

Per le tipologie a) e b), dal momento che lo scavo avviene con mezzi meccanici e dunque le operazioni non comportano possibilità di contaminazione del terreno, la caratterizzazione del materiale si ritiene effettuata con le campagne eseguite nel 2008; per le tipologie c) e d), trattandosi di materiali provenienti da scavi con il possibile utilizzo di sostanze additive di varia natura, si è proposto di integrare la campagna di caratterizzazione del 2008 con ulteriori indagini in fase di costruzione, ove necessarie e previa consultazione degli Enti di controllo.

Il documento di Progetto Esecutivo "PIANO DI GESTIONE DELLE TERRE E ROCCE DA SCAVO – RELAZIONE DESCRITTIVA", approvato dalla Concedente CAL e sottoposto positivamente alla verifica di ottemperanza del Ministero dell'Ambiente, non è altro che un approfondimento ed un'evoluzione dei contenuti del Progetto Definitivo che recepisce le Prescrizioni di cui alla Delibera CIPE n. 97/2009.

Nella Delibera CIPE 97/2009, infatti, la prescrizione n. 154 impone che *"In riferimento al piano di campionamento per la caratterizzazione delle terre e rocce da scavo, dovrà adottarsi uno specifico protocollo, da concordare con ARPA prima dell'inizio delle attività di scavo, al fine di consentire il corretto svolgimento delle attività di controllo, vigilanza e validazione dei dati, con specifico riferimento agli approfondimenti per la fase operativa"*.

Nell'ambito del Piano del Progetto Esecutivo, dunque, è stato anche redatto il "PIANO DI GESTIONE OPERATIVO DELLE TERRE E ROCCE DA SCAVO" contenente il protocollo analitico per il piano di campionamento e caratterizzazione delle terre e rocce da scavo così come discusso in un apposito tavolo tecnico svolto con ARPA Lombardia in data 18/12/2009 e di cui si riporta il verbale in **ALLEGATO 2**.

Nel Piano sopra citato, lo smarino proveniente dallo scavo della galleria viene caratterizzato come terre e rocce da scavo da riutilizzare previa applicazione del protocollo analitico concordato con ARPA. Dal momento che le normali attività di scavo non determinano contaminazione dei terreni, il Piano prevede l'esecuzione di indagini in corso d'opera solamente nell'ambito di lavorazioni impattanti quali, nel nostro caso, gli scavi per le gallerie naturali. Per queste tipologie di materiale, APL e gli Enti, nel corso del tavolo tecnico del 18/12/2009, hanno concordato di riconfermare il pannello analitico già utilizzato in fase di caratterizzazione preliminare e di seguito riportato e di non ritenere necessaria l'esecuzione del test di cessione ai fini del riutilizzo.

Si sottolinea che il pannello analitico non prevede la determinazione del pH sui campioni.

<b>Parametro</b>	<b>U.M.</b>
Frazione setacciata 2 mm	%
Residuo 105°C	%
Antimonio	mg/kg
Arsenico	mg/kg
Cadmio	mg/kg
Cromo (totale)	mg/kg
Cromo VI	mg/kg
Mercurio	mg/kg
Nichel	mg/kg
Piombo	mg/kg
Rame	mg/kg
Zinco	mg/kg
Idrocarburi pesanti C>12 (C13-C40)	mg/kg

Tabella 1 – set analitico terre e rocce in corso d'opera

Le terre e rocce da scavo, per essere riutilizzate dunque, devono possedere un contenuto di sostanze inquinanti inferiore alle CSC fissate dalla Tabella 1 – Allegato V – Titolo V del D. Lgs. 152/06 con riferimento alla specifica destinazione d'uso.

Le attività di scavo in galleria richiedono consolidamenti sia con tecnologie tipo jet-grouting sia con barre in vetroresina e boiaccia cementizia oltre che con spritz-beton fibrorinforzato al fine di stabilizzare il fronte di scavo. Ciò fa sì che ogni cumulo di materiale rappresentativo di un intero campo di scavo possa contenere spritz-beton e boiaccia cementizia oltre a frammenti di vetroresina e residui di sostanze additive per boiacche previsti nelle tecniche di consolidamento.

### 3. LO SCAVO DELLA GALLERIA

Le attività di scavo per la realizzazione della galleria Morazzone del 1° Lotto della Tangenziale di Varese, date le caratteristiche dei materiali in corrispondenza degli imbocchi, di natura prevalentemente alluvionale o fluvioglaciale, hanno richiesto consolidamenti, sia con tecnologie di tipo jet-grouting, sia con barre in vetroresina e boiaccia cementizia, oltre che con spritz-beton fibrorinforzato al fine di stabilizzare il fronte di scavo. Lo smarino di galleria è stato dunque accumulato in apposite aree di stoccaggio adiacenti agli imbocchi e caratterizzato in cumuli di dimensione massima di circa 5.000 mc. Il volume di terre e rocce derivante dalle operazioni di scavo delle gallerie Morazzone è stato di circa 717.000 mc totali. Anche in ottemperanza alla prescrizione n. 243 della Delibera CIPE 77/2006 (*“I riempimenti dovranno essere effettuati privilegiando il riutilizzo del materiale derivante da scavi ed eventuali demolizioni. Per la parte di materiale di cui sopra giudicato non idoneo allo scopo si dovrà prevedere il conferimento in discarica secondo la normativa vigente. A tal fine dovranno pertanto essere individuate le discariche utili allo scopo e la viabilità locale che si intende utilizzare per il conferimento. A tale proposito dovranno essere esclusi a priori gli attraversamenti dei nuclei abitati”*) è stato previsto il riutilizzo di tale materiale per riempimenti e rimodellamenti morfologici lungo le tratte.

### 4. LE ANALISI EFFETTUATE SULLO SMARINO

Per quanto riguarda le modalità di campionamento, si sono presentate 2 casistiche:

- Nel caso in cui non fosse previsto l'utilizzo immediato del materiale ma uno stoccaggio intermedio dello stesso, le terre e rocce da scavo sono state caratterizzate in cumuli. In tal caso sono state adibite apposite aree di stoccaggio temporaneo, poste in vicinanza degli imbocchi delle gallerie. Il prelievo da cumuli ha avuto una frequenza iniziale di 1 campione ogni 1.500 mc, superati i primi 10.000 mc di lavorazione omogenea, la frequenza è stata portata a 1 campione ogni 5.000 mc.
- Se previsto l'utilizzo immediato del materiale senza passaggio da uno stoccaggio intermedio di dimensioni di almeno 5.000 mc, si è organizzato il campionamento tarandolo sul numero di campi di scavo (o m di avanzamento) in modo tale da caratterizzare la lavorazione omogenea.

Per la galleria Morazzone (wbs GN71 e GN72) sono stati effettuati, in corso d'opera, un numero totale di 166 prelievi e analisi di cui 155 conformi alle CSC stabilite dal D. Lgs. 152/06, Allegato 5 Parte IV Titolo V, Tabella 1 Colonna A (riportati in **ALLEGATO 3a**) e n. 11 conformi alle CSC stabilite dal D. Lgs. 152/06, Allegato 5 Parte IV Titolo V, Tabella 1 Colonna B (riportati in **ALLEGATO 3b**).

Benché non fosse previsto nel protocollo analitico concordato con Arpa e recepito nel Piano di Gestione delle Terre e Rocce da Scavo di Progetto Esecutivo, nel corso dei lavori sono stati altresì eseguiti dei test di cessione sui materiali di scavo (riportati in **ALLEGATO 3c**), al fine cautelativo di valutare potenziali impatti dei materiali di scavo esposti agli agenti meteorici in fase di deposito intermedio.

### 5. IL RIMODELLAMENTO MORFOLOGICO DELL'AREA LIMITROFA AGLI IMBOCCHI

In merito alle operazioni di rimodellamento effettuate in quest'area, sono state svolte delle verifiche sui documenti di progetto: per quanto riguarda la quota di prelievo del campione dell'ottobre 2018, consultando le sezioni di progetto (**ALLEGATO 4**) si è evinto che l'area di cantiere era in scavo e, conseguentemente, che il piano di appoggio del cantiere era situato ad una quota più bassa di quella del piano campagna preesistente.

Quota appoggio cantiere: 369 m s.l.m.

Quota piano campagna preesistente: 369-376 m s.l.m.

Alla conclusione dei lavori di realizzazione della tratta, una volta smantellato il cantiere, l'Appaltatore ha provveduto al ripristino della morfologia originaria del terreno, tramite riempimenti con terre e rocce da scavo, così come previsto dal piano di gestione delle terre e rocce da scavo ex D. Lgs. 152/06.

Da un'ulteriore verifica si è dedotto che le quote rilevate durante le attività di campionamento effettuate in data 09/10/2018 (perforazione n° 1 quota 367 m s.l.m., perforazione n°2 quota 367 m s.l.m.) appaiono affette da un errore dovuto all'utilizzo di uno strumento non sufficientemente preciso per rilievi topografici. L'esecutore dei campionamenti ha confermato tale circostanza.

Viene dunque confermato che il materiale grigio ritrovato nel sondaggio possa essere riconducibile al riporto effettuato con il materiale proveniente dallo scavo della galleria Morazzone così come previsto dal Piano di Gestione delle Terre e Rocce da Scavo approvato.

Si riporta di seguito la documentazione fotografica del materiale di smarino presente presso l'area di cantiere in oggetto.



*Fotografia 1 – Smarino galleria Morazzone*



*Fotografia 2 – Area di deposito smarino galleria Morazzone presso C.O.V1*



## 6. LA PREPARAZIONE DEL TERRENO PER GLI IMPIANTI ARBOREI

Per la ex area di cantiere C.O.V1 di Gazzada Schianno il progetto ha previsto il ripristino alle condizioni Ante Operam tramite la piantumazione di un nuovo bosco di ricucitura con quello già esistente nelle aree limitrofe. A seguito del rimodellamento morfologico dell'area è stato riportato terreno vegetale per uno spessore di circa 40 cm. Il terreno vegetale è stato oggetto di campionamento per i parametri di seguito riportati. I certificati analitici sono riportati in allegato (**ALLEGATO 5**). Si evidenzia che i campioni di terreno prelevati hanno sempre mostrato valori di pH prossimi alla neutralità.

pH  
CSC capacità di scambio cationico  
GSB grado di saturazione basica  
ESP conducibilità elettrica  
Sodio  
Potassio  
Fosforo  
Magnesio  
Tessitura compreso scheletro  
Sostanza organica  
Azoto totale  
Carbonio organico  
Fosforo assimilabile

L'area è poi stata oggetto delle seguenti lavorazioni:

- Eventuale decespugliamento del terreno dalla vegetazione infestante;
- Concimazione di fondo organica preparatoria agli impianti con letame maturo;
- Preparazione del terreno alla semina e al trapianto secondo le specifiche di progetto;
- Tracciamento meccanico del terreno finalizzato alla posa;
- Apertura buche di dimensioni 40x40 cm finalizzata alla posa di piante forestali;
- Messa in opera di piante forestali h 60-80 come da schema di impianto previsto dal progetto;
- Messa in opera di piante forestali h 150-175 come da schema di impianto previsto dal progetto;
- Posa di protezioni cilindriche, pali tutori e biodischi pacciamanti;
- Inerbimento fra le file dell'impianto con idoneo miscuglio di sementi

Presso l'area in oggetto è stato messo a dimora un bosco della consociazione del castagneto, consociazione già presente nell'ambito naturalistico agricolo-periurbano della zona. Al momento del sopralluogo per il prelievo dei campioni di suolo le essenze piantumate sono apparse vive ma, in alcuni casi, trascurate dal punto di vista manutentivo. APL ha provveduto, nel corrente anno (2019), ad eseguire un intervento di manutenzione straordinaria di sfalcio dell'erba e potatura delle piante. Si riporta di seguito una fotografia dell'area scattata dalla SP57 (Strada Provinciale della Selvagna).





*Fotografia 3 – ripristino della ex area di cantiere C.O.V1*

## **7. CONCLUSIONI**

In ottemperanza alla prescrizioni CIPE n. 243 di cui alla Delibera CIPE 97/2009, il Piano di Gestione delle Terre e Rocce da scavo del Progetto Esecutivo ha previsto di massimizzare il riutilizzo dei materiali scavati per riempimenti e rimodellamenti morfologici nelle diverse tratte. Preliminarmente alla stesura del Piano sono stati eseguiti, inoltre, tavoli di confronto con ARPA Lombardia al fine di concordare frequenze e parametri analitici da indagare nelle fasi di cantiere. Le analisi effettuate sulle terre derivanti dallo scavo delle gallerie naturali, fra cui la galleria Morazzone, sono state concordate con gli Enti e hanno mostrato risultati sempre inferiori alle CSC del D.Lgs. 152/2006 – tabella 1 allegato 5 alla parte IV – Titolo V per le relative destinazioni d'uso.

Non è stata prevista dal Piano di Gestione delle Terre e Rocce da Scavo la determinazione del pH sui campioni prelevati, né in fase di caratterizzazione in sito, né in fase operativa durante lo stoccaggio intermedio in cumuli. Tuttavia, in via cautelativa, benché non fosse stato previsto nel protocollo analitico concordato con Arpa e recepito nel Piano di Gestione delle Terre e Rocce da Scavo di Progetto Esecutivo, nel corso dei lavori sono stati eseguiti dei test di cessione sui materiali di scavo al fine cautelativo di valutare i potenziali impatti dei materiali esposti agli agenti meteorici in fase di deposito intermedio.

I risultati delle determinazioni eseguite sui materiali in deposito sono risultati conformi ai limiti del D.M. 05/02/98 come modificato dal D.M. 186/06 e s.m.i. Inoltre, dagli stessi risultati, è possibile evincere che lo scavo dello smarino della galleria presenta valori di pH alcalini.

Vista la natura del materiale utilizzato per i rimodellamenti (materiale di scavo appartenente alla litologia della gonfolite, con presenza di sostanze per consolidamenti), la presenza di tracce di spritz-beton e boiaccia rinvenute nell'ottobre 2018, anche nei campioni per il monitoraggio ambientale della componente suolo, può aver influenzato i risultati dei valori di pH registrati, i quali sono risultati maggiori dei valori registrati presso analoghi punti di monitoraggio ubicati su altre tratte.

Tuttavia le tecniche agronomiche utilizzate per la piantumazione, la preparazione del terreno, lo spessore di terreno vegetale riportato al di sopra dei rimodellamenti (circa 40 cm) previsto dal progetto, unitamente alle operazioni di manutenzione ordinaria e straordinaria delle piante, sembrano ad ogni buon conto garantire il corretto sviluppo delle specie forestali piantumate.

## 8. ALLEGATI

**ALLEGATO 1** – ubicazione sondaggi terre e rocce in sito.

**ALLEGATO 2** – verbale tavolo tecnico del 18/12/2009.

**ALLEGATO 3a** – Rapporti di prova relativi ai campioni di smarino della galleria Morazzone - CSC conformi alla Col. A.

**ALLEGATO 3b** – Rapporti di prova relativi ai campioni di smarino della galleria Morazzone – CSC conformi alla Col. B.

**ALLEGATO 3c** – Test di cessione per valutare i potenziali impatti dei materiali esposti agli agenti meteorici in fase di deposito intermedio.

**ALLEGATO 4** – Progetto Esecutivo tratta V1, Cantierizzazione, Sezione di Progetto, Cantiere Operativo C.O.V1.

**ALLEGATO 5** – Rapporti di prova dei campioni di terreno vegetale utilizzato per la ricopertura delle scarpate.