

NODO STRADALE E AUTOSTRADALE DI GENOVA

Adeguamento del sistema

A7 – A10 – A12

PROGETTO DEFINITIVO

DOCUMENTAZIONE GENERALE

PARTE GENERALE

Piano di Utilizzo delle Terre e Rocce da Scavo

IL RESPONSABILE PROGETTAZIONE SPECIALISTICA Ing. Orlando Mazza Ord. Ingg. Pavia N. 1496 RESPONSABILE UFFICIO APG	IL RESPONSABILE INTEGRAZIONE PRESTAZIONI SPECIALISTICHE Ing. Orlando Mazza Ord. Ingg. Pavia N. 1496 RESPONSABILE AREA DI PROGETTO GENOVA	IL DIRETTORE TECNICO Ing. Maurizio Torresi Ord. Ingg. Milano N. 16492 RESPONSABILE FUNZIONE STP
---	---	--

WBS	RIFERIMENTO ELABORATO				DATA: NOVEMBRE 2012	REVISIONE	
	DIRETTORIO		FILE			n.	data
	codice commessa	N.Prog.	unita'	n. progressivo			
	11071205	APG0010	--		SCALA: --		

 ingegneria europea	COORDINATORE OPERATIVO DI PROGETTO Ing. Ilaria Lavander	ELABORAZIONE GRAFICA A CURA DI :	
		ELABORAZIONE PROGETTUALE A CURA DI :	Ing. Sara Frisiani Dott. Francesco Cipolli
CONSULENZA A CURA DI :		IL RESPONSABILE UFFICIO/UNITA'	Ing. Orlando Mazza Ord. Ingg. Pavia N. 1496

VISTO DEL COORDINATORE GENERALE SPEA DIREZIONE OPERATIVA PROGETTAZIONE ED ESECUZIONE LAVORI ASPI Ing. Alberto Selleri	VISTO DEL COMMITTENTE  Ing. Giorgio Fabiani	VISTO DEL CONCEDENTE 
---	---	--

INDICE

1	PREMESSA	1
1.1	STRUTTURA E CONTENUTI DEL PIANO.....	2
1.2	DURATA E VALIDITÀ DEL PIANO.....	4
1.2.1	<i>Proposta di deroga.....</i>	4
2	QUADRO DI RIFERIMENTO NORMATIVO	5
2.1	ARTICOLI 183 E 184-BIS DEL DECRETO LEGISLATIVO N. 152/2006 E S.M.I.....	5
2.2	ARTICOLO 49 DEL DECRETO LEGGE N. 1 DEL 24 GENNAIO 2012	5
2.3	DECRETO MINISTERIALE N. 161 DEL 10 AGOSTO 2012	6
2.4	I RIFERIMENTI NORMATIVI APPLICATI A LIVELLO LOCALE	7
2.4.1	<i>Condizioni per l'utilizzo ex art. 185 D.Lgs 152/2006.....</i>	8
2.4.2	<i>Condizioni per l'utilizzo ex art. 186 D.Lgs 152/2006, oggi abrogato dal DM 161/2012.....</i>	10
3	LA GESTIONE TERRE NEL PROGETTO DEL NODO GENOVESE	11
3.1	IL PROGETTO DI ADEGUAMENTO DEL NODO DI GENOVA.....	11
3.2	LE PECULIARITÀ TERRITORIALI.....	11
3.3	L'IMPOSTAZIONE METODOLOGICA.....	12
3.4	LA GESTIONE DEI MATERIALI DA SCAVO	15
3.4.1	<i>La qualità attesa ed il conseguente riutilizzo.....</i>	15
3.4.2	<i>L'utilizzo nell'arco rovescio delle gallerie ai sensi dell'art. 185 D.Lgs 152/2006</i>	16
3.4.3	<i>L'utilizzo nell'opera a mare ai sensi del DM 161/2012 (ex art. 186 del D.Lgs 152/2006)..</i>	17
4	INQUADRAMENTO GENERALE.....	18
4.1	INQUADRAMENTO TERRITORIALE	18
4.2	INQUADRAMENTO PROGETTUALE.....	19
4.2.1	<i>Opere in sotterraneo.....</i>	20
4.2.2	<i>Opere maggiori</i>	22
4.2.3	<i>Aree cantieri.....</i>	23
4.2.4	<i>Viabilità di servizio.....</i>	29
4.2.5	<i>Opera a mare</i>	31
4.2.6	<i>Aree di deposito a terra.....</i>	31
4.2.7	<i>Rimodellamenti e sistemazioni.....</i>	33
4.3	INQUADRAMENTO URBANISTICO E VINCOLI	33
4.3.1	<i>Pianificazione urbanistica.....</i>	33
4.3.2	<i>Vincoli.....</i>	37
4.4	INQUADRAMENTO GEOLOGICO	37
4.4.1	<i>Inquadramento geologico - strutturale generale.....</i>	37
4.4.2	<i>Assetto tettonico dell'area e stratigrafia</i>	39
4.5	INQUADRAMENTO GEOMORFOLOGICO.....	41
4.6	INQUADRAMENTO IDROGEOLOGICO	43
5	CARATTERIZZAZIONE AMBIENTALE DEI MATERIALI DA SCAVO IN FASE DI PROGETTAZIONE	45
5.1	CAMPAGNE DI INDAGINE.....	45
5.1.1	<i>Dati analitici pregressi rinvenuti nella letteratura scientifica</i>	45
5.1.2	<i>Indagini campagna 2003.....</i>	46
5.1.3	<i>Indagini campagna 2004.....</i>	47
5.1.4	<i>Indagini campagna 2006-2007.....</i>	48

5.1.5	<i>Indagini campagna 2010-2011-2012</i>	50
5.2	INDAGINI AMIANTO	56
5.3	INDAGINI AMBIENTALI PER AMBITI	60
5.3.1	<i>Risultati</i>	63
5.4	METODICHE DI CAMPIONAMENTO ED ANALISI	66
5.4.1	<i>Tempi di campionamento</i>	67
5.4.2	<i>Chek-list inquinanti analizzati</i>	67
5.5	CONFORMITÀ AL REGOLAMENTO 2012	68
5.5.1	<i>Aree di cantiere industriale ed aree di imbocco</i>	69
6	METODOLOGIE DI SCAVO PREVISTE	76
6.1	LO SCAVO MECCANIZZATO DI OPERE IN SOTTERRANEO	76
6.1.1	<i>Tipologie di macchine per lo scavo meccanizzato</i>	76
6.1.2	<i>Le procedure per lo scavo meccanizzato di terreni potenzialmente amiantiferi</i>	78
6.2	LO SCAVO TRADIZIONALE DI OPERE IN SOTTERRANEO	80
6.2.1	<i>Classificazione condizioni al fronte</i>	82
6.2.2	<i>Le procedure per lo scavo tradizionale di terreni potenzialmente amiantiferi</i>	84
6.3	LO SCAVO DI OPERE ALL'APERTO	85
6.3.1	<i>Le procedure per lo scavo all'aperto di terreni potenzialmente amiantiferi</i>	85
6.4	NORMALE PRATICA INDUSTRIALE	86
6.4.1	<i>Vagliatura</i>	86
6.4.2	<i>Frantumazione</i>	86
6.4.3	<i>Stabilizzazione a cemento</i>	87
6.4.4	<i>Riduzione elementi/materiali antropici</i>	87
6.5	GESTIONE DEI MATERIALI IDENTIFICATI COME NON SOTTOPRODOTTI	89
7	SITI DI MOVIMENTAZIONE DEI MATERIALI DA SCAVO	91
7.1	AMBITO GENOVA OVEST	93
7.1.1	<i>Principali siti di produzione terre</i>	93
7.1.2	<i>Principali siti di utilizzo terre</i>	93
7.1.3	<i>Inquadramento territoriale, urbanistico e vincoli</i>	93
7.1.4	<i>Inquadramento geologico-geomorfologico</i>	95
7.1.5	<i>Caratterizzazione ambientale dei materiali</i>	96
7.1.6	<i>Classificazione dei terreni, volumi movimentati e metodiche di scavo</i>	100
7.2	AMBITO TORBELLA E GENOVA EST	101
7.2.1	<i>Principali siti di produzione terre</i>	101
7.2.2	<i>Principali siti di utilizzo terre</i>	101
7.2.3	<i>Inquadramento territoriale, urbanistico e vincoli</i>	102
7.2.4	<i>Inquadramento geologico-geomorfologico</i>	103
7.2.5	<i>Caratterizzazione ambientale dei materiali</i>	107
7.2.6	<i>Classificazione dei terreni, volumi movimentati e metodiche di scavo</i>	108
7.3	AMBITO BOLZANETO	109
7.3.1	<i>Principali siti di produzione terre</i>	109
7.3.2	<i>Principali siti di utilizzo terre</i>	110
7.3.3	<i>Inquadramento territoriale, urbanistico e vincoli</i>	110
7.3.4	<i>Inquadramento geologico-geomorfologico</i>	113
7.3.5	<i>Caratterizzazione ambientale dei materiali</i>	116
7.3.6	<i>Classificazione dei terreni, volumi movimentati e metodiche di scavo</i>	119
7.4	AMBITO MONTEROSSO	119
7.4.1	<i>Principali siti di produzione terre</i>	119
7.4.2	<i>Principali siti di utilizzo terre</i>	119

7.4.3	<i>Inquadramento territoriale, urbanistico e vincoli</i>	120
7.4.4	<i>Inquadramento geologico-geomorfologico</i>	120
7.4.5	<i>Caratterizzazione ambientale dei materiali</i>	122
7.4.6	<i>Classificazione dei terreni, volumi movimentati e metodiche di scavo</i>	124
7.5	AMBITO VARENNA	125
7.5.1	<i>Principali siti di produzione terre</i>	125
7.5.2	<i>Principali siti di utilizzo terre</i>	125
7.5.3	<i>Inquadramento territoriale, urbanistico e vincoli</i>	125
7.5.4	<i>Inquadramento geologico-geomorfologico</i>	126
7.5.5	<i>Caratterizzazione ambientale dei materiali</i>	127
7.5.6	<i>Classificazione dei terreni, volumi movimentati e metodiche di scavo</i>	128
7.6	AMBITO AMANDOLA	128
7.6.1	<i>Principali siti di produzione terre</i>	128
7.6.2	<i>Principali siti di utilizzo terre</i>	128
7.6.3	<i>Inquadramento territoriale, urbanistico e vincoli</i>	128
7.6.4	<i>Inquadramento geologico-geomorfologico</i>	129
7.6.5	<i>Caratterizzazione ambientale dei materiali</i>	131
7.6.6	<i>Classificazione dei terreni, volumi movimentati e metodiche di scavo</i>	132
7.7	AMBITO VESIMA E VOLTRI	133
7.7.1	<i>Principali siti di produzione terre</i>	133
7.7.2	<i>Principali siti di utilizzo terre</i>	134
7.7.3	<i>Inquadramento territoriale, urbanistico e vincoli</i>	134
7.7.4	<i>Inquadramento geologico-geomorfologico</i>	139
7.7.5	<i>Caratterizzazione ambientale dei materiali</i>	141
7.7.6	<i>Classificazione dei terreni, volumi movimentati e metodiche di scavo</i>	142
7.8	AMBITO OPERA A MARE	142
7.8.1	<i>Principali siti di produzione terre</i>	142
7.8.2	<i>Principali siti di utilizzo terre</i>	142
7.8.3	<i>Inquadramento territoriale, urbanistico e vincoli</i>	143
7.8.4	<i>Inquadramento geologico-geomorfologico</i>	144
7.8.5	<i>Caratterizzazione ambientale dei materiali</i>	145
7.8.6	<i>Classificazione dei terreni, volumi movimentati e metodiche di scavo</i>	148
8	CARATTERIZZAZIONE AMBIENTALE DEI MATERIALI DI SCAVO IN CORSO D'OPERA	149
8.1	MODALITÀ DI CARATTERIZZAZIONE	149
8.2	CARATTERIZZAZIONE DI VERIFICA IN CORSO D'OPERA O FINALE	150
9	GESTIONE E TRASPORTO IN FASE DI CANTIERE	152
9.1	ORGANIZZAZIONE DEGLI SCAVI	152
9.1.1	<i>Scavi in terreni potenzialmente amiantiferi</i>	152
9.1.2	<i>Scavi in terreni non amiantiferi</i>	152
9.2	VIABILITÀ INTERESSATA DALLA MOVIMENTAZIONE MATERIALI	154
9.3	MODALITÀ DI TRASPORTO PREVISTE	158
9.3.1	<i>Trasporto con automezzi</i>	158
9.3.2	<i>Trasporto via slurrydotto</i>	159
9.4	PROCEDURE PER LA TRACCIABILITÀ DEI MATERIALI	159
9.5	DICHIARAZIONE DI AVVENUTO UTILIZZO	159

ALLEGATI

- Allegato 1: Analisi chimiche - Campagna geognostica 2006-2007
- Allegato 2: Analisi chimiche – Campioni su affioramenti 2006-2007
- Allegato 3: Analisi chimiche - Campagna geognostica 2010-2011-2012 – Zona Est Polcevera
- Allegato 4: Analisi chimiche - Campagna geognostica 2010-2011-2012 – Zona Ovest Polcevera
- Allegato 5: Analisi chimiche - Campagna geognostica 2010-2011-2012 – Zona Canale di calma
- Allegato 6: Planimetrie con l'ubicazione dei siti di movimentazione dei materiali da scavo e delle indagini ambientali eseguite in fase di progettazione
- Allegato 7: Corografia generale

1 PREMESSA

Il presente elaborato costituisce il Piano di Utilizzo delle terre e rocce da scavo di cui all'art. 5 del Regolamento recante la disciplina dell'utilizzazione delle terre e rocce da scavo, adottato dal Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare di concerto con il Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti - ai sensi dell'art. 184-bis, comma 2 del Decreto Legislativo n. 152 del 2006 e s.m.i. e dell'art. 49 del Decreto Legge 24 gennaio 2012, n. 1 - con Decreto Ministeriale n. 161 del 10 agosto 2012 relativamente al progetto di adeguamento del sistema A7 – A10 – A12 del nodo stradale e autostradale di Genova (la cosiddetta "Gronda").

La redazione del presente documento si rende necessaria per adeguare il progetto alla sopraggiunta normativa che, come illustrato nel proseguimento della relazione, introduce delle modifiche nella predisposizione della documentazione relativa ai progetti di utilizzo e gestione delle terre e rocce da scavo, fino ad oggi normata ai sensi dell'art. 186 del D.Lgs 152/06. Nel presente documento sono pertanto riportate e descritte tutte le attività progettuali relative alla caratterizzazione ambientale delle terre, nonché all'individuazione dei siti di movimentazione dei materiali da scavo ed annesse procedure di gestione.

Il nuovo Regolamento prevede che Autostrade per l'Italia, in qualità di Proponente - secondo la definizione di cui all'art. 1, comma 1, lett. q) del Regolamento - presenti il Piano di Utilizzo al Ministero dell'Ambiente, quale Autorità competente - secondo la definizione di cui all'art. 1, comma 1, lett. f) del Regolamento - ai fini dell'espletamento della procedura approvativa di cui all'art. 5 del Regolamento, preliminarmente all'espressione del parere di valutazione ambientale da parte della stessa Autorità competente sull'intervento di adeguamento autostradale.

Per il progetto in oggetto è già in corso una procedura di Valutazione di Impatto Ambientale (VIA) ai sensi del D.Lgs. 152/06 e s.m.i., avviata in data 15 Giugno 2011 e pertanto antecedente l'entrata in vigore del Regolamento. A tal proposito si precisa che i documenti predisposti per l'espletamento di tale procedura (Studio di Impatto Ambientale e Progetto Definitivo), considerata la peculiarità del progetto e del territorio attraversato, già contengono tutti gli elementi relativi alle modalità di utilizzazione delle terre e rocce da scavo richiesti dal nuovo Regolamento; tali modalità risultano conformi a quanto previsto dal Regolamento. Il presente Piano di Utilizzo, pertanto, contiene le informazioni già pubblicate, che sono rimaste invariate ma sono state semplicemente riorganizzate in conformità a quanto specificatamente disposto all'Allegato 5 del Regolamento stesso. Si precisa, inoltre, che le modalità previste per la gestione delle terre (che hanno comportato la definizione di dettagliate ed innovative linee guida per la realizzazione di scavi in sicurezza in presenza di rocce amiantifere) sono già state oggetto di verifica nell'ambito della procedura di VIA e nessun soggetto competente in materia ambientale ha espresso osservazioni sul tema.

Il Piano di Utilizzo indica che i materiali da scavo derivanti dalla realizzazione dell'intervento saranno utilizzati all'interno dello stesso intervento, specificando le modalità ed i dettagli del suddetto utilizzo. In particolare, il presente documento indica le quantità e le modalità di gestione delle terre e rocce che si originano nell'ambito delle attività di realizzazione dell'opera, nelle fasi di produzione, caratterizzazione, trasporto ed utilizzo, nonché il processo di tracciabilità dei materiali dai siti di produzione ai siti di deposito intermedio ed ai siti di destinazione.

Il Piano di Utilizzo contiene le informazioni necessarie ad appurare che le terre e rocce da scavo derivanti dalla realizzazione dell'opera in progetto rispondano ai criteri dettati dal

Regolamento (art. 2) e stabiliti sulla base delle condizioni previste dall'art. 184bis, comma 1 del Decreto Legislativo n. 152 del 2006 e s.m.i., in modo da poter essere escluse dal regime normativo dei rifiuti e quindi essere gestite come sottoprodotti ai sensi dell'art. 183, comma 1, lett. qq) del Decreto sopra richiamato. Tale approccio risponde all'esigenza di migliorare l'uso delle risorse naturali, limitando, di fatto, il ricorso all'approvvigionamento di materiali da cava, e di prevenire, nel rispetto dell'art. 179, comma 1, del Decreto Legislativo n. 152 del 2006 e s.m.i., la produzione di rifiuti attraverso la riduzione della destinazione degli stessi materiali a forme di smaltimento.

Al Piano di Utilizzo viene allegata la dichiarazione sostitutiva dell'atto di notorietà di cui all'articolo 47 del D.P.R. 28 dicembre 2000, mediante la quale il legale rappresentante della persona giuridica o la persona fisica proponente l'opera attesta la sussistenza dei requisiti di cui all'art. 4, comma 1, del Regolamento.

Ai sensi dell'art. 9 del Regolamento, prima dell'inizio dei lavori di realizzazione dell'intervento, il proponente comunicherà all'Autorità competente l'esecutore del presente Piano di Utilizzo. A far data dalla suddetta comunicazione, l'esecutore sarà tenuto a far proprio e rispettare il presente Piano di Utilizzo e ne diverrà responsabile. L'esecutore sarà inoltre tenuto a redigere la modulistica necessaria a garantire la tracciabilità del materiale da scavo.

Si precisa che nel caso specifico del progetto in oggetto, oltre al riutilizzo delle terre e rocce da scavo classificabili come sottoprodotti (oggetto del Piano di Utilizzo ai sensi del DM 161/2012, che ha abrogato l'art. 186 del D.Lgs 152/2006), è previsto anche il riutilizzo, nello stesso sito in cui è stato escavato, di suolo non contaminato e altro materiale allo stato naturale (ai sensi dell'art. 185 del D.Lgs 152/2006, tuttora vigente). Il Piano di Utilizzo introdotto dal Regolamento di fatto sostituisce la documentazione predisposta in passato ai sensi dell'art. 186 del D.Lgs 152/2006; pertanto, come già anticipato, gli elementi contenuti nel presente Piano sono frutto di una rielaborazione di quanto già presentato nell'ambito della procedura di VIA, ai fini dell'espletamento della procedura ai sensi e per gli effetti del sopra richiamato ex articolo 186. Per quanto concerne, invece, la procedura di riutilizzo ai sensi dell'art. 185 del D.Lgs 152/2006, il Regolamento non introduce novità, pertanto si rimanda alla documentazione già pubblicata nell'ambito della procedura di VIA.

1.1 STRUTTURA E CONTENUTI DEL PIANO

Il presente Piano di Utilizzo è strutturato in 9 capitoli, inclusa la presente Premessa, in relazione ai punti essenziali nella gestione delle terre e rocce da scavo (quantificazione, qualificazione, destinazione e tracciabilità) e a quanto stabilito dall'art. 5 e dall'allegato 5 del Regolamento.

Nel *capitolo 2* è riportato il quadro di riferimento normativo.

Nel *capitolo 3* vengono descritte le specificità del progetto in oggetto, in relazione alla gestione delle terre e rocce da scavo.

Nel *capitolo 4* è riportato un inquadramento generale del progetto: inquadramento territoriale, progettuale, urbanistico, geologico, geomorfologico ed idrogeologico.

Nel *capitolo 5* vengono analizzati i dati bibliografici rinvenuti nella letteratura scientifica e viene descritta la campagna di indagine per la caratterizzazione dei terreni in sito, svolta nell'ambito della progettazione (preliminare e definitiva) al fine di valutare la qualità del chimismo del suolo interessato dall'opera in oggetto.

Nel *capitolo 6* vengono descritte le operazioni di scavo e le normali pratiche industriali previste nell'ambito del progetto.

Nel *capitolo 7* vengono individuati e caratterizzati i siti di movimentazione dei materiali da scavo (siti di produzione e siti di riutilizzo), suddivisi in 8 ambiti. Per ciascun ambito vengono riportati l'inquadramento territoriale, urbanistico e geologico-geomorfologico, i risultati della caratterizzazione dei materiali, la classificazione dei terreni in base all'utilizzo previsto dal progetto, i volumi movimentati e le metodiche di scavo previste.

Nel *capitolo 8* si riportano le modalità con cui l'Impresa esecutrice dovrà effettuare le eventuali ulteriori caratterizzazioni in corso d'opera sui materiali da scavo.

Infine, nel *capitolo 9* sono indicate le modalità di deposito e di trasporto, nonché i percorsi interessati dalla movimentazione dei materiali e la documentazione per la loro tracciabilità.

Fanno parte integrante del presente Piano anche i seguenti Allegati ed elaborati grafici:

- *Allegato 1: Analisi chimiche - Campagna geognostica 2006-2007*, in cui sono riportati i rapporti di prova delle indagini ambientali eseguite su sondaggi geognostici nell'ambito del Progetto Preliminare;
- *Allegato 2: Analisi chimiche – Campioni su affioramenti 2006-2007*, in cui sono riportati i rapporti di prova delle indagini ambientali eseguite su campioni di terreno in affioramento nell'ambito del Progetto Preliminare;
- *Allegato 3: Analisi chimiche - Campagna geognostica 2010-2011-2012 – Zona Est Polcevera*, in cui sono riportati i rapporti di prova delle indagini ambientali eseguite su sondaggi geognostici nella zona Est Polcevera nell'ambito del Progetto Definitivo;
- *Allegato 4: Analisi chimiche - Campagna geognostica 2010-2011-2012 – Zona Ovest Polcevera*, in cui sono riportati i rapporti di prova delle indagini ambientali eseguite su sondaggi geognostici nella zona Ovest Polcevera nell'ambito del Progetto Definitivo;
- *Allegato 5: Analisi chimiche - Campagna geognostica 2010-2011-2012 – Zona Canale di calma*, in cui sono riportati i rapporti di prova delle indagini ambientali eseguite su sondaggi geognostici nella zona Canale di calma nell'ambito del Progetto Definitivo;
- *Allegato 6: Planimetrie con l'ubicazione dei siti di movimentazione dei materiali da scavo e delle indagini ambientali eseguite in fase di progettazione* (cfr. elaborati da APG0010_001 a APG0010_009);
- *Allegato 7: Corografia generale* (cfr. elaborato APG0011).

Inoltre, dal momento che, come già ricordato, è attualmente in corso la procedura di Valutazione di Impatto Ambientale per il progetto in esame, nell'ambito della quale erano già state dettagliatamente analizzate le modalità di gestione ed utilizzo delle terre e rocce da scavo (rimaste invariate nella sostanza), si richiamano alcuni degli elaborati dello Studio di Impatto Ambientale (SIA) e del Progetto Definitivo (PD), pubblicati e disponibili sul sito intranet del Ministero dell'Ambiente, a cui si rimanda per eventuali approfondimenti:

- Quadro di Riferimento Programmatico del progetto di cantierizzazione (cfr. elaborato MAM-C-QPRM-R dello SIA);
- Quadro di Riferimento Progettuale del progetto di cantierizzazione (cfr. elaborato MAM-C-QPGT-R dello SIA);
- Quadro di Riferimento Ambientale del progetto di cantierizzazione (cfr. elaborato MAM-C-QAMB-R dello SIA);
- Relazione generale (cfr. elaborato APG0002 del PD);
- Relazione sullo scavo meccanizzato (cfr. elaborato SCM0001 del PD);
- Linee guida per la progettazione e la costruzione delle gallerie naturali ed opere in sotterraneo (cfr. elaborato TUN0001 del PD);

- Relazione di calcolo gallerie autostradali realizzate in tradizionale (cfr. elaborato TUN0005 del PD);
- Relazione geologica ed idrogeologica generale e relativi elaborati grafici (cfr. elaborati da GEO0001 a GEO0009 del PD);
- Profili geologici (cfr. elaborati da GEO0010 a GEO0019 del PD);
- Studio relativo alla presenza di amianto naturale (cfr. elaborato GEO0179 del PD) ed annessi allegati (cfr. elaborati da GEO0178 a GEO0183 del PD);
- Relazione di idrologia sotterranea (cfr. elaborato IDR0301 del PD);
- Piano del traffico di cantiere – Relazione tecnico-descrittiva (cfr. elaborato APG0901);
- Piano del traffico di cantiere – Sinottico dei percorsi (cfr. elaborato APG0902);
- Linee guida per la gestione delle terre e rocce da scavo (cfr. elaborato APG0004 del PD);
- Relazione di caratterizzazione ambientale (cfr. elaborato APG0006 del PD) ed annessi allegati:
 - Rapporto sul condizionamento dei terreni (cfr. elaborato MAM-C-AMBX-SUO-002 dello SIA);
 - Rapporto sul contenuto residuo di bentonite (cfr. elaborato MAM-C-AMBX-SUO-003 dello SIA);
 - Prove sperimentali in laboratorio (cfr. elaborato MAM-C-AMBX-SUO-004 dello SIA);
- Analisi di rischio per l'impiego dei materiali di smarino provenienti dall'escavazione delle gallerie per l'ampliamento a mare del rilevato aeroportuale (cfr. elaborato APG0007 del PD).

1.2 DURATA E VALIDITÀ DEL PIANO

La durata complessiva dei lavori, desumibile da cronoprogramma, è pari a 8,5 anni.

La validità del Piano di Utilizzo (art. 5, comma 3), e quindi la sua applicazione, decorre dalla data di approvazione del piano stesso da parte dell'Autorità competente o 90 giorni dalla sua presentazione. Sulla base di quanto indicato all'art. 5, comma 6, salvo particolari deroghe dell'Autorità competente, l'inizio dei lavori deve avvenire entro 2 anni dalla presentazione del Piano.

Allo stato attuale la durata prevista del Piano di Utilizzo è pari alla durata dei lavori, stimabile in 8,5 anni.

1.2.1 Proposta di deroga

In virtù dei tempi previsti per la fase di valutazione d'impatto ambientale, attualmente in corso, si ritiene motivato, sin da adesso, proporre all'Autorità Competente di accordare una deroga rispetto ai termini previsti dall'art. 5 comma 6 del Regolamento per l'avvio dei lavori. Si propone pertanto, in ragione della complessità dell'opera e del suo iter approvativo, di riferire il termine dei due anni per l'inizio dei lavori alla data di emanazione del decreto di compatibilità ambientale e non alla data di presentazione del piano.

2 QUADRO DI RIFERIMENTO NORMATIVO

I riferimenti normativi per la redazione del presente Piano di Utilizzo delle terre e rocce da scavo quali sottoprodotti sono costituiti da:

- articoli 183 e 184-bis del Decreto Legislativo n. 152 del 2006 e s.m.i.;
- articolo 49 del Decreto Legge n. 1 del 24 gennaio 2012;
- Decreto Ministeriale n. 161 del 10 agosto 2012 - Regolamento emanato dal Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare di concerto con il Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti;
- Normativa di settore della Regione Liguria.

2.1 ARTICOLI 183 E 184-BIS DEL DECRETO LEGISLATIVO N. 152/2006 E S.M.I.

Con il Decreto Legislativo del 3 dicembre 2010, n. 205, di recepimento della direttiva 2008/98/CE, sono state apportate importanti modifiche alla Parte IV del Codice del DLgs 152/2006; in particolare, le terre provenienti dagli scavi possono essere riutilizzate e non destinate a rifiuto se riconducibili alla categoria dei sottoprodotti di cui all'art. 183 lettera qq), che recita: *“sottoprodotto: qualsiasi sostanza od oggetto che soddisfa le condizioni di cui all'articolo 184-bis, comma 1, o che rispetta i criteri stabiliti in base all'articolo 184-bis, comma 2”*.

All'art. 184-bis sono individuate le condizioni da rispettare affinché alcuni tipi di sostanze e oggetti possano essere considerati sottoprodotti. In tale articolo viene, di fatto, ripresa la definizione comunitaria di sottoprodotto e viene inserito il concetto di normale pratica industriale:

- *comma 1: “È un sottoprodotto e non un rifiuto ai sensi dell'articolo 183, comma 1, lettera a), qualsiasi sostanza od oggetto che soddisfa tutte le seguenti condizioni:*
 - a) la sostanza o l'oggetto è originato da un processo di produzione, di cui costituisce parte integrante, e il cui scopo primario non è la produzione di tale sostanza od oggetto;*
 - b) è certo che la sostanza o l'oggetto sarà utilizzato, nel corso dello stesso o di un successivo processo di produzione o di utilizzazione, da parte del produttore o di terzi;*
 - c) la sostanza o l'oggetto può essere utilizzato direttamente senza alcun ulteriore trattamento diverso dalla normale pratica industriale;*
 - d) l'ulteriore utilizzo è legale, ossia la sostanza o l'oggetto soddisfa, per l'utilizzo specifico, tutti i requisiti pertinenti riguardanti i prodotti e la protezione della salute e dell'ambiente e non porterà a impatti complessivi negativi sull'ambiente o la salute umana.”*
- *comma 2: “Sulla base delle condizioni previste al comma 1, possono essere adottate misure per stabilire criteri qualitativi o quantitativi da soddisfare affinché specifiche tipologie di sostanze o oggetti siano considerati sottoprodotti e non rifiuti. All'adozione di tali criteri si provvede con uno o più decreti del Ministro dell'ambiente e della tutela del territorio e del mare, ai sensi dell'articolo 17, comma 3, della legge 23 agosto 1988, n. 400, in conformità a quanto previsto dalla disciplina comunitaria.”*

2.2 ARTICOLO 49 DEL DECRETO LEGGE N. 1 DEL 24 GENNAIO 2012

L'articolo 49 del Decreto Legge n. 1 del 24 gennaio 2012, convertito nella Legge n. 27 del 24 marzo 2012, incarica il Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare ed il Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti di concertare la nuova regolamentazione per l'utilizzo delle terre e rocce da scavo, stabilendo *“le condizioni alle quali le terre e rocce*

da scavo sono considerate sottoprodotti ai sensi dell'articolo 184-bis del Decreto Legislativo n. 152 del 2006”.

Tale ipotesi era già prevista dal 2° comma dell'articolo 184-bis.

2.3 DECRETO MINISTERIALE N. 161 DEL 10 AGOSTO 2012

Il Decreto Ministeriale recante il Regolamento per la disciplina dell'utilizzazione delle terre e rocce da scavo indica i criteri qualitativi "specifici" che i materiali da scavo dovranno rispettare al fine di poter essere considerati sottoprodotti, e quindi non rifiuti, ed uscire così dal campo di applicazione della Parte IV del D.Lgs 152/2006 in materia di gestione dei rifiuti. Il nuovo Regolamento stabilisce, inoltre, le procedure e le modalità affinché la gestione e l'utilizzo dei materiali da scavo avvengano senza pericolo per la salute dell'uomo e senza recare pregiudizio all'ambiente.

All'articolo 4, comma 1 del Regolamento vengono dettate le condizioni qualitative che il materiale da scavo deve rispettare al fine di poter essere considerato sottoprodotto:

“In applicazione dell'articolo 184 -bis, comma 1, del decreto legislativo n. 152 del 2006 e successive modificazioni, è un sottoprodotto di cui all'articolo 183, comma 1, lettera qq), del medesimo decreto legislativo, il materiale da scavo che risponde ai seguenti requisiti:

- a) il materiale da scavo è generato durante la realizzazione di un'opera, di cui costituisce parte integrante, e il cui scopo primario non è la produzione di tale materiale;*
- b) il materiale da scavo è utilizzato, in conformità al Piano di Utilizzo:*
 - 1. nel corso dell'esecuzione della stessa opera, nel quale è stato generato, o di un'opera diversa, per la realizzazione di reinterri, riempimenti, rimodellazioni, rilevati, ripascimenti, interventi a mare, miglioramenti fondiari o viari oppure altre forme di ripristini e miglioramenti ambientali;*
 - 2. in processi produttivi, in sostituzione di materiali di cava;*
- c) il materiale da scavo è idoneo ad essere utilizzato direttamente, ossia senza alcun ulteriore trattamento diverso dalla normale pratica industriale secondo i criteri di cui all'Allegato 3;*
- d) il materiale da scavo, per le modalità di utilizzo specifico di cui alla precedente lettera b), soddisfa i requisiti di qualità ambientale di cui all'Allegato 4.”*

L'allegato 3 del Regolamento detta anche la definizione ufficiale di normale pratica industriale, dizione già utilizzata dall'articolo 184-bis del D.Lgs 152/2006, per la prima volta concretamente definita ed elencata, in via esemplificativa: *“Costituiscono un trattamento di normale pratica industriale quelle operazioni, anche condotte non singolarmente, alle quali può essere sottoposto il materiale da scavo, finalizzate al miglioramento delle sue caratteristiche merceologiche per renderne l'utilizzo maggiormente produttivo e tecnicamente efficace.”*

Secondo l'allegato 3, rientrano tra le operazioni di normale pratica industriale le operazioni più comunemente effettuate, ossia la selezione granulometrica, la stabilizzazione a calce e a cemento, la stesa al suolo e la riduzione della presenza nel materiale da scavo degli elementi/materiali antropici (ivi inclusi, a titolo esemplificativo, frammenti di vetroresina, cementiti, bentoniti).

L'articolo 1 del Regolamento ammette la presenza nei materiali da scavo di elementi di origine antropica derivanti dalle modalità di scavo: *“I materiali da scavo possono contenere, sempreché la composizione media dell'intera massa non presenti concentrazioni di inquinanti superiori ai limiti massimi previsti dal presente Regolamento,*

anche i seguenti materiali: calcestruzzo, bentonite, polivinilcloruro (PVC), vetroresina, miscele cementizie e additivi per scavo meccanizzato.”

L'articolo 5 del Regolamento prevede che la sussistenza delle condizioni venga comprovata dal proponente tramite il Piano di Utilizzo del materiale da scavo, che deve essere redatto in conformità a quanto stabilito dall'allegato 5, che prevede a sua volta i contenuti del Piano, tra cui l'inquadramento territoriale, urbanistico, geologico ed idrogeologico dell'intervento.

La caratterizzazione ambientale di cui all'articolo 1, comma 1, lettera g) ed all'allegato 1 è eseguita in fase di progettazione e di corso d'opera per accertare la sussistenza dei requisiti di qualità ambientale dei materiali da scavo, secondo le indicazioni degli allegati 2 e 8 parte A per le procedure di campionamento e dell'allegato 4 per le procedure di caratterizzazione chimico-fisica. I limiti di riferimento per le concentrazioni dei parametri di cui alla tabella 4.1 dell'allegato 4 sono le Concentrazioni Soglia di Contaminazione (CSC) di cui alle colonne A e B, tabella 1, allegato 5 al Titolo V della parte IV del D.Lgs 152/2006. Nel caso in cui le stesse concentrazioni risultino superare le CSC "per fenomeni naturali", il Regolamento fa salva la possibilità di assumere tali concentrazioni come valore di fondo esistente.

Qualora si faccia ricorso a metodologie di scavo potenzialmente in grado di determinare una contaminazione, la caratterizzazione ambientale dei materiali da scavo può essere condotta in corso d'opera secondo le indicazioni dell'allegato 8. Le attività di campionamento possono essere eseguite su cumuli, sull'area di scavo o sul fronte di avanzamento, nell'intera area di intervento.

Ai sensi dell'art. 9 del Regolamento, prima dell'inizio dei lavori di realizzazione dell'intervento, il proponente comunicherà all'Autorità competente l'esecutore del presente Piano di Utilizzo. A far data dalla suddetta comunicazione, l'esecutore sarà tenuto a far proprio e rispettare il presente Piano di Utilizzo e ne diverrà responsabile. L'esecutore sarà inoltre tenuto a redigere la modulistica necessaria a garantire la tracciabilità del materiale da scavo.

All'articolo 8 è prevista la possibilità di aggiornare il Piano di Utilizzo da parte del Proponente o dell'esecutore nel caso in cui occorra una modifica sostanziale dei requisiti di cui all'art. 4, comma 1. Le variazioni che costituiscono modifica sostanziale sono identificate nello stesso articolo.

L'avvenuto utilizzo del materiale escavato in conformità al Piano di Utilizzo deve essere attestato dall'esecutore attraverso una dichiarazione sostitutiva dell'atto di notorietà, la cosiddetta "dichiarazione di avvenuto utilizzo – DAU" (articolo 12 e allegato 7).

Dalla data di entrata in vigore del Regolamento, secondo le disposizioni dell'articolo 39, comma 4 del D.Lgs 205/2010, come modificato dalla legge n. 27 del 24 marzo 2012, è stato abrogato l'articolo 186 del D.Lgs. 152/2006 che individuava, prima dell'emanazione del suddetto decreto, le condizioni da rispettare affinché le terre e rocce non costituissero rifiuti.

2.4 I RIFERIMENTI NORMATIVI APPLICATI A LIVELLO LOCALE

L'art. 3ter della 152/2006 prescrive che la tutela dell'ambiente sia informata *“ai principi della precauzione, dell'azione preventiva, della correzione, in via prioritaria alla fonte, dei danni causati dall'ambiente.”* Il principio della precauzione in un contesto ambientale

delicato come quello su cui interviene l'opera infrastrutturale genovese, in cui la cifra caratterizzante è la presenza di amianto nel territorio interessato dai lavori, si esprime attraverso la dichiarazione e l'adozione di procedure operative rigorose e conservative, che possano offrire garanzia e sicurezza che l'intervento sarà realizzato con la massima cura dell'ambiente e delle persone (cfr. elaborato APG0004 del PD). Quindi il progetto mette in campo tecnologie e metodiche nuove e costose per contenere il rischio amianto, volendo, appunto, contenere fino a minimizzare l'impatto e nel contempo realizzare l'opera nel massimo rispetto delle caratteristiche peculiari dell'ambiente ligure (cfr. Capitolo 6).

Con il D.Lgs n. 205 del 03/12/2010, si è inteso rafforzare la protezione dell'ambiente e della salute umana, prevenendo e riducendo gli impatti negativi della produzione e della gestione dei rifiuti, provvedendo ad un migliore uso dei beni e delle risorse. In questa direzione è stata rinnovata la disciplina del sottoprodotto, agevolandone l'individuazione e quindi il nuovo utilizzo nello stesso o altri processi produttivi, riducendo così la produzione dei rifiuti. A queste finalità si è conformata la normativa regionale Liguria, che nella DGR 859/2008 n. III lett. e, in tema di terre e rocce di scavo, ha raccomandato che *“È ritenuto ambientalmente prioritario l'obiettivo di garantire la massima utilizzazione dei materiali di scavo.”*

La questione del riutilizzo delle terre scavate all'interno dello stesso cantiere di provenienza ha trovato una soluzione con la modifica dell'art. 185 del D.Lgs 152/2006 introdotta dalla lettera a) del comma 10-sexies dell'art. 20, D.L. 29 novembre 2008, n. 185, che sotto la lettera c-bis) del citato articolo 185, ha aggiunto l'esclusione dalla disciplina dei rifiuti per *“il suolo non contaminato e altro materiale allo stato naturale escavato nel corso dell'attività di costruzione, ove sia certo che il materiale sarà utilizzato a fini di costruzione allo stato naturale nello stesso sito in cui è stato scavato”*. La norma quindi è stata rinnovata dall'art. 13 del D.Lgs 3/12/2010 n.205 nell'attuale formulazione che lascia inalterato nella sostanza il comma c, ma introduce il comma 4 con il seguente tenore *“Il suolo escavato non contaminato e altro materiale allo stato naturale, utilizzati in siti diversi da quelli in cui sono stati escavati, devono essere valutati ai sensi, nell'ordine, degli articoli 183, comma 1, lettera a), 184-bis e 184-ter”*. Cioè nell'ordine dovrà essere valutato se non si tratta di un rifiuto, se non è un sottoprodotto o se è stato avviato ad una procedura di recupero. La lettura combinata del comma 1 lettera c e del comma 4, quindi, stabilisce che la normalità nel riutilizzo dei suoli scavati è nel sito di provenienza, e che se non rientra in tale sito per essere adoperato altrove, allora si dovrà valutarlo almeno come un sottoprodotto. Quindi all'interno dello stesso sito di scavo non sarà necessario invocare la disciplina del sottoprodotto, almeno per i suoli e gli altri materiali scavati.

Quindi ponendosi il problema del riutilizzo dei materiali di scavo, intendendosi il termine suolo scavato ed altri materiali in un'accezione logicamente ampia, per semplicità, prima sarà opportuno porsi il quesito se non si possa applicare l'art. 185 citato, anche per superare eventuali problematiche nella qualità dei suoli, e quindi eventualmente approdare al 184-bis, nozione di sottoprodotto, e all'art. 186, oggi abrogato e sostituito dal nuovo Regolamento.

2.4.1 Condizioni per l'utilizzo ex art. 185 D.Lgs 152/2006

Ricordando come la condizione per il riutilizzo ex art. 185 sia la presenza di suolo non contaminato, per la giusta impostazione del problema, vi è da chiedersi se un terreno naturale, possa dirsi o meno contaminato, quando contenga elementi la cui quantità superi i limiti delle CSC. Per quanto si è esposto in precedenza sul fondo naturale, è chiaro che nelle zone in cui il terreno naturale presenti ricchezza di minerali, se ciò non costituisce un

pericolo immediato per qualcuno o per qualcosa, il sito sarà da considerarsi non contaminato in quanto il fondo naturale costituisce la concentrazione soglia di contaminazione (CSC).

Verificata questa prima condizione, per il materiale vi dovrà essere la certezza del suo riutilizzo “*a fini di costruzione allo stato naturale e nello stesso sito in cui è stato escavato*”. Quindi un reimpiego qualificato dalla finalità, dalla qualità del materiale e dal luogo di destinazione:

- l'indicazione dei fini costruttivi rimanda ad una complessità realizzativa, a causa della quale il suolo o gli altri materiali (terra, rocce, limo) sono stati scavati ed a servizio della quale i materiali devono essere reimpiegati;
- l'indicazione dello stesso sito implica che il materiale deve essere riutilizzato nell'ambito della stessa opera o nell'ambito della stessa zona omogenea;
- lo stato naturale dei materiali reimpiegati può essere riferito a due aspetti: il contenuto dei materiali e la lavorazione cui devono essere assoggettati i materiali per poter essere riutilizzati.

Il concetto di “stato naturale” dei materiali merita un approfondimento:

- con riferimento al contenuto dei materiali, si può sostenere che il terreno allo stato naturale è quello che non è stato contaminato da sostanze utilizzate nel corso di realizzazione delle opere. È però noto che tutte le attività di movimento terra o di scavo o di trasporto dei materiali sono realizzate con l'ausilio di mezzi meccanici, siano essi pale meccaniche o autocarri; inoltre, l'estrazione a mezzo di attrezzature tecniche spesso è coadiuvata da additivi che servono a preservare gli utensili o garantire la sicurezza dei lavoratori o della popolazione più in generale. Già solo da questi necessari passaggi si comprende come il materiale venga ad arricchirsi di elementi che sono estranei allo stato cosiddetto “bianco”. È usuale che una goccia di olio del motore possa fare rinvenire tracce non significative di idrocarburi, l'uso di punte in nichel/cadmio possano determinare il rilascio di tracce del metallo. Per non dire di un'alterazione del pH per il contatto con calce o cemento. Allora attualizzando la definizione data, per non pensare che si riferisca ad uno stato irrealizzabile, riferibile solo allo scavo manuale ed al trasporto con secchi a dorso di animale, il suolo, il terreno, le rocce allo stato naturale sono quelle che non siano state contaminate nel corso della lavorazione da elementi che ne determinino la loro inutilizzabilità per il superamento delle soglie di concentrazione stabilite nel sito da cui sono state scavate;
- con riferimento alla lavorazione cui deve essere assoggettato il materiale per poter essere riutilizzato, lo stato naturale significa che il materiale deve poter essere adoperato tal quale, senza trattamenti che ne possano alterare lo stato o fare assumere caratteristiche qualitative che non possiede. A tal riguardo, si ricorda che l'art.184-bis lett. c. del D.Lgs 152/06, nel definire le condizioni per la qualificazione del sottoprodotto, ammette i trattamenti a condizione che siano riferibili alla normale pratica industriale. Sul tema giova ricordare che il Regolamento, nell'Allegato 3, individua le più comuni pratiche industriali (cfr. Paragrafo 2.3).

Il riutilizzo dei materiali scavati e riportati sul sito di produzione ex art. 185, secondo la normativa, non ha necessità di essere né espresso in un progetto da sottoporre ad approvazione, né di fare riferimento alle caratteristiche di qualità. Ciononostante, il riferimento normativo “*a fini di costruzione*” rimanda al progetto ed all'evidenza dell'utilizzo nel progetto. È quindi da ritenere corretta, o almeno prudente, nell'ambito di un'opera complessa quale la Gronda, la predisposizione di un progetto di riutilizzo, in cui si dia

conto del rispetto delle condizioni normative sopra richiamate e della previsione di riutilizzo nei siti di produzione.

2.4.2 Condizioni per l'utilizzo ex art. 186 D.Lgs 152/2006, oggi abrogato dal DM 161/2012

Il riutilizzo delle terre e rocce come sottoprodotto ha subito l'evoluzione della normativa, fino ad arrivare all'abrogazione dell'art. 186 con l'entrata in vigore del DM 161/2012.

Il punto che interessa esaminare è quello della condizione del riutilizzo riferita alle concentrazioni soglia di contaminazione stabilite dalla tabella 1 colonne A e B dell'allegato 5 alla parte IV del 152/2006, che costituivano il punto di riferimento della gestione delle terre.

Recentemente l'attenzione si è spostata sull'utilizzo specifico, in relazione al quale si valutano caratteristiche, qualità e rischi: il riferimento è diventato il progetto di riutilizzo che non deve avere impatti negativi sull'ambiente in generale. Infatti, considerato che la norma vigente per definire un sito contaminato richiede il superamento delle concentrazioni soglia rischio (CSR), il riferimento ai valori di cui alle colonne A e B (CSC) si mostra a questo punto limitativo. In questa ottica il superamento di uno più parametri della consueta tabella 1 non comporta di per sé l'inutilizzabilità del materiale e quindi la sua qualificazione come rifiuto, ma in base alla destinazione che si è assunto di conoscere fin dalla sua produzione, se compatibile con le caratteristiche del sito di destinazione, non vi saranno difficoltà a mantenere la loro qualificazione come terre e rocce. Su queste basi si può allargare l'orizzonte dell'utilizzo delle terre e rocce da scavo in territori che sono naturalmente ricchi di metalli o metalloidi, conformandosi all'odierno dettato del comma 4 dell'art. 184-bis *"l'ulteriore utilizzo è legale, ossia la sostanza o l'oggetto soddisfa, per l'utilizzo specifico, tutti i requisiti pertinenti riguardanti i prodotti e la protezione della salute e dell'ambiente e non porterà a impatti complessivi negativi sull'ambiente o la salute umana."* Già su questa strada si è incamminata la Regione Liguria con la DGR 859/2008, che prevede, nel caso di supero delle soglie di contaminazione (CSC), il riutilizzo a condizione che rispetti i limiti del progetto di utilizzo, tenendo conto delle caratteristiche del materiale da impiegare, e che sia accertata l'assenza di rischi per le matrici ambientali coinvolte.

Quindi un'evoluzione che tiene ben presente la tutela delle matrici ambientali, ma che permette una gestione legale di rocce, terre e altri materiali, anche oltre i limiti tabellari delle colonne A e B, assimilando la disciplina introdotta dal D.Lgs 152/2006 per la qualifica di sito contaminato e quindi tenendo conto del fondo naturale, dell'inquinamento diffuso, della specificità del sito di destinazione, dei rischi concreti alle matrici ambientali e della sua compatibilità. Saranno il progetto di produzione e di riutilizzo che daranno conto delle nuove CSC sul sito di destinazione, esponendo motivatamente le ragioni della compatibilità, dei rischi per le matrici ambientali e per l'uomo.

3 LA GESTIONE TERRE NEL PROGETTO DEL NODO GENOVESE

3.1 IL PROGETTO DI ADEGUAMENTO DEL NODO DI GENOVA

Il progetto del nodo stradale e autostradale di Genova ha una storia trentennale, nel corso della quale si è susseguita una molteplicità di atti, decisioni ed iniziative progettuali, che hanno portato all'elaborazione del Progetto Definitivo di adeguamento del sistema A7 (Genova – Serravalle) – A10 (Genova – Ventimiglia) – A12 (Genova – Roma) che Autostrade per l'Italia ha presentato per la Valutazione di Impatto Ambientale.

I tratti principali del tracciato sono i seguenti: a partire dalla A10 in corrispondenza dell'abitato di Vesima, si sviluppa un lungo tratto fuori sede (la cosiddetta "Gronda di Ponente") che, superata la zona di Voltri, si sposta progressivamente verso Nord presentando due flessi successivi, per poi, attraversata la Val Polcevera in corrispondenza del casello di Bolzaneto, descrivere un'ampia curva in direzione Sud alla metà della quale si sfioccano due rami, uno in direzione del casello della A12 di Genova Est e l'altro in direzione del casello della A7 di Genova Ovest (cfr. Figura 3-1 e Allegato 7).

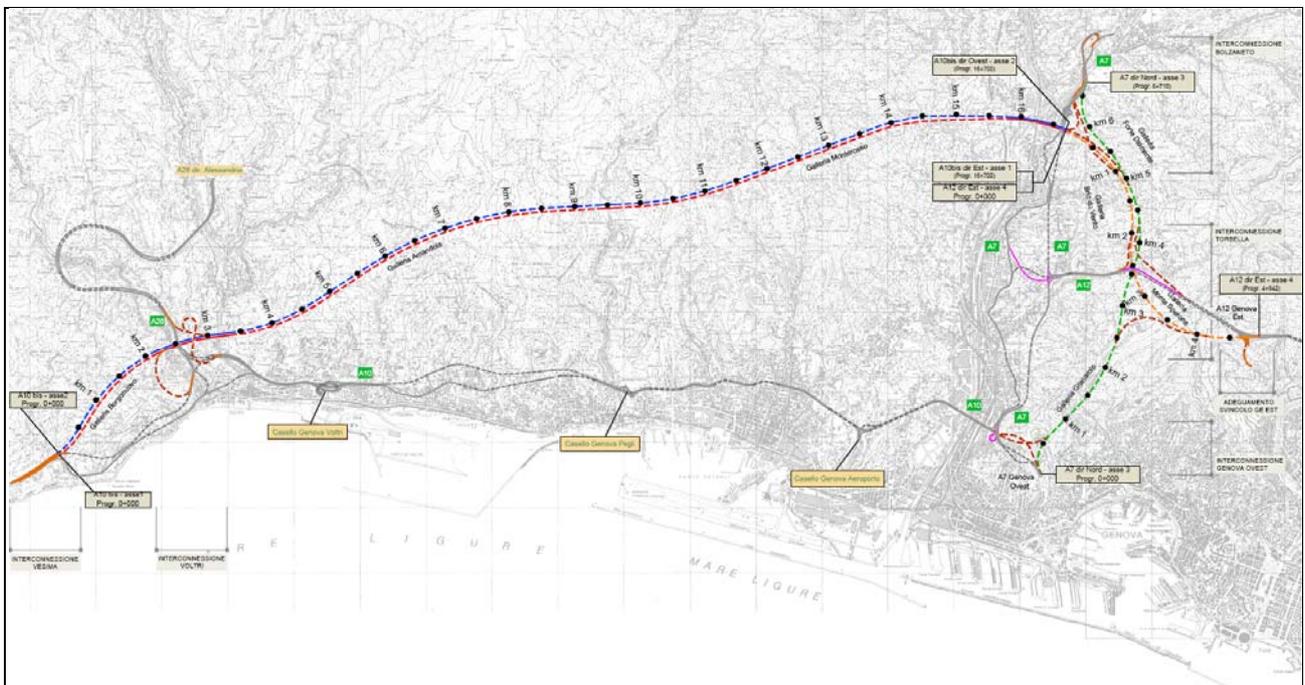


Figura 3-1 Corografia dell'intervento

Funzionale alla realizzazione dell'opera è, inoltre, la così detta "Opera a mare" che costituisce, ai sensi del D.Lgs.152/06 e s.m.i., il principale sito di riutilizzo delle terre provenienti dagli scavi delle gallerie autostradali.

Tale opera, che insiste nell'area portuale di Genova, consiste nell'ampliamento dell'attuale banchina a servizio dell'Aeroporto Cristoforo Colombo mediante la realizzazione di un nuovo rilevato, da eseguirsi all'interno del Canale di Calma, in prosecuzione dell'area aeroportuale esistente.

3.2 LE PECULIARITÀ TERRITORIALI

La presenza di amianto e di metalli pesanti nella conformazione delle rocce del territorio ligure e la loro diffusione nell'ambiente circostante è un dato costante e conosciuto. Nel settore che interessa la realizzazione dell'opera, il problema della presenza di amianto si

manifesta nelle zone da attraversare ad ovest del torrente Polcevera, che, in un certo senso, divide il campo amiantifero da quello non amiantifero.

Le autorità Liguri con più di uno studio hanno mappato la presenza di amianto, la sua classificazione, la quantità nelle rocce, sia in breccia, che in blocco, che in lastra, così come hanno accertato la sussistenza di metalli pesanti quali Cromo e Nichel. Pertanto, la presenza dell'amianto e dei metalli pesanti nelle rocce liguri, per quello che qui interessa, è un dato pacifico e rappresentativo del fondo naturale.

Infatti, ai sensi dell'art. 240 lett. B del D.Lgs 152/2006, se i valori rilevati su di un sito superano le concentrazioni soglia contaminazione (CSC) di cui alla tabella 1 colonna A o B dell'allegato 5 alla parte IV del D.Lgs 152/2006, secondo la destinazione di uso dell'area, ma sono dovuti a fenomeni antropici diffusi o naturali, le CSC per quel sito saranno date dai valori accertati anche se superiori, senza eccezione per alcun tipo di componente.

Il fondo naturale rappresenta quindi un dato di partenza per il corretto intervento sulle matrici ambientali in funzione della loro corretta tutela e conservazione. In questa giusta direzione si sono dunque mosse le Regioni e gli Enti territoriali per disciplinare le modalità di campionamento, valutazione, riconoscimento dei valori da tenersi come fondo naturale di un sito. La Regione Liguria ha dato corso a campagne ed indagini di approfondimento sul tema quali:

- la *“campagna per la valutazione dell'amianto nelle ofioliti liguri. Modalità operative per l'individuazione dei Fondi Naturali sul territorio ligure”*;
- lo studio del *“trend dei valori di concentrazione degli elementi Cr, Ni, V, Zn, Pb, Cu, Co, Cd, Mn, Cr VI e As contenuti naturalmente nelle rocce, nei terreni superficiali (coltri eluviocolluviali di versante), nei sedimenti attivi d'alveo e litorali di quattro bacini, tre di pertinenza tirrenica (T. Lerone e T. Leira in Prov. di Genova e T. Rossola in Prov. di La Spezia) e uno di pertinenza adriatica (F. Bormida di Spigno in Prov. di Savona) al fine del confronto con i limiti di concentrazione ammissibili del D.M. 471/99, ad oggi rappresentante la normativa vigente in materia di bonifiche dei siti inquinati.”* (Progetto realizzato dal Settore Geologia e Idrogeologia – Direzione Scientifica in collaborazione con i Dipartimenti ARPAL Provinciali di Genova, La Spezia, Savona e il DIP.TE.RIS. dell'Università di Genova);
- il *“monitoraggio dell'ambiente marino costiero ligure a cura di ARPAL su stato delle acque e dei fondali superficiali e profondi”* (2001-2008).
- la cartografia geochimica regionale, realizzata in collaborazione con il DIP.TE.RIS. dell'Università di Genova.

In generale quindi si tratta di studi riferiti al fondo naturale esteso, dunque caratterizzante una vasta area.

3.3 L'IMPOSTAZIONE METODOLOGICA

Per il progetto in oggetto, ma per qualsiasi altro progetto che interessi il territorio ligure, l'individuazione e la qualificazione del fondo naturale, in particolar modo nelle zone ad ovest del torrente Polcevera, in cui è nota la presenza di amianto e metalli pesanti, è un passaggio necessario. Inventariando il materiale disponibile presso gli Enti territoriali e di controllo e sulla base dell'attività di caratterizzazione ambientale eseguita nei siti in cui il progetto prevede l'esecuzione dell'opera autostradale (cfr. Capitolo 5), si dispone di elementi con cui ipotizzare la composizione del fondo naturale.

Infatti, la presenza nei suoli di amianto e metalli pesanti, attesi anche in alcuni tratti del progetto di adeguamento del nodo stradale e autostradale di Genova, potrebbe porre

questioni in ordine alla destinazione delle terre scavate. Considerate quindi le peculiarità del territorio attraversato, descritte nel precedente paragrafo, nella predisposizione del Progetto è stata posta particolare attenzione alla gestione dei residui di scavo, amiantiferi e non, anche con concentrazioni di metalli pesanti oltre la soglia di contaminazione (CSC). A supporto della progettazione, sono stati pertanto elaborati anche i seguenti documenti:

- Studio relativo alla presenza di amianto naturale (cfr. elaborati da GEO0179 a GEO0183 del PD);
- Linee guida per la gestione delle terre e rocce da scavo (cfr. elaborato APG0004 del PD), studio specifico sull'amianto e sulle procedure per eseguire le opere in presenza di amianto, predisposto dalla ATS composta dall'Università di Torino, CNR Istituto Geoscienze e Georisorse Unità di Torino, GDP Consultants Engineering Geology, SWS Engineering;
- Relazione di caratterizzazione ambientale (cfr. elaborato APG0006 del PD), in cui si dà conto della campagna di sondaggi, di prove, di verifiche di laboratorio, eseguita in collaborazione con le migliori strutture specializzate italiane;
- Analisi di rischio per l'impiego dei materiali di smarino provenienti dall'escavazione delle gallerie per l'ampliamento a mare del rilevato aeroportuale (cfr. elaborato APG0007 del PD), studio specifico per valutare la fattibilità della colmata a mare, realizzata utilizzando i materiali da scavo.

Gli elaborati del Progetto Definitivo GEO0179÷183, che identificano le tratte "amiantifere", classificano il tracciato da Bolzaneto a Vesima secondo 4 diverse "Classi di rischio" (nullo, basso, medio ed elevato). Ai fini pratici è possibile ricondurre le classi a 4 corrispondenti "zone", divise in base ai tenori di amianto che si prevede di incontrare lungo lo scavo delle gallerie:

- **zona bianca – assenza di amianto:** lo scavo attraversa formazioni geologiche dove le fibre amiantifere non possono svilupparsi. Le procedure di gestione delle terre e rocce da scavo – messe in atto dall'Appaltatore - dovranno essere conformi agli aspetti attuativi ed operativi esplicitati dal DM 161/2012;
- **zona verde – presenza di amianto < 1g/kg:** le fibre sono presenti nell'ammasso roccioso ma in rapporto inferiore ai limiti indicati nell'Allegato 5, Titolo V, Parte IV, Tabella 1, Colonna B del D.Lgs 152/2006 (Siti ad uso commerciale e industriale). Lo smarino può quindi essere utilizzato per la costruzione dell'opera a mare in affiancamento all'Aeroporto, benché il suo impiego richieda una particolare gestione ambientale volta ad impedire la dispersione delle fibre amiantifere nell'ambiente di lavoro e nell'atmosfera;
- **zona gialla – presenza di amianto > 1g/kg:** il tenore di fibre presenti nell'ammasso roccioso supera i limiti indicati nell'Allegato 5, Titolo V, Parte IV, Tabella 1, Colonna B del D.Lgs 152/2006. Lo smarino non può quindi essere utilizzato direttamente per la costruzione di opere d'arte ma richiede la predisposizione di apposite procedure di gestione in sicurezza del materiale (miscelato a cemento per migliorarne le caratteristiche meccaniche per il suo incapsulamento nell'arco rovescio delle gallerie da cui è stato estratto);
- **zona rossa – presenza di amianto > 1g/kg e caratteristiche geotecniche scadenti:** il tenore di fibre presenti nell'ammasso roccioso supera i limiti indicati nell'Allegato 5, Titolo V, Parte IV, Tabella 1, Colonna B del D.Lgs 152/2006 e le caratteristiche geotecniche del materiale non lo rendono utilizzabile nemmeno per la miscela a cemento e l'incapsulamento nell'arco rovescio delle gallerie. Lo smarino non può quindi essere gestito in alcun modo ma deve essere smaltito in un deposito per rifiuti pericolosi (ai sensi del D.Lgs 36/03, classificazione del rifiuto: CER170503 - Terre e rocce contenenti sostanze pericolose), previo il suo

confinamento in appositi big-bags per amianto che ne rendano possibile il trasporto in sicurezza.

Il materiale scavato, con la qualità attesa idonea al suo riutilizzo, all'esito della caratterizzazione sul campione tal quale (cfr. Capitolo 8), sarà qualificato sulla base della quantità presente di amianto e di metalli pesanti quali Cromo, Nichel, Rame ed altri tipici del fondo naturale. Il materiale che non si presenti idoneo per la carenza delle caratteristiche geomeccaniche richieste per la destinazione costruttiva progettualmente definita sarà considerato rifiuto e inviato a smaltimento. La presenza di amianto e la quantità di metalli pesanti, nei limiti dei valori di cui alla tabella 1 colonna B, determineranno il sito di destinazione del materiale:

1. Amianto e metalli oltre limite Tabella 1, colonna B: riempimento arco rovescio;
2. Amianto e metalli sotto limite Tabella 1, colonna B: riempimento opera a mare;
3. Amianto sopra limite e metalli sotto limite Tabella 1, colonna B: riempimento arco rovescio;
4. Amianto sotto limite e metalli sopra limite Tabella 1, colonna B ma inferiore a soglia CSC di progetto: riempimento opera a mare.

Dall'elaborato GEO0179 del PD è possibile dedurre una previsione dei volumi attesi per le 4 diverse "zone": dall'analisi dei dati appare evidente che – anche nella peggiore delle ipotesi – le rocce con contenuto in amianto superiore ai limiti di legge interesserebbero un massimo del 20% dell'estensione del tracciato; di conseguenza almeno l'80% del volume complessivo dello smarino risulterebbe riutilizzabile, ai sensi della normativa vigente, per la costruzione di opere d'arte.

Per cautela, nelle previsioni progettuali si è calcolato un valore medio di presenza di materiali amiantiferi, individuando i quantitativi riportati nella seguente tabella.

Tabella 3-1 Tipologia e quantità dei materiali scavati nel tratto potenzialmente amiantifero (Ovest Polcevera)

DESCRIZIONE	% MIN	% MAX	% MEDIA	QUANTITA' COMPLESSIVA (MC SCIOLTI)	QUANTITA' RELATIVA (MC SCIOLTI)	TOTALE GENERALE (MC SCIOLTI)
<i>MATERIALE POTENZIALMENTE AMIANTIFERO</i>						
MATERIALE DESTINATO AL RIEMPIMENTO DELL'ARCO ROVESCIO	11,0	19,0	15,0	6.266.480	939.972	6.266.480
MATERIALE DESTINATO ALLO SMALTIMENTO A DISCARICA SPECIALE	2,0	3,0	2,5	6.266.480	156.662	
MATERIALE DESTINATO ALL'OPERA A MARE (zona protetta da capping)	87,0	78,0	82,5	6.266.480	5.169.846	
<i>MATERIALE NON AMIANTIFERO</i>						
MATERIALE DESTINATO ALL'OPERA A MARE (riempimento cassoni e imbasamento)	-	-	-	544.830	544.830	544.830
				TOTALE	6.811.310	6.811.310

Nel contesto progettuale l'ammissibilità del riutilizzo del materiale scavato nell'opera a mare è supportata, così come delineato dalla normativa nazionale e regionale, da un'Analisi di Rischio sanitario ambientale (cfr. elaborato APG0007 del PD e Paragrafo 3.4.3); tale verifica è stata sviluppata in relazione al contenuto minero-chimico naturale potenzialmente superiore ai limiti di legge. A tale riguardo, si precisa che il parere della Regione Liguria, rilasciato ai sensi dell'art. 25 del D.Lgs 152/2006 (cfr. DGR n. 1345 del 11 Novembre 2011), recita quanto segue:

“Per quanto riguarda il previsto conferimento del materiale di escavo nella nuova colmata a mare prospiciente l'attuale pista aeroportuale non si rilevano particolari criticità, alla luce delle seguenti considerazioni:

- ...
- *la compatibilità ambientale del riutilizzo dei materiali di scavo con il sito di destinazione è stata valutata attraverso un approccio del tipo "Analisi di rischio" del tutto simile a quanto previsto dalla normativa regionale (DGR 955/2006) per il riutilizzo di sedimenti portuali: si ritiene tale approccio metodologico adeguato.”*

3.4 LA GESTIONE DEI MATERIALI DA SCAVO

3.4.1 La qualità attesa ed il conseguente riutilizzo

Il materiale all'esito dello scavo si deve presentare in uno stato che non necessiti di trattamenti al di fuori della normale pratica industriale per poter essere riutilizzato.

L'esperienza dello scavo meccanizzato ha confermato che le terre di risulta dell'attività della fresa, secondo la tipologia di ammasso attraversato, si caratterizzeranno per essere di diversa granulometria, dai terreni limo-sabbiosi alle rocce di diversa consistenza e resistenza, di aspetto più o meno fluido per la presenza di tensioattivi che ne facilitano lo scorrimento, ma nella sostanza rapportabili ad un materiale con un buon grado di umidità, che, rispondendo positivamente alla prova di slump, si rende disponibile per l'uso tal quale; tali caratteristiche, pertanto, rispondendo positivamente alle condizioni richieste, consentono il riutilizzo delle terre. Nella Relazione di caratterizzazione ambientale (cfr. elaborato APG0006 del PD ed annessi allegati) sono riportate approfondite valutazioni ed analisi in merito al condizionamento dei terreni in scavo meccanizzato ed alla caratterizzazione chimica dei terreni di risulta dallo scavo meccanizzato.

Il materiale proveniente dagli scavi del progetto di adeguamento del nodo di Genova (la cosiddetta "Gronda di Ponente") avrà due principali destinazioni per il riutilizzo, in funzione delle caratteristiche chimico-fisiche:

- nell'arco rovescio delle gallerie;
- nell'opera a mare.

Come già ricordato, il materiale scavato verrà caratterizzato e, sulla base della quantità presente di amianto e di metalli pesanti quali Cromo, Nichel, Rame ed altri tipici del fondo naturale, verrà individuata la destinazione finale (una delle quattro possibili definite nel precedente paragrafo).

Non incideranno sulla qualità del materiale:

- la presenza di tensioattivi, presenti nelle schiume utilizzate dalla fresa nello scavo sotterraneo per facilitarne il movimento e quindi l'allontanamento con movimento fluido dal fronte. I tensioattivi si biodegradano rapidamente e, come risulta dalle prove effettuate (cfr. elaborato APG0006 del PD), non lasciano traccia; l'incidenza sulla consistenza finale del materiale è nulla. Peraltro, l'uso dei tensioattivi garantisce che le fibre di amianto presenti nel materiale non si liberino in aria durante lo scavo ed il trasporto; si tratta dunque di un importante presidio di sicurezza per i lavoratori e per l'ambiente esterno, che rafforza l'azione dell'umidificazione forzata, garantendo di mantenere basso il livello delle fibre aerodisperse nei limiti di legge e per il compimento dell'opera in sicurezza;
- l'utilizzo di cemento diluito in acqua per cospargere la superficie del materiale scavato al fine di abbattere il rilascio di fibre di amianto. Quando l'efficacia del tensioattivo per la sua veloce biodegradabilità termina, complice anche

l'asciugatura naturale del materiale, la presenza della polvere di cemento o di calce garantisce la persistenza dell'effetto di incollamento delle fibre, per evitare il loro rilascio anche nella fase della ricollocazione del materiale. Oltre ad avere un significato anche in termini di correttezza di posa in opera, si tratta di un ulteriore presidio di sicurezza per i lavoratori e per l'ambiente circostante (espressamente previsto nell'Allegato 3 del Regolamento), che non altera la qualità del materiale;

- i trovanti di natura antropica. Sono i residui di vetroresina derivanti dalla polverizzazione delle barre che nello scavo in tradizionale vengono utilizzate per sorreggere il fronte di scavo. È un materiale del tutto inerte, espressamente previsto nell'Allegato 3 del Regolamento, che non modifica la composizione del terreno né lo contamina;
- i residui di particelle di bentonite (cfr. elaborato APG0006 del PD). La bentonite è un materiale naturale, che non altera la composizione chimico fisica del terreno caratterizzato.

Il materiale che non si presenti idoneo, per la carenza delle caratteristiche geomeccaniche richieste per la destinazione costruttiva progettualmente definita, sarà considerato rifiuto e inviato a smaltimento.

Per il riempimento dell'arco rovescio sarà percorsa la strada della gestione ex art. 185 del D.Lgs 152/2006, sulla base del concetto di terreni naturali non contaminati che ritornano nelle opere in zone non omogenee non contaminate; per il riempimento dell'opera a mare si opererà qualificando i materiali come sottoprodotti e quindi gestendoli come rocce e terre di scavo (ai sensi del DM 161/2012, che ha abrogato l'art. 186 del D.Lgs 152/2006). Come anticipato nella Premessa, le condizioni specifiche relative alle due tipologie di utilizzo sono state già ampiamente analizzate e descritte nella documentazione progettuale pubblicata nell'ambito della procedura di Valutazione di Impatto Ambientale attualmente in corso; nei successivi paragrafi se ne riporta una sintesi. Si precisa, inoltre, che le modalità previste per la gestione delle terre (che hanno comportato la definizione di dettagliate ed innovative linee guida per la realizzazione di scavi in sicurezza in presenza di rocce amiantifere) sono già state verificate nell'ambito della procedura di VIA.

3.4.2 L'utilizzo nell'arco rovescio delle gallerie ai sensi dell'art. 185 D.Lgs 152/2006

Lo smarino amiantifero e quello eccedente le soglie di qualità per la presenza di metalli sono riutilizzati nell'arco rovescio delle gallerie scavate ad ovest del Polcevera. Sulla base dell'accertamento e riconoscimento dei valori del fondo naturale contenente amianto e metalli pesanti, è infatti possibile riportare il materiale nel sito di produzione, fuori dalla normativa sui rifiuti e fuori dalla gestione delle terre e rocce da scavo (cfr. art. 185 del D.Lgs. 152/2006).

Il progetto dell'opera, infatti, evidenzia il rapporto fra luogo di scavo nell'ambito del cantiere ed il suo riposizionamento dopo aver caratterizzato il terreno, apprezzando la persistente omogeneità del fondo naturale. Il terreno mantiene il suo stato naturale; l'uso di cemento o calce insieme all'acqua necessaria per l'abbattimento delle fibre di amianto non altera lo stato naturale del materiale, così come non lo altera la tecnica di costruzione utilizzata per la messa a dimora del materiale nel riempimento dell'arco rovescio. I valori relativi alla presenza di amianto e metalli pesanti non costituiscono una digressione rispetto al fondo naturale del sito in cui vanno ad essere ricollocati; si tratta pertanto di materiale non contaminato in un sito non contaminato.

3.4.3 L'utilizzo nell'opera a mare ai sensi del DM 161/2012 (ex art. 186 del D.Lgs 152/2006)

L'opera a mare che accoglierà gli smarini delle gallerie della Gronda è una cassa di colmata realizzata per ampliare lo spazio in uso all'aeroporto di Genova.

Il materiale di cui è consentito l'utilizzo, secondo l'art. 5 del DGR 995/2008, deve rispettare le soglie di concentrazione di cui alle colonne A e B della Tabella 1 dell'allegato 5 alla parte quarta del D.Lgs. n. 152/2006, ma in caso di supero, l'autorizzazione è concessa alla condizione che sia effettuata un'analisi di rischio specifica: *“Nel caso in cui per uno o più parametri ricercati, la media delle concentrazioni rilevate nelle stazioni individuate all'interno di tutte le aree unitarie sia superiore alla colonna A della Tabella 1 dell'allegato 5 alla parte quarta del D.Lgs. n. 152/2006, o siano stati rilevati valori dei singoli campioni superiori alla colonna B della stessa tabella, deve essere effettuata un'analisi di rischio, conforme alle specifiche sotto riportate. L'immersione è ritenuta ammissibile nel caso in cui i risultati dell'analisi di rischio dimostrino l'assenza di rischio significativo per la salute umana e per le acque marine, laddove sia garantita l'assenza di dispersione dei sedimenti dragati al di fuori della vasca di colmata. In questo caso il progetto deve contemplare anche le specifiche funzionali per la movimentazione in sicurezza di sedimenti eventualmente movimentati nell'ambito di possibili futuri interventi strutturali sull'area.”*

Nella colmata a mare saranno inviati gli smarini per essere riutilizzati come terre e rocce da scavo ex art. 184 bis, che rispetteranno le CSC di cui alla tabella 1 colonna B. Come già ampiamente descritto, considerata la caratteristica geologica delle rocce liguri, è possibile che nei materiali siano rintracciati metalli pesanti in quantità superiore ai limiti di cui alla citata colonna B (come livelli di fondo); il progetto di riutilizzo, pertanto, contempla anche la presenza di tali elementi nella colmata a mare.

Al fine di convalidare tale approccio, come richiesto dalla normativa a livello regionale, è stata predisposta una specifica analisi di rischio (cfr. elaborato APG0007 del PD), che ha mostrato l'assenza di rischio per la salute umana e per le acque marine.

Il materiale potrà essere immesso nella colmata sia tramite scarico a mare da autocarri, sia attraverso un sistema definito slurrydotto, inserito tra le modalità di trasporto previste dal Regolamento (Allegato 5), che, previa aggiunta di acqua, ne consente il trasporto in tubazione fino al deposito nel riempimento. La colmata a mare come sito di destinazione risponde alle condizioni richieste dal 184-bis per la qualifica di sottoprodotto.

4 INQUADRAMENTO GENERALE

Di seguito si riporta un sintetico inquadramento progettuale, comprensivo delle caratteristiche territoriali, urbanistiche, geologiche, geomorfologiche ed idrogeologiche dell'area attraversata dall'intervento. Per maggiori approfondimenti si rimanda allo Studio di Impatto Ambientale (cfr. elaborati MAM-C-QPRM-R, MAM-C-QPGT-R e MAM-C-QAMB-R), ed agli elaborati del Progetto Definitivo (cfr. elaborati APG0002, GEO0001 e IDR0301), già pubblicati nell'ambito della procedura di Valutazione di Impatto Ambientale.

4.1 INQUADRAMENTO TERRITORIALE

Tra i maggiori elementi di attenzione e di approfondimento che si ritrovano nello Studio di Impatto Ambientale (SIA) vi è lo studio delle possibili interferenze con le formazioni amiantifere che si incontrano nell'attraversamento delle colline poste a nord dell'abitato di Genova. In particolare, la presenza nei suoli allo stato naturale di amianto e metalli pesanti, attesi per alcuni tratti dello scavo, ha posto la necessità di un importante approfondimento in ordine alla gestione e destinazione delle terre scavate ed alla sicurezza dei lavoratori al fine di individuare soluzioni sostenibili e conformi alla normativa.

La diversità litologica che caratterizza il territorio ligure ha creato un paesaggio estremamente vario che si compone di rilievi prominenti con versanti scabri e scoscesi, di rilievi collinari a profilo arrotondato e di rilievi mediamente alti ed a breve distanza dal mare, separati da vallette incise da piccoli torrenti. La varietà morfologica si rispecchia anche nella conformazione dei bacini idrografici: si hanno, infatti, bacini estesi in valli ampie con pendenze ridotte percorse da fiumi a scorrimento lento e bacini minori in valli incassate dai profili trasversali i cui corsi d'acqua sono invece a scorrimento veloce.

Le predette peculiarità morfologiche, affiancate dalle caratteristiche climatico-ecologiche, hanno influenzato l'evoluzione della copertura vegetale della provincia di Genova. In particolare il territorio è costituito per oltre la metà della sua estensione da formazioni boschive e per le restanti zone, non urbanizzate, da terreni agricoli e formazioni erbacee, che si evolvono in formazioni parzialmente arbustate salendo di quota.

Il paesaggio è molto eterogeneo e soprattutto caratterizzato dal cambiamento repentino di scenari visivi. Si passa da aree ad alto grado di naturalità, quale può essere un bosco, ad aree fortemente antropizzate.

In questi ambienti così variegati si inserisce la città di Genova la cui massiccia evoluzione antropica si distende tra la linea costiera ed il sistema collinare. La città è un enorme groviglio di infrastrutture di diversa tipologia (strade, autostrade, ferrovie, porti, aeroporti, oleodotti, gasdotti, elettrodotti, canali, etc.) e livello funzionale (internazionali, nazionali e locali).

L'area di interesse comprende sia aree caratterizzate da un basso livello di edificazione, che si identificano con gran parte del territorio a nord del tracciato in cui la morfologia del paesaggio è caratterizzata da versanti particolarmente acclivi, sia aree densamente abitate in corrispondenza di Voltri, Sestri Ponente, dell'abitato lungo il torrente Polcevera e di tutto l'abitato a ridosso della costa.

Dal punto di vista bioclimatico il territorio in esame fa parte della zona a clima mediterraneo (Regione xeroterica) e precisamente della Sottoregione mesomediterranea. Il periodo di aridità estivo è della durata di 3-4 mesi e le precipitazioni medie annuali sono di 900 mm all'anno (periodo di massima piovosità in autunno ed in inverno).

Il clima ligure è caldo senza prolungamento della stagione estiva e con inverno mite, grazie all'immediato ed esteso contatto con un mare aperto e profondo, all'esposizione meridionale ed alla presenza di una catena montuosa che senza soluzione di continuità si estende da un capo all'altro della regione a protezione dai venti del nord, che giungono meno freddi per effetto foehn. La stagione più ventosa è l'autunno, ma il vento è forte soprattutto d'inverno, in particolare nella zona di Genova.

Nel settore occidentale rispetto a Genova, in corrispondenza dell'ambito territoriale in cui si prevede il potenziamento dell'A10 (Gronda di Ponente) e la costruzione della nuova carreggiata Nord dell'A7, la morfologia del territorio è caratterizzata dalla presenza di rilievi costieri molto elevati in prossimità del litorale, come ad esempio il M.te Gazzo, il Righi, il Bric Teiolo.

Lungo la fascia costiera da Voltri a Nervi, si sviluppa una fascia continua di terrazzi compresa tra la quota 0 m e 200 m, tra cui si possono citare il terrazzo di Voltri, di Pegli, quelli a monte di Sestri Ponente e Coronata.

La rete idrica superficiale è costituita da una serie di incisioni perpendicolari alla costa come il Torrente Branega, Rio Cantalupo, Rio Cassinelle, Torrente Molinasse, Torrente Polcevera.

La Valle del Polcevera, con andamento rettilineo, ha un andamento dei versanti relativamente simmetrico ed orientamento nord – sud; il fondovalle, piuttosto ampio, presenta un'abbondante coltre alluvionale. Sul versante destro sono presenti il Torrente Burba e il Rio Ciliegia e sul sinistro il Torrente Torbella, il Torrente Secca, Rio Cremeno, Rio Goresina, Rio Rivassa, Rio Maltempo.

L'area in esame presenta una forte antropizzazione ed i versanti a spiccata vocazione forestale, che ospiterebbero boschi di leccio e, più in quota, di rovere e roverella, sono attualmente occupati da praterie collinari e submontane, spesso a cotica discontinua, sulle quali la periodica avanzata degli arbusti preparatori del bosco viene respinta ricorrendo alla pratica degli incendi. Il ricorso alla pratica del fuoco ha accentuato la diffusione delle specie infestanti (rovi, vitalbe) nelle aree agricole abbandonate.

L'assetto vegetazionale si è profondamente modificato nel corso degli anni a causa dell'intenso sfruttamento operato da parte dell'uomo e le aree che ospitano una vegetazione spontanea di pregio si riducono ad esigui e frammentati lembi dispersi nel territorio, come nell'Alta Val Varena, sui versanti settentrionali dei rilievi in Val Polcevera e Val Bisagno.

Attualmente il territorio è costituito in prevalenza da aree a destinazione d'uso agricola con particolare diffusione di colture orticole, in genere di limitate estensioni, e pregevoli lembi di uliveti.

I boschi d'alto fusto di angiosperme termofile, a dominanza di leccio, roverella, cerro, sono trasformati in cedui degradati, molto semplificati nella composizione floristica. A completare il quadro della vegetazione presente sono le fustaie di conifere termofile, quali il pinastro, il pino d'Aleppo e il pino domestico, che sono fortemente minacciate a causa del frequente ripetersi di incendi.

4.2 INQUADRAMENTO PROGETTUALE

La conformazione morfologica del sito nel quale si colloca il nuovo sistema viario ha obbligato al ricorso massiccio dell'uso del sottosuolo: il sistema è composto per circa il 90% del suo sviluppo da gallerie la cui lunghezza varia da un centinaio di metri ad oltre 6 km, per un totale complessivo di 45 km (16,7 km a carreggiata doppia e 11,7 km a carreggiata singola). L'elaborato APG0011 (cfr. Allegato 7) riporta la corografia generale dell'intervento.

Le caratteristiche sia tecnologiche che di tracciato sono nettamente distinte tra le opere poste a destra o a sinistra del torrente Polcevera, che rappresenta infatti lo spartiacque geologico tra i terreni potenzialmente amiantiferi (sponda destra) e quelli non amiantiferi (sponda sinistra). Inoltre, mentre il tracciato dei rami sul lato sinistro – che si occupano di assicurare l'interconnessione tra i vari tratti autostradali esistenti e la nuova infrastruttura – è tortuoso ed articolato, quello della sponda destra - da dove parte la "Gronda" che si occupa essenzialmente di trasferire il traffico fino a Vesima, raddoppiando l'A10 esistente - è più lineare.

Questa netta divisione del tracciato ha influenzato vari elementi della cantierizzazione, primo fra tutti l'uso di sistemi di scavo meccanizzato in destra Polcevera e di avanzamento tradizionale (con esplosivo o martelloni) in sponda sinistra.

Sono stati individuati 8 ambiti lungo l'intero tracciato, la cui disposizione è esplicitata negli elaborati grafici APG0010_001÷009, riportati in Allegato 6. Tale suddivisione risulta funzionale alla descrizione riportata di seguito. Gli 8 ambiti individuati sono:

1. Genova Ovest
2. Torbella e Genova Est
3. Bolzaneto
4. Monterosso
5. Varenna
6. Amandola
7. Vesima e Voltri
8. Opera a mare

Di seguito vengono elencate le aree di cantiere e di intervento e le opere d'arte maggiore, individuate lungo il tracciato in progetto. Non sono riportate opere e lavorazioni limitate per i minori volumi movimentati (quali cavalcavia, sottovia, tombinature, bonifica del piano di posa, ecc.).

4.2.1 Opere in sottoterraneo

Complessivamente è prevista la realizzazione di 25 gallerie. Le 14 gallerie situate ad est del torrente Polcevera sono realizzate in tradizionale, mentre, delle 11 gallerie della tratta situata ad ovest del torrente Polcevera, le gallerie a doppia canna Monterosso, Amandola e Borgonuovo saranno realizzate con lo scavo meccanizzato.

La Tabella 4-1 riporta le gallerie, con le rispettive lunghezze, previste nei diversi ambiti, mentre la Tabella 4-2 riporta i dati relativi ai cameroni situati lungo tali gallerie, in corrispondenza degli innesti fra i diversi rami del tracciato.

Tabella 4-1 Gallerie naturali

Ambito	Galleria	Lunghezza (m)
<i>Est Polcevera</i>		
Genova Ovest	Moro 1	886
Genova Ovest	Moro 2	796
Torbella e Genova Est	Monte Sperone	1.983
Torbella e Genova Est	Granarolo	3.364
Torbella e Genova Est	Forte Begato	1.386
Torbella e Genova Est	Torbella Est	1422
Torbella e Genova Est	Torbella Ovest	398
Torbella e Genova Est	Campursone	142
Bolzaneto	Forte Diamante	2.811
Bolzaneto	Bric du Vento	2.486
Bolzaneto	Baccan	1.154
Bolzaneto	San Rocco	1.276
Bolzaneto	Polcevera	576
Bolzaneto	Morego	158
<i>Ovest Polcevera</i>		
Monterosso	Monterosso Ovest	6.193
Monterosso	Monterosso Est	6.189
Amandola	Amandola Ovest	6.013
Amandola	Amandola Est	5.994
Vesima e Voltri	Voltri Ovest	264
Vesima e Voltri	Voltri Est	249
Vesima e Voltri	Bric del Carmo	877
Vesima e Voltri	Ciocia	461
Vesima e Voltri	Delle Grazie	1.313
Vesima e Voltri	Borgonuovo Ovest	2.254
Vesima e Voltri	Borgonuovo Est	2.265

Tabella 4-2 Cameroni situati lungo le gallerie naturali

Ambito	Lunghezza (m)	Larghezza min-max (m)	Formazione geologica
<i>Est Polcevera</i>			
Camerone 1 (Forte Diamante – Baccan)	210	23,5-31	Formazione di Ronco
Camerone 2 (Forte Diamante - Torbella Ovest)	172	23,5-31	Formazione di Ronco
Camerone 3 (Bric du Vento - San Rocco)	111	18,5-29	Formazione di Ronco
Camerone 4 (Bric du Vento - Torbella Est)	92	18,5-29	Formazione di Ronco
Camerone 5 (Monte Sperone - Forte Begato)	210	18,5-29	Formazione del Monte Antola
Camerone 6 (Granarolo - Forte Begato)	276	18,5-25	Formazione di Ronco
Camerone 7 (Granarolo – Moro 2)	91	18,5-29	Formazione di Ronco
<i>Ovest Polcevera</i>			
Camerone 8 (Delle Grazie – Ciocia)	70	16,5-31	Calcescisti

4.2.2 Opere maggiori

La Tabella 4-3 riporta le opere maggiori all'aperto previste nei diversi ambiti.

Tabella 4-3 Opere maggiori all'aperto

Ambito	Viadotto	Lunghezza (m)
<i>Attraversamento Polcevera</i>		
Bolzaneto	Viadotto Genova Est	740
Bolzaneto	Viadotto Genova Ovest	744
<i>Est Polcevera</i>		
Torbella e Genova Est	Viadotto Torbella	65
Torbella e Genova Est	Viadotto Rovena	72
Bolzaneto	Viadotto Orpea	59
Bolzaneto	Viadotto Mercantile	326
Bolzaneto	Ampliamento Viadotto Secca Sud	140
Bolzaneto	Ampliamento Viadotto Secca Nord	370
<i>Ovest Polcevera</i>		
Varenna	Viadotto Varenna Est	72
Varenna	Viadotto Varenna Ovest	70
Vesima e Voltri	Ampliamento Viadotto Uccelliera	51
Vesima e Voltri	Ampliamento Viadotto Vesima Est	193
Vesima e Voltri	Ampliamento Viadotto Vesima Ovest	230
Vesima e Voltri	Ampliamento Viadotto Beo	89
Vesima e Voltri	Ampliamento Viadotto Frana	104
Vesima e Voltri	Ampliamento Viadotto Leiro esistente	104
Vesima e Voltri	Ampliamento Viadotto Cerusa esistente	42
Vesima e Voltri	Ampliamento Viadotto Casanova	68
Vesima e Voltri	Viadotto Leiro Est	385
Vesima e Voltri	Viadotto Leiro Ovest	352
Vesima e Voltri	Viadotto Cerusa Est	367
Vesima e Voltri	Viadotto Cerusa Ovest	289

4.2.3 Aree cantieri

Il progetto prevede:

- cantieri industriali;
- campo base;
- cantieri di imbocco.

Cantieri industriali

I cantieri industriali sono aree di dimensioni importanti (almeno 4-5.000 mq) destinate ad ospitare gli impianti maggiori (betonaggio, frantumazione, ..) a servizio di più imbocchi o siti di lavoro. È quindi necessario collocarli in aree pianeggianti ben servite dalle viabilità, per cui sono spesso vicini a zone urbanizzate e possono interferire con l'ambiente circostante. Il loro impatto deve essere mitigato con l'adozione degli opportuni apprestamenti (barriere antirumore, coibentazione totale degli impianti, ..). La maggiore concentrazione di cantieri industriali è presente nella Valpolcevera nei pressi dello svincolo di Bolzaneto, dove si affacciano i cantieri ubicati in sponda destra e sinistra del torrente.

Le superfici dei piazzali sono impermeabilizzate e dotate di regimazione idraulica di tipo chiuso, che fa convergere le acque di piazzale ad un apposito impianto di chiarificazione/depurazione prima della restituzione nel reticolo idrografico.

Complessivamente sono previsti i cantieri industriali riportati nella seguente tabella.

Tabella 4-4 Aree di cantiere industriale

Ambito	Codice	Opere di riferimento
<i>Ovest Polcevera</i>		
Vesima e Voltri	CI.01	Viadotti Beo e Frana
Vesima e Voltri	CI.02	Viadotti Vesima
Vesima e Voltri	CI.03	Viadotti e gallerie Voltri
Opera a mare	CI.04	Opere a mare
Bolzaneto	CI.13	Imbocco frese
Bolzaneto	CI.14	Impianti frese
Bolzaneto	CI.15	Stoccaggio conci
<i>Est Polcevera</i>		
Genova Ovest	CI.05	Demolizione rampa elicoidale
Torbella e Genova Est	CI.06	Campursone
Torbella e Genova Est	CI.07	Torbella
Torbella e Genova Est	CI.16	Pista Polcevera
Bolzaneto	CI.08	Viadotto Genova – pila 3
Bolzaneto	CI.09	Viadotto Genova – pila 2
Bolzaneto	CI.10	Logistica viadotti e gallerie
Bolzaneto	CI.11	Viadotto Mercantile
Bolzaneto	CI.12	Viadotti Secca

Gli apprestamenti particolari previsti nei cantieri sono riportati nella seguente tabella.

Tabella 4-5 Aree di cantiere e apprestamenti

Apprestamenti	Cantieri
Impianto di betonaggio (produzione calcestruzzi)	CI.03, CI.04, CI.07, CI.11
Caratterizzazione terre	CI.04, CI.06, CI.12, CI.14
Frantumazione (Frantoio mobile)	CI.04, CI.05, CI.06, CI.12
Impianto di depurazione	CI.04

Campo base

L'unico sito destinato all'alloggio delle maestranze impegnate nei lavori di costruzione è ubicato in corrispondenza dell'area "Colisa", posta in prossimità della spalla Ovest del Viadotto Morandi, nell'ambito di Genova Ovest. Il Campo è dimensionato per ospitare circa 700 persone, suddivise in 100 impiegati, 150 unità per ciascuna TBM e altri 300 operai per l'esecuzione dei rimanenti lavori in tradizionale.

Trattandosi di un sito (utilizzato in passato per depositi petroliferi della Raffineria Erg) soggetto ad attività di bonifica, nella predisposizione dell'area di cantiere saranno evitate potenziali interferenze con il suolo.

L'impatto del campo base sul territorio sarà minimo, visto che al suo interno non viene svolto alcun tipo di lavoro ma solo servizi logistico-amministrativi.

Cantieri di imbocco

Sono le aree esattamente antistanti l'imbocco delle gallerie che – per la loro dimensione limitata - vengono destinate ad ospitare esclusivamente gli impianti più direttamente necessari alla gestione dei lavori in sotterraneo (impianto di ventilazione, impianto acqua industriale, impianto aria compressa, impianto di depurazione delle acque, ..) oltre ad un limitato deposito di materiali da costruzione (centine, bulloni, ..).

I cantieri di imbocco sono generalmente ubicati in siti difficilmente raggiungibili e lontani dalle aree più urbanizzate, quindi il loro impatto sull'ambiente è limitato.

Le superfici dei piazzali sono pavimentate e dotate di regimazione idraulica di tipo chiuso, che fa convergere le acque di piazzale ad un apposito impianto di chiarificazione/depurazione prima della restituzione nel reticolo idrografico.

Complessivamente sono previsti i cantieri di imbocco riportati nella seguente tabella.

Tabella 4-6 Aree di cantiere di imbocco

Ambito	Codice	Gallerie di riferimento
<i>Ovest Polcevera</i>		
Varenna	Cl.25	Monterosso lato SV, Amandola lato GE
Vesima e Voltri	Cl.24	Amandola lato SV
Vesima e Voltri	Cl.23	Delle Grazie lato Sud
Vesima e Voltri	Cl.22	Ciocia lato AL
Vesima e Voltri	Cl.20	Voltri lato SV
Vesima e Voltri	Cl.21	Voltri lato GE
Vesima e Voltri	Cl.19	Bric del Carmo lato Sud
Vesima e Voltri	Cl.18	Borgonuovo lato GE
Vesima e Voltri	Cl.17	Borgonuovo lato SV
<i>Est Polcevera</i>		
Genova Ovest	Cl.30	Moro 1 e Granarolo lato GE
Genova Ovest	Cl.31	Moro 1 e Moro 2 lato GE Aeroporto
Torbella e Genova Est	Cl.26	Granarolo lato MI, Forte Diamante lato GE, Bric du Vento lato LI, Torbella Ovest, Montesperone lato SV
Torbella e Genova Est	Cl.29	Montesperone lato LI, Campursone lati Nord e Sud
Bolzaneto	Cl.28	Bric du Vento, Baccan, Polcevera
Bolzaneto	Cl.27	Forte Diamante, San Rocco, Polcevera
Bolzaneto	Cl.32	Morego lato A7 direzioni MI e GE

Aree di cantiere soggette ad attività di bonifica

Tre delle aree di cantiere sopra elencate sono state o sono attualmente oggetto di bonifica e pertanto sono soggette a prescrizioni operative:

- il cantiere industriale CI.14 a Bolzaneto. Quota parte del cantiere insiste su un'area (utilizzata in passato per lo stoccaggio ed il trattamento, con il sistema a biopile, dei terreni provenienti dai lavori della nuova infrastruttura viaria lungo il torrente Polcevera) che è stata bonificata, la cosiddetta "Penisola"; su tale area è stata eseguita un'analisi di rischio, le cui conclusioni fanno emergere che *"i rischi sanitari associati alle concentrazioni dei contaminanti di interesse delle sorgenti, per tutti i percorsi relativi al suolo, sono inferiori ai valori di rischio limite"* e che non si reputano necessari interventi di ripristino;
- il cantiere industriale CI.04 a Cornigliano. Quota parte del cantiere insiste su un'area, la cosiddetta "Area SOT" (utilizzata in passato come area sottoprodotti dello stabilimento ILVA), sulla quale è attualmente in corso un'attività di bonifica, con la messa in sicurezza permanente mediante un sistema combinato di capping ed aspirazione e trattamento dei vapori al perimetro dell'area;
- il campo base CB.01. Il cantiere insiste su un'area, ex Colisa (utilizzata in passato per depositi petroliferi della Raffineria Erg), che è stata bonificata.

In tali aree il progetto prevede che:

- tutte le superfici siano asfaltate con un pacchetto di pavimentazione di spessore di circa 40 cm (20 cm di materiale arido stabilizzato, 10 cm di base, 5 cm di binder e 4 cm di tappeto di usura);
- tutti i mezzi, i macchinari di cantiere e le attrezzature fisse siano opportunamente appoggiati su idonei basamenti in cemento armato dimensionati per sopportare i carichi presenti;
- l'area sia delimitata e recintata secondo le caratteristiche e dimensioni previste dal Piano di Sicurezza e Coordinamento.

Inoltre, in tali aree il progetto adotterà una particolare metodica di scavo, sia per le fondazioni (pila P1 del viadotto Genova nell'area del cantiere CI.14) che per l'installazione di alcuni impianti, che permetta comunque:

- di gestire ovviamente in totale sicurezza la fase di scavo, ricorrendo a tecnologie di palificazione con rivestimento del cavo;
- di separare i materiali terrigeni estratti e ritenerli eventualmente rifiuti, nel caso di valori al di fuori dei limiti di legge, con smaltimento a discarica autorizzata;
- di gestire le acque interferenti con lo scavo con un sistema di raccolta e trattamento dedicato;
- di ripristinare e garantire l'impermeabilizzazione della superficie una volta terminato l'intervento, mantenendo un piano di imposta del sistema di impermeabilizzazione omogeneo e regolare.

Nel seguito si descrivono le attività di bonifica effettuate o in corso nelle tre aree sopra citate, nonché le eventuali prescrizioni operative specifiche previste.

Cantiere Industriale CI.14

Il cantiere industriale CI.14, progettato a supporto dello scavo meccanizzato in TBM, per la caratterizzazione e la movimentazione delle terre, e della realizzazione della fondazione della pila n°1 del viadotto Genova, insiste su un'area che è stata bonificata e su cui è stata eseguita una valutazione dei rischi per la salute umana connessi alla presenza di eventuali inquinanti nelle matrici ambientali.

Nell'area "Penisola" sono stati realizzati impianti di trattamento a biopile per ridurre la contaminazione da idrocarburi, rilevata nei materiali scarificati per la realizzazione della nuova pianta viaria della Val Polcevera, entro i limiti di legge per aree industriali (Progetto di bonifica, prot. 21708/BF del 12 agosto 2002). Sono state realizzate 3 biopile, circa 1000 mq netti ciascuna, con impermeabilizzazione di fondo, sagomature, sistema drenante e di raccolta acque e percolato, geotessile, coperture in HDPE, tubazioni di aspirazione aria con filtri a carboni attivi, pozzetti di raccolta e serbatoi di riciclo percolati. La zona è stata servita da una viabilità di accesso e movimento e da un impianto di trattamento acque costituita dai pozzetto di scarico, vasca per stoccaggio, vasca di sedimentazione e vasca adibita a disoleazione. Tutte le acque trattate dall'impianto sono state scaricate nel torrente Polcevera, rispettando i limiti fissati dalla normativa.

Le conclusioni dell'Analisi di Rischio, presentata in data 11/10/2010 (prot. n° 352877/BF) dall'Ing. Ferro, incaricato del Comune di Genova, fanno emergere che *"i rischi sanitari associati alle concentrazioni dei contaminanti di interesse delle sorgenti, per tutti i percorsi relativi al suolo, sono inferiori ai valori di rischio limite"* e che non si reputano necessari interventi di ripristino.

L'Analisi di Rischio è stata oggetto di richiesta di integrazioni, contenute nei pareri della Provincia e di ARPAL, ripresi nella nota del Comune di Genova del 11 febbraio 2011, prot. N° 46651/BF. Ad oggi, pur avendo ricevuto un giudizio positivo e di condivisione, l'integrazione dell'Analisi di Rischio è ancora in fase di elaborazione da parte dell'ente gestore e responsabile dell'area, Ufficio Manutenzione Infrastrutture, Verde e Parchi del Comune di Genova.

In merito all'Analisi di Rischio si precisa che il progetto:

1. non preclude in alcun modo un eventuale svolgimento del monitoraggio sulla rete piezometrica, stabilito dai soggetti approvanti l'Analisi di Rischio stessa;
2. garantisce l'impermeabilizzazione dell'intera area e quindi il mantenimento e/o la nuova realizzazione della copertura isolante;
3. non interferisce con la falda acquifera, se non nel caso dello scavo limitato per la pila P1 del viadotto Genova;
4. non modifica i parametri per cui è stata eseguita l'Analisi di Rischio;
5. risulta coerente con le previsioni indicate dall'Analisi di Rischio stessa.

Si precisa, infine, che l'area Penisola è stata soggetta ad analisi di caratterizzazione ambientale durante la fase progettuale (cfr. Capitolo 5), con l'esecuzione del sondaggio PO3 (a cavallo dei mesi di luglio ed agosto 2010), in corrispondenza della futura pila P1 del viadotto Genova. Al termine del foro, l'intera cavità è stata colmata con un colata di cemento, in modo da garantire la completa preservazione della situazione ambientale e per il ripristino di condizioni d'impermeabilità; la parte superficiale è stata ricoperta con terreno naturale per rendere il contesto il più possibile omogeneo.

Cantiere Industriale CI.04

Il cantiere industriale CI.04 insiste su un'area ex Ilva, dismessa a seguito della chiusura delle lavorazioni siderurgiche a caldo, dove sorgevano gli impianti di trattamento del gas arricchito e del deposito sottoprodotti (catrame, pece, benzolo, zolfo, naftalina), nella quale è stata riscontrata un'elevata contaminazione sia dei terreni che delle acque di falda ed è stato pertanto previsto un intervento pubblico di bonifica e risanamento ambientale.

Per l'area SOT, la società Sviluppo Genova SpA ha individuato le tecnologie di intervento applicabili ed ha pianificato indagini e prove sperimentali (indagini geofisiche,

modellazione della falda, campagne di monitoraggio con campionamento statico delle acque di falda, saggi superficiali per l'effettiva rispondenza delle anomalie registrate dalla geofisica con situazioni di contaminazione più accentuate), prima su scala di laboratorio e successivamente come prove pilota in campo, per verificarne l'effettiva applicabilità e poter successivamente progettare gli interventi sulla base di dati sito-specifici.

Lo stato di contaminazione dei suoli è caratterizzato dalla presenza di IPA, composti aromatici ed idrocarburi; gli inquinanti principali rinvenuti nelle acque di falda sono gli stessi, ovvero BTEX, idrocarburi ed IPA. L'analisi di rischio, redatta da Sviluppo Genova SpA (rif. 055/ATG/BOS/R025 del 06/2011) ha indicato che *“la contaminazione, rinvenuta nei terreni e nelle acque di falda, supera le CSR, e pertanto costituisce un rischio sanitario ambientale non accettabile in relazione al percorso di esposizione ai vapori”*. Pertanto, la società Sviluppo Genova SpA, ha individuato una tecnologia di bonifica che prevede la messa in sicurezza permanente mediante capping e captazione dei vapori sul confine dell'area perimetrata. Tale sistema combinato, infatti, *“inibirà il percorso di volatilizzazione outdoor dei contaminanti volatili residui, mentre i componenti pesanti tenderanno comunque a stratificarsi verso il basso, rimanendo quindi al di sotto del letto del Polcevera e del fondo marino”*.

In merito all'azione di bonifica studiata dalla società Sviluppo Genova SpA ed all'Analisi di Rischio si precisa che il progetto:

1. non preclude in alcun modo un eventuale svolgimento di attività di monitoraggio su rete piezometrica, nel caso venga stabilito dai soggetti approvanti l'Analisi di Rischio;
2. garantisce l'impermeabilizzazione dell'intera area e quindi il mantenimento e/o la nuova realizzazione della copertura isolante, secondo i parametri individuati dal progetto di capping per la messa in sicurezza permanente;
3. non interferisce con la falda acquifera;
4. non modifica i parametri per cui è stata eseguita l'Analisi di Rischio;
5. risulta coerente con le previsioni dettate dalla soluzione progettuale di messa in sicurezza permanente;
6. è compatibile con i tempi previsti per la fine delle operazioni di messa in sicurezza, prevista nel 2014.

Campo Base CB.01

Il campo base CB.01 insiste su un'area ex deposito ERG che è stata bonificata.

Le opere realizzate e gli interventi effettuati risultano conformi al progetto di bonifica e ripristino ambientale, approvato ai sensi della D.G.R. 3811/97 con D.G.P. n.521 del 27.10.1999, integrata con D.G.C. n. 1321 del 26.10.2000, e pertanto gli interventi previsti dal progetto si possono ritenere completati. Inoltre, gli accertamenti di collaudo e verifica effettuati non hanno evidenziato nelle matrici ambientali superamenti dei limiti di accettabilità previsti dalla D.G.R. 3811/97 per aree a destinazione commerciale/industriale.

Nella certificazione di avvenuta bonifica, di cui al Provvedimento Dirigenziale della Provincia di Genova del 30 settembre 2004 (prot. n. 0107648/2004), si raccomandano interventi di messa in sicurezza della parte più elevata del versante, attualmente instabile, prima di procedere all'esecuzione di qualsiasi opera; tale porzione di territorio, per prudenza, è stata esclusa dall'area occupata dal campo base.

Si precisa, infine, che, come dettagliato nell'elaborato progettuale CAP0103, i piazzali saranno realizzati stendendo un tessuto-non-tessuto sopra al terreno naturale presente in

sito, in modo da tenerlo separato dai successivi riempimenti effettuati con materiale da rilevato.

4.2.4 Viabilità di servizio

Le viabilità di servizio, che usualmente vengono inserite nei progetti delle opere infrastrutturali per facilitare l'accesso dei mezzi d'opera alle varie aree di lavoro, spesso costituiscono una delle componenti più invasive della costruzione:

- perché possono richiedere espropri e opere meno giustificabili, rispetto ai cittadini che li subiscono, di quelli relative all'opera principale;
- perché creano delle corsie preferenziali sulle quali si concentra per vari anni il traffico dei veicoli pesanti;
- perché a fine lavori costituiscono opere avulse dal contesto e non facilmente ripristinabili allo stato ante.

Per il Nodo di Genova si è quindi deciso di limitare la costruzione di nuove viabilità di servizio allo stretto indispensabile, agendo su due principi:

- l'utilizzo dell'autostrada esistente come principale vettore del traffico di cantiere: i principali cantieri di scavo delle gallerie confluiscono infatti in prossimità delle carreggiate esistenti ed è quindi possibile provvedere al trasporto dello smarino ed all'alimentazione degli imbocchi direttamente dall'autostrada;
- l'adeguamento di viabilità esistenti da utilizzare temporaneamente come viabilità di cantiere: le viabilità locali vengono utilizzate solo per le opere non eseguibili direttamente dalle autostrade esistenti (è il caso, ad esempio, delle pile dei nuovi viadotti a Voltri, che devono essere costruite dalla vallata sottostante il tracciato) e un accurato studio dei percorsi già presenti sul territorio ha consentito di individuare alcuni tracciati da dedicare temporaneamente al passaggio dei mezzi d'opera, previo adeguamento delle geometrie della strada. In tal modo la viabilità beneficia a fine lavori delle opere di adeguamento eseguite.

Complessivamente sono previste le viabilità di servizio riportate nella seguente tabella.

Tabella 4-7 Viabilità di servizio

Ambito	Codice	Finalità
Vesima e Voltri	VS.01, VS.02	Collegamento tra il cantiere d'imbocco galleria Borgonuovo lato Vesima e la SP1 via Aurelia. Vengono utilizzati solo tratti esistenti di via Vesima
Vesima e Voltri	VS.03	Collegamento tra il cantiere d'imbocco gallerie Borgonuovo e Bric del Carmo lato Cerusa e via delle Fabbriche. Viene utilizzato un tratto di via alla Brigna più un tratto ex novo destinato al collegamento tra il cantiere e la via stessa
Vesima e Voltri	VS.04	Collegamento tra le aree di cantiere relative agli imbocchi della galleria Voltri e l'ampliamento del viadotto Casanova. È previsto un tratto ex novo destinato a collegare il viadotto con il cantiere galleria Voltri lato Cerusa. Dal cantiere la viabilità proseguirà su via Superiore dei Giovi per finire a via Carnoli
Vesima e Voltri	VS.05	Collegamento tra ampliamento viadotto Casanova direzione Alessandria e viadotto Casanova direzione Genova-Voltri. È prevista la realizzazione di una nuova strada di servizio per collegare la carreggiata della A26 direzione Nord con l'esistente via Costa D'Erca. Detta strada avrà inizio ad una congrua distanza dall'imbocco della galleria Pero Grosso (lato Genova) e si svilupperà, inizialmente, sulla destra dell'autostrada per poi proseguire verso sinistra attraversando la sede autostradale sulla collina sovrastante la galleria stessa e congiungersi, nella sua parte finale, alla via Costa D'Erca.
Vesima e Voltri	VS.06	Collegamento imbocco galleria Amandola con via Ovada. Tratto ex novo.
Bolzaneto	VS.07	Collegamento tra imbocco galleria Forte Diamante lato Orpea e via Sardorella. Tratto esistente (via Salita Bocchettina)
Bolzaneto	VS.08	Collegamento cantiere imbocco galleria San Rocco e piazzale Emilio Casalini. Tratto ex novo.
Torbella e Genova Est	VS.09	Tratto ex novo. Collegamento tra imbocco galleria Campursone lato Rovena direzione A12 e sbocco galleria direzione svincolo Genova Est
Genova Ovest	VS.10	Tratto ex novo costruito all'imbocco del CI 30 Granarolo lato GE
Vesima e Voltri	VS.11	Collegamento per raggiungere le pile e la spalla del viadotto Leiro in ampliamento dalla viabilità esistente (via Ovada). Tratto iniziale ricalca una pista esistente e guado esistente sul torrente Leiro; tratto successivo ex novo lungo il versante.
Opera a mare	VS.12	Collegamento tra cantiere CI.04 e colmata dell'opera a mare. Tratto ex novo

Le viabilità di servizio individuate non ricadono in contesti particolari, ad eccezione della VS.12 che attraversa un'area dello stabilimento ILVA a Cornigliano; per la realizzazione di tale viabilità, verranno adottati gli stessi accorgimenti previsti per le aree di cantiere soggette ad attività di bonifica.

4.2.5 Opera a mare

La destinazione definitiva di oltre 8 milioni di mc di smarino, originati dagli scavi in galleria, è prevista nel parziale riempimento del Canale di Calma, dove si prevede la costruzione di un'opera di ampliamento verso mare dell'attuale banchina aeroportuale, realizzando una cassa di colmata in continuità con l'attuale sedime aeroportuale (cfr. figura seguente). Questa soluzione ha subito una serie di evoluzioni autorizzative-progettuali che hanno portato all'attuale configurazione delle opere.

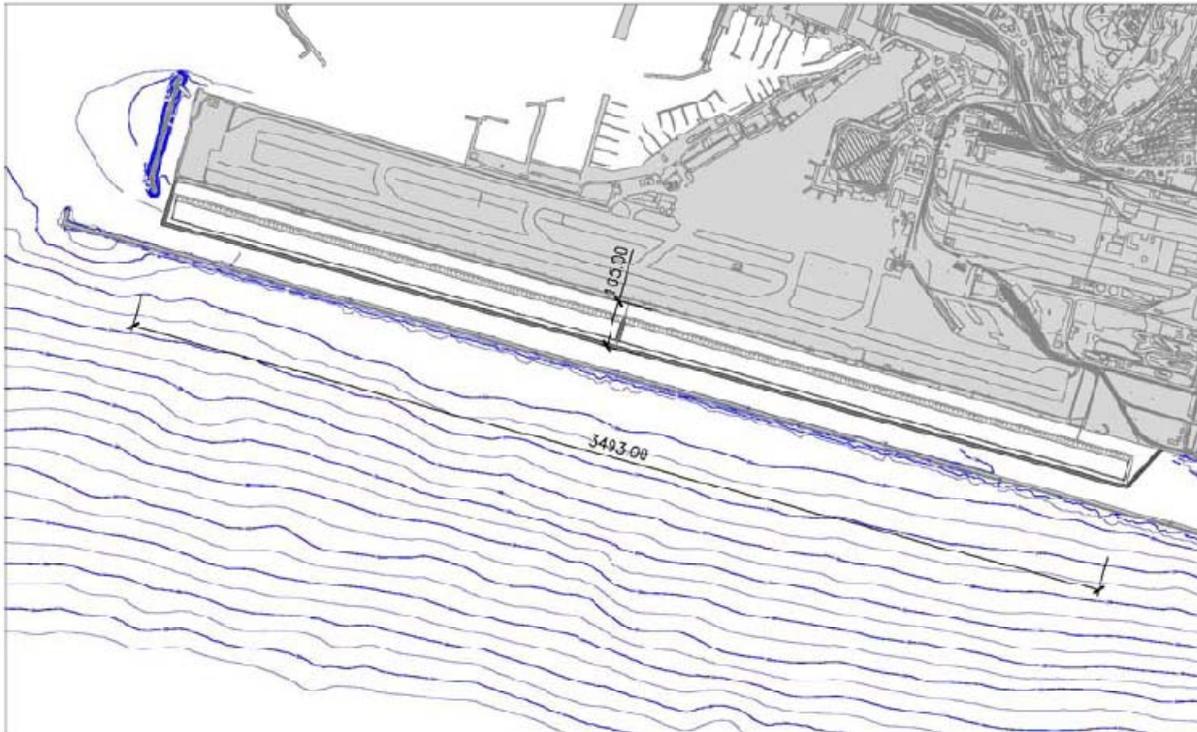


Figura 4-1 Il riempimento in affiancamento all'Aeroporto

4.2.6 Aree di deposito a terra

Nell'ambito delle aree di cantiere sono stati individuati i siti di "deposito in attesa di utilizzo", secondo la definizione dell'art. 10 del Regolamento.

Si tratta di aree per la deposizione del materiale in attesa della destinazione/utilizzo finale. In tale ambito rientrano anche quelle aree utilizzate e organizzate per la caratterizzazione chimica dei terreni e dei materiali, che si può rendere necessaria nella fase di corso d'opera (ad esempio la caratterizzazione del materiale da scavo sotterraneo).

Nell'ambito del progetto sono previste 4 aree di deposito a terra, in corrispondenza delle aree di cantiere industriale CI.04 (ambito Opera a mare), CI.06 (ambito Genova Est), CI.12 e CI.14 (ambito Bolzaneto).

Nell'area CI.06 è previsto un riempimento della parte superiore della vallata, da utilizzarsi anche come deposito temporaneo del materiale più pregiato proveniente dalle gallerie, da riutilizzare nell'opera a mare (imbasamento, riempimento cassoni, capping..)

Caratteristiche e tipologie delle aree di deposito in attesa di utilizzo

I materiali che verranno depositati nelle aree possono essere suddivisi genericamente nelle seguenti categorie:

- terreno sterile derivante da scavi all'aperto;

- terre da opere in sotterraneo;
- eventuale terreno vegetale (corrispondente al primo strato di terreno, risultante dalle operazioni di scotico, generalmente 20-30 cm).

In tutti i casi le aree di deposito, dimensionate in maniera diversa in funzione dei quantitativi di materiali da accumulare, verranno realizzate in modo da contenere al minimo gli impatti sulle matrici ambientali, con specifico riferimento alla tutela delle acque superficiali e sotterranee ed alla dispersione delle polveri, con eventuale e continua umidificazione della superficie del deposito del materiale.

All'interno delle singole aree il terreno viene stoccato in cumuli separati (o all'interno di appositi silos, nel caso di materiali con potenziale contenuto amiantifero), distinti per natura e provenienza del materiale, con altezza massima derivante dall'angolo di riposo del materiale in condizioni sature, tenendo conto degli spazi necessari per operare in sicurezza durante le attività di deposito e prelievo del materiale.

In linea generale poi si possono distinguere i materiali già caratterizzati sulla base della loro concentrazione chimica:

- deposito di terreni già caratterizzati, per i quali siano state riscontrate concentrazioni di inquinanti inferiori ai limiti di colonna A;
- deposito di terreni già caratterizzati, per i quali siano state riscontrate concentrazioni di inquinanti superiori ai limiti di colonna A, ma inferiori ai limiti di colonna B.

La preparazione e disposizione delle aree di deposito richiede in breve le seguenti lavorazioni:

- lo scotico dell'eventuale terreno vegetale, che verrà accantonato lungo il perimetro di ciascuna area;
- la regolarizzazione, compattazione ed impermeabilizzazione del fondo;
- la creazione di un fosso di guardia per allontanare le acque di pioggia;
- la posa, ove ritenuto necessario, di una recinzione di delimitazione.

Aree di caratterizzazione

Le aree di caratterizzazione prevedono la realizzazione di cumuli di materiale da scavo secondo quantità, volumetria e caratteristiche geometriche determinate o l'accumulo del materiale in appositi silos.

Nel primo caso, la caratterizzazione avverrà su cumuli a forma di tronco di piramide con altezza massima di circa 3 m, di dimensioni in pianta tali da contenere al massimo 5000 mc di terreno; i cumuli presenti all'interno dell'area saranno 3, opportunamente identificati secondo il seguente tipo di definizione e suddivisione: un cumulo di materiale appena scavato, un cumulo di materiale in attesa di caratterizzazione, da cui saranno effettuati i prelievi di campionamento, ed un altro caratterizzato in attesa di destinazione.

Nel secondo caso, la caratterizzazione avverrà sul materiale contenuto in un silos, di capacità pari a circa 1500 mc.

Nella fase costruttiva verranno messi in pratica alcuni accorgimenti, utili ad evitare potenziali contaminazioni:

- garanzia di funzionamento continuo del sistema di regimazione e convogliamento delle acque superficiali e dell'impianto di raccolta e gestione delle acque di dilavamento;
- dotazione di misure idonee a ridurre i disturbi ed i rischi causati dalla produzione di polveri e di materiali trasportati dal vento, con protezioni e delimitazioni perimetrali;

- adozione di misure identificative delle aree di deposito, con opportuna segnaletica utile ad evitare contatti con terre e rocce da scavo potenzialmente inquinate ed evitare possibili errori di direzionamento;
- dotazione di misure di protezione delle falde acquifere, con un sistema di impermeabilizzazione del fondo e di gestione e raccolta delle acque.

Aree di deposito per terreno vegetale

La rimozione dell'eventuale terreno vegetale riguarda le aree interessate dalla cantierizzazione che non ricadono in aree urbanizzate industriali (ivi comprese le piste, le aree di cantiere propriamente dette e le stesse aree di deposito).

Le aree di deposito del terreno vegetale saranno separate dalle aree di deposito di altre tipologie di terre, come sopra indicato.

Durata del deposito delle terre

Il deposito del materiale escavato avrà una durata compatibile con i tempi di validità del presente Piano, indicati al paragrafo 1.2.

Le durate dei depositi comprendono i tempi necessari per la realizzazione della sovrastruttura e di tutte le finiture, nonché il ripristino del terreno vegetale di copertura delle scarpate e del ripristino ambientale delle aree, attività che saranno necessariamente tra le ultime lavorazioni previste dal cronoprogramma di progetto.

Definito il tempo massimo di deposito, va evidenziato che il sistema che verrà impiegato per la maggior parte delle aree sarà di tipo "dinamico".

In altre parole in ciascuna area di deposito saranno normalmente collocate delle terre, derivanti da scavi e sterri, che verranno quindi reimpiegate, con tempistica diversa in funzione dell'avanzamento dei lavori, per la realizzazione di rinterri, sottofondi o rilevati o per il riempimento della colmata a mare.

Faranno generalmente eccezione a questa logica le aree che verranno impiegate per il deposito dell'eventuale terreno vegetale. Questo avrà origine dalle operazioni di scotico svolte nella prima fase di attività e verrà reimpiegato nell'ambito dei ripristini, delle riambientalizzazioni e del rivestimento delle scarpate. Tipicamente quindi l'eventuale terreno vegetale verrà stoccato fin dalla fase iniziale dei lavori e riutilizzato solo nella fase finale dei lavori.

4.2.7 Rimodellamenti e sistemazioni

Nell'ambito del progetto sono previsti rimodellamenti morfologici in corrispondenza degli imbocchi delle gallerie e l'adeguamento morfologico del cantiere industriale CI-06, nell'ambito di Genova Est, costituito dal riempimento di una depressione, dove verrà realizzata un'area a servizio della Società Autostrade.

4.3 INQUADRAMENTO URBANISTICO E VINCOLI

4.3.1 Pianificazione urbanistica

Il progetto di adeguamento del nodo di Genova ricade interamente all'interno del Comune di Genova.

Il Comune di Genova è dotato di Piano Urbanistico Comunale (PUC), approvato con DGR n. 44/2000. L'opera in progetto ricade all'interno della porzione territoriale oggetto della Variante 2009 al PUC, c. d. "Variantona", approvata con DCC n. 73/2010 e vigente in salvaguardia; pertanto a tale variante si fa riferimento nell'inquadramento urbanistico.

Inoltre, il Consiglio Comunale, con Delibera n. 92 del 7 Dicembre 2011, ha adottato il Progetto Preliminare di PUC. Ai sensi di quanto disposto dall'art. 42 della Legge Urbanistica Regionale 36/97 «a salvaguardia delle indicazioni contenute nel progetto

preliminare ed in quello definitivo del PUC è fatto obbligo di applicare, a far data dalla rispettiva adozione, le ordinarie misure previste dalla legge 3 novembre 1952, n. 1902 (misure di salvaguardia in pendenza dell'approvazione dei piani regolatori) e successive modificazioni fino all'entrata in vigore del piano stesso e, comunque, per un periodo non superiore a quattro anni dalla data di adozione del progetto preliminare». Pertanto, fino all'approvazione del nuovo PUC, occorre tenere conto di entrambi gli strumenti pianificatori, considerando, in caso di difformità, le prescrizioni più restrittive.

In considerazione del fatto che l'opera in progetto per la maggior parte si sviluppa in galleria, l'ambito spaziale di analisi è stato identificato nelle porzioni territoriali nelle quali detta opera corre in superficie.

Nel PUC il territorio comunale è suddiviso in zone territoriali omogenee e zone territoriali speciali (cfr. tabella seguente).

Tabella 4-8 PUC: articolazione in zone territoriali

<i>Zone territoriali omogenee di cui al Decreto del Ministero dei Lavori Pubblici 2/4/1968 o assimilabili</i>	Zona A	Tessuto storico
	Zona B	Tessuto urbano
	Zona D	Produttivo e ricettivo (ZONA R)
	Zona E	Tessuto agricolo
	Zona F	Servizi
<i>Zone territoriali speciali</i>	Zona H	Rete idrografica, corsi d'acqua e opere idrauliche principali
	Zona X	Infrastrutture
	Zona T	Impianti tecnologici
	Zona W	Aree di rispetto e di salvaguardia
	Zona Amb	Ambiti speciali di riqualificazione urbana e ambientale
	Zona Dst	Distretti di trasformazione in cui sono previste complesse modifiche di assetto territoriale

Le zone territoriali omogenee, per le diverse condizioni storiche e fisiche ed in ragione delle differenti finalità da perseguire, sono articolate in sottozone regolate in modo diversificato e sono concettualmente riconducibili ad ambiti di conservazione e riqualificazione. Le zone H e W sono concettualmente riconducibili a territori non insediabili.

Le zone e sottozone complessivamente interessate dal progetto, ad eccezione di quelle ricadenti all'interno dei distretti, sono quelle riportate nella seguente tabella.

Tabella 4-9 PUC: quadro di sintesi delle zone territoriali interessate

Categorie zone	Zona		Sottozona	
<i>Zone territoriali omogenee</i>	A	Tessuto storico	AS	Struttura urbana storica, comprendente centri e nuclei storici minori, tessuti edilizi e percorsi di valore storico, ville ed edifici antichi di valore architettonico
	B	Tessuto Urbano	BB-R	Residenziale di riqualificazione, caratterizzata dalla inadeguatezza dell'assetto infrastrutturale e dei servizi, nella quale l'incremento del carico insediativo esistente, mediante interventi di completamento del tessuto edificato, costituisce occasione per il miglioramento dell'assetto urbanistico e della qualità architettonica e paesaggistica ancorchè avente carattere puntuale.
	D	Produttivo	DD	Artigianale e industriale, caratterizzata dalla presenza di attività produttive in parte dismesse, compatibile con alcune funzioni urbane
			DT	Artigianale e industriale, discosta dall'abitato e caratterizzata da situazioni di degrado, non compatibile con le funzioni urbane e compatibile con alcune funzioni speciali
			DTc	Nella sottozona DT è indicato, con simbologia specifica l'ambito speciale DTc che indica l'ambito su cui è prevista la realizzazione di interventi di completamento sulla base della disciplina previgente.
			DM	Produttiva, destinata all'assistenza alla mobilità veicolare, non pienamente compatibile con le funzioni urbane
	E	Tessuto agricolo	EE	Agricola storicamente strutturata, prevalentemente omogenea, caratterizzata da insediamenti rurali, terreni agrari, fasce terrazzate e relativi percorsi
			EM	Mosaico di aree agricole e boschive, caratterizzate da insediamenti rurali sparsi, aree strutturate terrazzate e aree in via di rinaturalizzazione o naturali
			EB	Boscata, cespugliata o prativa non insediata, da far evolvere a copertura arborea stabile mediante gestione agro-forestale
	F	Servizi	FF	Servizi di quartiere di livello urbano o territoriale destinati a istruzione, interesse comune, verde, gioco e sport e attrezzature pubbliche di interesse generale

Categorie zone	Zona		Sottozona	
			FFc	Cimiteri Ambito speciale della sottozona FF “Servizi di quartiere di livello urbano o territoriale”
		FP FUa	Parcheggi pubblici a raso e in struttura Parchi urbani (FU) – ambito speciale soggetto a controllo ambientale	
Zone territoriali speciali	X	infrastrutture	XV	Viabilità principale
			XA	Autostrade
			XF	Ferrovie
	T	Impianti tecnologici	Aree occupate da impianti tecnologici esistenti o destinate alla realizzazione di nuovi impianti	
	W	Aree di rispetto e di salvaguardia	Porzioni eterogenee di territorio che non devono essere destinate all'edificazione, in ragione di specifiche caratteristiche geomorfologiche e della necessità di istituire zone filtro per funzioni scarsamente compatibili o di preservare spazi liberi strutturati	
			We	Ambiti di salvaguardia idrogeologica
H	Rete idrografica	Aree corrispondenti agli alvei dei corsi d'acqua principali		

Entrando nel merito del Progetto Preliminare PUC, occorre precisare che gli elaborati di Assetto urbanistico di livello 3 riportano il tracciato del Nodo stradale ed autostradale nella configurazione datane dal progetto definitivo presentato per l'istanza di pronuncia di compatibilità ambientale, indicandolo sotto la voce di legenda “autostrada di previsione”; pertanto, a fronte di tale sostanziale corrispondenza tra opera in progetto e previsioni del Progetto Preliminare PUC, ne consegue che le aree di imbocco delle gallerie (intese con riferimento alle aree occupate dai cantieri ed a quelle oggetto di rimodellamento) risultano l'unico elemento progettuale di interesse ai fini dell'analisi dei rapporti con il regime normativo.

Le tipologie di ambiti del Progetto Preliminare PUC adiacenti il tracciato di progetto o interessate dalle aree di imbocco delle gallerie sono riportate nella seguente tabella.

Tabella 4-10 PP PUC: quadro di sintesi degli ambiti interessati dalle aree di imbocco

Tipologie	Ambiti	Sigla
Ambiti del territorio extraurbano	Ambito di conservazione del territorio non insediato	AC – NI
	Ambito di riqualificazione del territorio di presidio ambientale	AR – PR
	Ambito di riqualificazione delle aree di produzione agricola	AR – PA
Ambiti del territorio urbano	Ambito di riqualificazione urbanistica produttivo - industriale	AR – PI
Servizi pubblici	Servizi territoriali e di quartiere di valore storico paesaggistico	
	Parchi urbani e regionali	

Stanti le specificità della tipologia di elemento progettuale oggetto di analisi (aree di imbocco), l'attenzione è stata centrata sulle norme concernenti gli interventi di

sistemazione degli spazi liberi, anche ai fini delle implicazioni che tale aspetto può rivestire nella progettazione degli interventi di sistemazione paesaggistica degli imbocchi.

Il canale di calma in cui verrà realizzata l'opera a mare, essendo un'area marina, non rientra nella pianificazione ordinaria ed è soggetto solo al regolamento operativo emesso dall'Autorità Portuale di Genova, come previsto dal Piano Regolatore Portuale, approvato con Deliberazione del Consiglio Regionale n. 35 del 31 luglio 2001.

La zona di progetto è situata all'interno dell'area territoriale di Cornigliano Aeroporto, ma l'area in cui è prevista l'opera a mare risulta esterna agli ambiti territoriali individuati e per essa non è previsto alcuno sviluppo specifico.

4.3.2 Vincoli

Sempre con riferimento alle parti in cui l'opera in progetto corre in superficie, nell'area di studio sono presenti le tipologie di vincolo riportate nella seguente tabella.

Tabella 4-11 Tipologie di beni paesaggistici e culturali presenti nell'area di studio

Categoria	Riferimento normativo	Tipologia vincolo
Beni paesaggistici	Lettere a) e b) dell'art. 136 del D.Lgs 42/2004	Bellezze "individue" o singole
	Lettere c) e d) dell'art. 136 del D.Lgs 42/2004	Bellezze "d'insieme"
	Lettera c) dell'art. 142 del D.Lgs 42/2004	Vincolo paesaggistico relativo a "fiumi, torrenti e corsi d'acqua"
	Lettera g) dell'art. 142 del D.Lgs 42/2004	Vincolo paesaggistico relativo a "territori coperti da foreste e da boschi"
	Lettera a) dell'art. 142 del D.Lgs 42/2004	Vincolo paesaggistico relativo a "territori costieri"
Beni culturali	Art. 10 del D.Lgs 42/2004	Immobile vincolato

Relativamente ai vincoli archeologici, come riportato negli elaborati MAM-I-AMBX-PAE-001 (Presenze archeologiche) e MAM-I-QAMB-PAE-005 (Carta delle presenze archeologiche: ambito di area vasta) dello Studio di Impatto Ambientale, non è presente alcuna area soggetta a detto vincolo all'interno dell'area di studio.

Nell'area di studio sono, inoltre, presenti alcune aree della Rete Natura 2000:

- Siti di Interesse Comunitario (SIC), individuati ai sensi della Direttiva 92/43/CEE;
- Zone di Protezione Speciale (ZPS), individuate ai sensi della Direttiva 79/409/CEE.

Tali aree, appartenenti alla regione biogeografica mediterranea in Italia, sono state designate ai sensi del DM 05/07/2007.

Negli ambiti definiti nel presente Piano non sono invece presenti aree naturali protette.

4.4 INQUADRAMENTO GEOLOGICO

4.4.1 Inquadramento geologico - strutturale generale

L'area in esame si inserisce in un settore di grande complessità strutturale, che tradizionalmente giustappone il dominio orogenico alpino a quello appenninico (cfr. elaborato GEO0001 del PD); in tale contesto, procedendo da ovest verso est, sono riconoscibili tre settori con caratteristiche geologiche e strutturali peculiari (cfr. figura seguente):

- il Gruppo di Voltri;
- la Zona Sestri Voltaggio;
- il Dominio dei Flysch Appenninici, costituito da differenti unità tettoniche e tettonometamorfiche impilate con vergenza europea (circa E-W allo stato attuale).

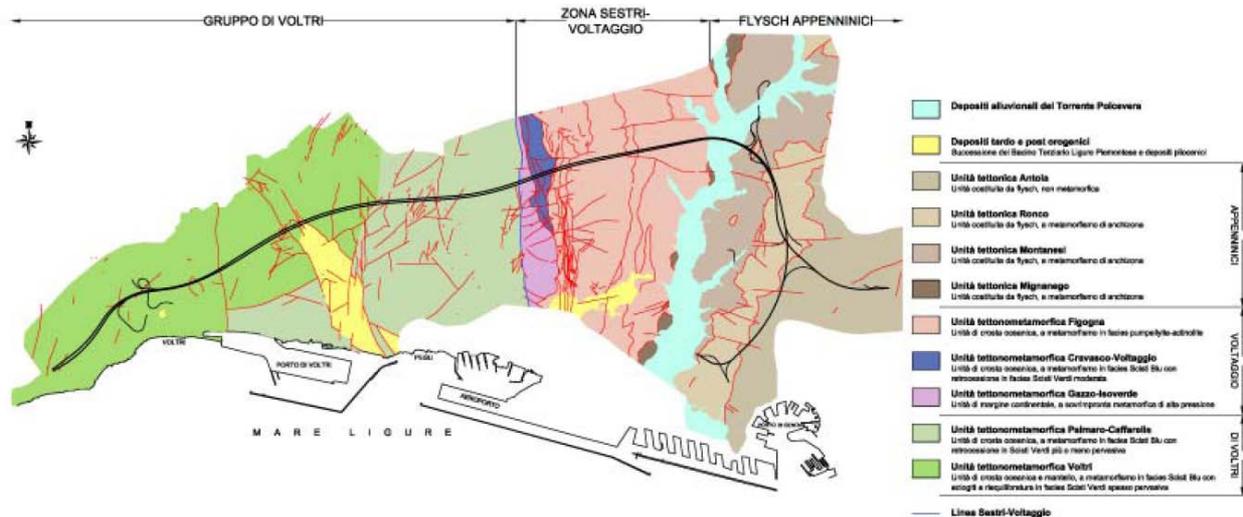


Figura 4-2 Inquadramento geologico

Sono inoltre presenti depositi tardo e post orogenici attribuibili al Bacino Terziario Ligure - Piemontese e depositi marini e continentali di differenti età che hanno in parte coperto le unità del substrato e colmato le paleovalle.

Il Gruppo di Voltri e la Zona Sestri - Voltaggio sono separati da un lineamento strutturale diretto N-S, noto in bibliografia come “Linea Sestri Voltaggio”, alla quale viene fatto corrispondere il limite fisico tra Alpi ed Appennini.

Gruppo di Voltri

Le successioni appartenenti a questo Gruppo sono riferibili al dominio piemontese - ligure ovvero ad un bacino oceanico, costituito da originarie rocce intrusive ed effusive e da sedimenti di vario tipo depositi sopra le lave basaltiche; in letteratura sono state distinte al suo interno numerose Unità Tettonometamorfiche riconducibili tradizionalmente a due insiemi principali:

- Unità costituite prevalentemente da rocce metagabbriiche e serpentinitiche (Unità Beigua, Unità Ponzema, Unità S. Luca Colma);
- Unità costituite da prevalenti calcescisti e prasiniti (metabasiti), ma anche da subordinate rocce di origine mantellica quali serpentiniti e peridotiti (Unità Alpicella, Unità Ortiglieto, Unità Palmaro-Caffarella, Unità Voltri-Rossiglione).

Il grado metamorfico ha raggiunto la facies scisti blu (fino ad eclogiti per l'unità Voltri) con successiva retrocessione a scisti verdi.

Zona Sestri - Voltaggio

Interessa la dorsale montuosa che costituisce la parte alta del versante in destra idrografica della Val Polcevera e comprende Unità Tettonometamorfiche (U.T.) estremamente differenti per litologia e livello di metamorfismo:

- U.T. del Monte Gazzo, costituita da dolomie e calcari triassici;

- U.T. Cravasco - Voltaggio, costituita da serpentiniti, metabasalti, calcari e scisti filladici;
- U.T. del M. Figogna, costituita da serpentiniti, metabasiti e argilloscisti, talora con livelli carbonatici e silicoclastici fini.

Il livello del metamorfismo è progressivamente decrescente passando dalle unità carbonatiche triassiche alle serie ofiolitiche delle ultime due unità tettonometamorfiche.

Dominio dei Flysch Appenninici

Interessa la valle del Torrente Polcevera e comprende una serie di Unità Tettoniche e Tettonometamorfiche assai omogenee dal punto di vista litologico, con un grado di metamorfismo progressivamente decrescente procedendo da W verso E; le unità in sinistra idrografica del Torrente Polcevera possono essere considerate non metamorfiche. Queste unità si presentano impilate con vergenza da E verso W, e occupano grossomodo fasce allungate in senso N-S lungo la Val Polcevera.

4.4.2 Assetto tettonico dell'area e stratigrafia

Le diverse unità tettoniche e tettonometamorfiche sono caratterizzate da un'evoluzione deformativa polifasica definita da almeno quattro eventi deformativi principali sovrapposti. Le tracce di questa storia evolutiva sono rinvenibili sia direttamente in affioramento, come nel caso delle pieghe di generazione diversa presenti nelle unità tettonometamorfiche, sia indirettamente, come ad esempio nel caso degli eventi deformativi D3 e D4, ipotizzati per le unità di flysch sulla base di considerazioni cartografico-strutturali (Capponi & Crispini, 2007).

Nelle unità tettonometamorfiche, le associazioni strutturali legate ai diversi eventi deformativi sono chiaramente riferibili a traiettorie seguite dai volumi rocciosi attraverso livelli crostali progressivamente più superficiali.

I terreni ascrivibili alle unità tettonometamorfiche Voltri e Palmaro Caffarella appartengono a successioni oceaniche metamorfiche, riconducibili ad un numero ridotto di termini litologici: calcescisti, quarzoscisti, metagabbri, metabasalti, prasiniti e serpentiniti.

Le serpentiniti sono considerate derivanti dal materiale peridotitico del mantello terrestre superiore, i metagabbri derivanti dalle sequenze intrusive gabbriche (strato 3 della crosta oceanica), i metabasalti dai basalti dello strato 2 oceanico, mentre i calcescisti e le quarziti sarebbero gli equivalenti metamorfici delle coperture sedimentarie della crosta oceanica (strato 1).

Sono distinguibili diversi litotipi, in base alla composizione mineralogica ed agli elementi tessiturali e strutturali; tali informazioni sono ritenute propedeutiche alla caratterizzazione geomeccanica degli ammassi.

È presente una certa eterogeneità nella percentuale affiorante rispetto a quella interessata da coperture detritiche ed a quella sub-affiorante: la porzione con la minor quantità di affioramenti si trova ad Ovest (zona dei calcescisti), mentre spostandosi verso Est e Nord la quantità e la qualità degli affioramenti (grado di esposizione) tende ad aumentare (serpentiniti e peridotiti lherzolitiche).

L'Unità Gazzo - Isoverde è costituita essenzialmente da un nucleo di dolomie di età norica (Dolomie del M. Gazzo), equivalenti alla Dolomia Principale del sud-alpino, al cui tetto sono conservati lembi di unità bacinali a sedimentazione mista carbonatica/silicoclastica (Serie Gallaneto - Lencisa e Meta - argilliti di Bessega).

La successione è strutturata secondo una culminazione antiforme con andamento N-S, con pieghe ad asse orientato NNE-SSW, ed è interessata da estesi sistemi di tettonica fragile legati alla trascorrenza della Linea Sestri - Voltaggio.

L'unità tettonometamorfica Cravasco-Voltaggio affiora in una porzione ridotta dell'area, poiché si chiude lateralmente procedendo verso S, restando compresa tra le unità tettonometamorfiche Figogna e Gazzo-Isoverde. Le linee strutturali che delimitano l'unità a tetto ed a letto si immergono verso ENE con una giacitura che delinea una struttura regionale del tipo a fiore, tipica di zone transpressive; in posizione intermedia tra le due si rileva il piano possibile di sovrascorrimento che porta a contatto gli Scisti Filladici di Larvego con le Serpentiniti di Case Bardane.

L'unità tettonometamorfica Figogna include le formazioni degli Argilloscisti di Murta, Argilloscisti di Costagiutta, Metacalcari di Erzelli, Metasedimenti silicei della Madonna della Guardia, Metabasalti del M. Figogna e Serpentiniti del Bric dei Corvi (zona di deformazione di Scarpino).

La massa dei metabasalti appare relativamente indisturbata, procedendo da Borzoli fino al M. Figogna, mentre nel settore occidentale essa è interessata da numerose faglie transpressive a direzione N-S e con vergenza W, che delincono dei duplex della sequenza serpentiniti-metabasalti.

Queste strutture determinano lo sviluppo di tessiture cataclastiche, soprattutto entro le serpentiniti, che all'interno della sequenza serpentinite/basalto sembrano agire da orizzonte plastico, assorbendo la maggior parte della deformazione. A ridosso del limite occidentale dell'unità si osservano nuovamente scaglie dei termini bacinali sedimentari pinzate tra le metabasiti e le unità Cravasco-Voltaggio e Gazzo.

Nel Foglio Genova della Carta Geologica d'Italia l'unità Figogna è stata interpretata come una serie ofiolitifera rovescia (fianco rovescio di una piega plurichilometrica coricata) successivamente ripiegata a formare una struttura regionale sinforme, in cui i contatti tra le singole unità sono ripresi dalle fasi deformative più recenti e costituiscono superfici di scollamento principali, fino ad arrivare a un thrusting vero e proprio all'interno dell'unità tettonometamorfica.

Nell'ambito dello studio propedeutico al Progetto Definitivo, è stata formulata un'ipotesi alternativa, che appare decisamente più coerente con le osservazioni di terreno.

Tutto il settore occidentale dell'unità Figogna ricade infatti all'interno del Dominio Timone-Scarpino, una potente fascia di deformazione tettonica, che arriva a comprendere le dolomie del Gazzo, ed è caratterizzata da due piani di deformazione cataclastica di estensione regionale, riferibili a un regime deformativo di tipo transpressivo (zona di deformazione di Timone, coincidente con le serpentiniti di Case Bardane, e zona di deformazione di Scarpino, coincidente con le serpentiniti del Bric dei Corvi).

Sulla base della ricostruzione in affioramento e in sezione dell'andamento regionale di queste zone di taglio, appare verosimile che la presunta struttura a piega rovesciata sia in realtà una zona a scaglie dove la sequenza dei litotipi è ripetuta per sovrascorrimento in un contesto regionale transpressivo, come del resto già messo in evidenza dalle note illustrative del CARG. Non sono state infatti riscontrate evidenze, nell'area rilevata, di strutture plicative a grande scala; è difficile escludere del tutto l'interpretazione per piega, in assenza di affioramenti chiaramente interpretabili, tuttavia l'ipotesi di una zona di taglio cataclastico con raddoppiamenti dovuti a scaglie tettoniche plurichilometriche, avvolte da fasce di deformazione, appare ugualmente plausibile in base alle geometrie osservate sul terreno e in sondaggio.

Questa seconda interpretazione è stata preferita anche perché decisamente più cautelativa a livello di previsioni delle condizioni geologiche e del rischio amianto esistenti a quota galleria.

L'unità tettonica Mignanego include la sola Formazione di Mignanego, che affiora in lembi discontinui in destra idrografica del Torrente Polcevera. Il limite superiore (con la Formazione di Montanesi) è eroso e in parte coperto dalle alluvioni di fondovalle; il limite inferiore, con gli argilloscisti di Murta, è localmente visibile e si presenta come un contatto tettonico distribuito su più superfici di frizione entro le argilliti.

L'unità tettonica Montanesi include la sola Formazione di Montanesi, affiorante in sinistra idrografica del Torrente Polcevera, a partire dal fondovalle fino al contatto tettonico con l'Unità Tettonica Ronco. Il limite superiore non è mai direttamente osservabile ma si assiste ad un progressivo incremento del grado di disturbo tettonico (scompaginazione degli strati e clastesi). Il limite inferiore, anch'esso tettonico, non è visibile poiché coperto dalle alluvioni di fondovalle.

L'unità tettonica Ronco include la sola Formazione di Ronco. Il litosoma, delimitato da contatti tettonici (thrust) a tetto ed a letto, ha geometria complessivamente tabulare con immersione verso E; secondo alcuni modelli (Ellero, 2000) costituirebbe il nucleo di una grande piega isoclinale laminata. Le giaciture, mediamente orientate verso E, paiono maggiormente disturbate in una fascia centrale tra la cresta e il fondovalle a partire da Fregoso verso S. Si evidenziano pieghe di ampiezza compresa tra decine e centinaia di metri, con assi orientati grossomodo NE-SW e orizzonti fortemente disturbati da pieghe metriche e decimetriche. Oltre alle pieghe ad ampio raggio, si osservano in vicinanza di faglie e del thrust dell'Unità Antola pieghe strizzate, generalmente con nucleo siltitico od argillitico.

L'unità tettonica Antola si trova al tetto dell'edificio a falde affiorante nell'area in esame ed è interpretata come espressione del bacino oceanico ligure - piemontese e della sua transizione al margine continentale della placca Adria. La corrispondenza di sequenza e di intervalli biostratigrafici documentati consente di correlare l'unità a quella del Flysch ad elmintoidi (Unità di M. Cassio), affiorante nell'Appennino settentrionale esterno, suggerendo che l'unità del M. Antola sia collocabile tra le successioni flyschoidi del bacino ligure esterno. Questa correlazione implica che per raggiungere l'attuale livello strutturale al tetto della catena nord-appenninica l'Unità di Antola deve aver subito una antica fase tettonica Europa - vergente.

Nell'area rilevata l'Unità di Antola è presente con una formazione del complesso basale (Argillite di Montoggio) e con i depositi torbiditici carbonatici intermedi che costituiscono la Formazione di Antola. Le giaciture sono mediamente vergenti verso i quadranti orientali, più ripide nel settore meridionale rilevato (30°-70°) e meno inclinate da Fregoso verso N (10°-30°).

4.5 INQUADRAMENTO GEOMORFOLOGICO

La caratterizzazione geomorfologica dell'area è stata affrontata sia tramite fotointerpretazione in stereoscopia, sia mediante verifiche in sito, al fine di discriminare e riconoscere l'insieme delle forme e dei fenomeni che possano avere interesse pratico nei confronti della realizzazione delle opere in progetto. Gli elementi derivati dalla fotointerpretazione risultano in buon accordo con quanto rilevato direttamente in sito, con

quanto segnalato sulle carte fornite dalle Amministrazioni (Comune e Provincia di Genova) e con le risultanze delle indagini geognostiche.

Studi precedenti (a corredo delle cartografie tematiche sia comunali che provinciali) sottolineano come le morfologie – sia legate alla gravità sia all'azione delle acque superficiali - risultino fortemente influenzate dall'orientazione degli elementi tettonici principali (direttrici ad andamento N-S, NW-SE e NE-SW). Probabilmente questi lineamenti, determinando la fratturazione ed il decadimento delle caratteristiche dell'ammasso roccioso, favoriscono lo sviluppo di coltri di detrito favorevoli all'instaurarsi di successivi fenomeni di dissesto ed influenzano l'andamento dei corsi d'acqua.

Le forme ed i processi geomorfologici riconosciuti sono riferiti alle seguenti categorie:

- Forme e depositi dovuti all'azione della gravità e processi di pendio;
- Forme e depositi dovuti allo scorrimento delle acque;
- Forme e depositi antropici.

La seguente tabella sintetizza le caratteristiche geomorfologiche in corrispondenza degli imbocchi delle gallerie che ricadono in aree ad elevata suscettività al dissesto.

Tabella 4-12 Imbocchi che ricadono in aree ad elevata suscettività al dissesto

Imbocchi gallerie	Suscettività al dissesto	Interferenza tra elementi di progetto ed elementi di dissesto
Borgonuovo, lato SV	Pg3a, Pg2, Pg1	Le opere di imbocco si inseriscono in un'area ad alta suscettività al dissesto. Tuttavia l'imbocco è posizionato esternamente alle aree classificate come frane quiescenti (presenti a valle del viadotto esistente).
Borgonuovo, lato GE, e Bric del Carmo, lato Nord	Pg3a, Pg2, Pg1	Le opere di imbocco si inseriscono in un'area ad alta suscettività al dissesto. Lateralmente all'imbocco sono presenti aree a franosità diffusa quiescente (in prossimità degli impluvi), non direttamente interferenti con le opere.
Voltri, lato SV	Pg3a, Pg2, Pg1	Le opere di imbocco interferiscono con un'ampia area interessata dalla presenza di una frana quiescente e una piccola frana attiva non cartografabile (lungo via Superiore dei Giovi). La frana quiescente si estende dal piede del versante sino a poco al di sopra dell'area di imbocco e quindi interferisce direttamente con le opere.
Voltri, lato GE, e Ciocia, lato Sud	Pg3a, Pg2, Pg1, (Pg3 interessata solo in modo marginale)	Le opere di imbocco interferiscono con il piede dell'area di frana attiva, anche se non perpendicolarmente ad essa. La frana si sviluppa nella parte di monte rispetto agli imbocchi, sino a poco al di sopra dell'area di piazzale e quindi è considerata interferente con le opere. Planimetricamente le opere sono interessate solo lateralmente, verso sud, dal corpo di frana.
Amandola, lato SV	Pg3a, Pg2, Pg1, (Pg3 interessata solo in modo marginale)	Le opere di imbocco interferiscono con un'ampia area interessata dalla presenza di detriti di versante (nei pressi dell'imbocco della canna Est), con alta suscettività al dissesto. Per la canna Ovest non sono evidenti dissesti attivi o quiescenti. A valle dell'imbocco è presente un'area di frana quiescente che non interferisce direttamente con le opere.

Amandola, lato GE	Cava (Pg3)	L'area è stata oggetto di attività estrattiva (cava) ed è caratterizzata da scarpate molto ripide, costituite per lo più da breccia depositata in modo disordinato, al di sopra dei piani di scavo in roccia esposti a seguito della coltivazione della cava stessa. Le presunte condizioni di instabilità segnalate (franosità diffusa) sono pertanto riferite alla presenza di questo materiale e non al dissesto di una copertura naturale.
Galleria Bric del Carmo, lato Sud	Pg3a, Pg2, Pg1	Le opere di imbocco interferiscono con un'area a franosità diffusa quiescente che interessa solo parzialmente l'imbocco. L'area di frana quiescente si estende nella parte nord del piazzale e coinvolge il versante fino a sotto il viadotto Cerusa esistente.
Delle Grazie, lato Sud	Pg2, Pg1, (Pg3 interessata solo in modo marginale, Pg4 al di sopra della galleria esistente)	Le opere di imbocco non intercettano direttamente dei dissesti, ma immediatamente a monte delle opere sono presenti: - una frana quiescente che non insiste direttamente sull'imbocco, ma che viene sottopassata dalla galleria a profondità limitata; - una frana attiva stabilizzata posta immediatamente sopra l'imbocco della galleria esistente lungo l'A10 e quindi laterale rispetto alla galleria in progetto. In corrispondenza dell'imbocco la suscettività al dissesto è media.
Ciocia, lato Nord	Pg3a, Pg2	Le opere di imbocco interferiscono con un'area con franosità diffusa quiescente. In generale tutto il versante interessato dagli scavi è classificato come ad alta suscettività al dissesto.
Bric du Vento, Polcevera e Baccan, lato MI	Pg2	Sono presenti frane attive e quiescenti in aree localizzate a monte e lateralmente alla posizione degli imbocchi, non interferenti direttamente con le opere; sul lato Nord c'è una sovrapposizione marginale con una piccola instabilità. Il sito in generale è caratterizzato da una suscettività al dissesto media.
Granarolo, lato GE e Moro 1, lato Sud	Pg3a, Pg2, Pg1	Nell'area in esame non sono stati rilevati dissesti evidenti.

4.6 INQUADRAMENTO IDROGEOLOGICO

Sulla base della ricostruzione geologica di progetto, sono stati individuati i settori di sub affioramento del substrato litologico dalle coperture (alluvionali o detritiche) potenti, queste ultime caratterizzate da differente permeabilità primaria per porosità. Relativamente ai litotipi del substrato, vengono distinte le seguenti unità (cfr. figura seguente):

- A - Unità sostanzialmente "omogenee", in cui la conducibilità idraulica dipende unicamente dal grado di fratturazione e dalla presenza e tipologia di materiali di intasamento, da frizione o alterazione delle pareti dei giunti. Fanno parte di questa categoria prevalentemente le unità metamorfiche costituite da metabasiti e ultramafiti, geneticamente connesse all'ambiente oceanico di mare profondo (Metagabbri, Serpentiniti, Lherzoliti).

- B - Unità caratterizzate da una sostanziale variabilità litologica al proprio interno, in cui sono posti a contatto materiali a differente comportamento reologico e differente grado di fratturazione e conducibilità idraulica, con conseguente presenza di limiti di permeabilità nell'ambito della medesima unità. Fanno parte di questa tipologia i complessi metasedimentari, prevalentemente in affioramento nel settore in destra del torrente Polcevera, e i litotipi flyschoidi in sinistra del Polcevera stesso.
- C - Unità con permeabilità mista per fratturazione e carsismo, condizione in cui ricadono unità costituite da litotipi carbonatici in cui è possibile sia lo sviluppo di grandi vuoti in ambiente carsico (Calcari di Erzelli, Dolomia di Monte Gazzo, Calcari della Serie di Gallareto-Lencisa), sia litotipi flyschoidi (Calcari del Monte Antola), caratterizzati da sviluppo dei fenomeni carsici più limitato e localizzato, ed in cui la permeabilità per fratturazione può comunque risultare sostanzialmente incrementata da fenomeni chimicodissolutivi.

Per una descrizione di maggior dettaglio si rimanda agli elaborati GEO0001 e IDR0301 del PD.

Tabella 4-13 Unità idrogeologiche

	Unità idrogeologiche	Unità geologiche		Grado di permeabilità (Classificazione da CIRIA 2000)					
				Molto alto-Alto 10^{-2} m/s	Medio 10^{-4} m/s	Basso 10^{-6} m/s	Molto basso 10^{-8} m/s	Impermeabile 10^{-10} m/s	
Permeabilità primaria per porosità	Unità dei depositi antropici (riporti, rilevati, argini, diacarie, etc)	Depositi di riporto	I						
	Unità a comportamento acquifero	ALr, ALs, Depositi di spiaggia estuari, depositi marini litorali	II						
	Unità a comportamento acquifero	Depositi di frana effiva, di frana inattiva, di paliosfana, di versante (DTV) ed eluvio-colluviali	III						
	Unità a comportamento acquicludo		IV						
Permeabilità secondaria per fratturazione	Unità a permeabilità variabile in relazione al grado di fratturazione	MBF, CVS, S, SPF, SPV, PTP, MG, RLO, SNV, L+P, MB, MHP, B	V						
	Unità a permeabilità variabile in relazione al grado di fratturazione e alle variazioni litologiche	ROG, LRV, CS, QPC, SAC, ORV	VI						
	Unità a conducibilità idraulica molto bassa/semipermeabile (*)	AGI, AGF, LRV, MGG, MTE, MG, MGB	VII						
Permeabilità mista per fratturazione e carsismo	Unità a permeabilità mista per fratturazione e carsismo	ERZ, FAN, MDG, SGL, GRG, VOL	VIII						

5 CARATTERIZZAZIONE AMBIENTALE DEI MATERIALI DA SCAVO IN FASE DI PROGETTAZIONE

5.1 CAMPAGNE DI INDAGINE

Al fine di ricostruire la tipologia e le caratteristiche dei materiali presenti nel sottosuolo, risultano di fondamentale importanza le indagini geognostiche (in sito ed in laboratorio).

A tal fine si è provveduto in prima fase a reperire tutti i dati disponibili (presso Enti, privati o indagini pregresse realizzate da Autostrade all'interno dell'area in esame nell'ambito della progettazione preliminare) e successivamente alla realizzazione di una apposita campagna di indagini mirata alla definizione degli aspetti di maggiore interesse ingegneristico ed ambientale (caratterizzazione litologica e meccanica delle diverse formazioni, caratteristiche idrogeologiche e geomeccaniche relative ai principali contesti tettonici, ricostruzione dell'assetto idrogeologico dell'area Polcevera, ecc.).

Nelle tavole APG0010_001÷009 (cfr. Allegato 6), è riportata l'ubicazione delle indagini che ricadono in ciascun ambito; la tavola APG0011, riportata in Allegato 7, mostra invece la corografia di tutte le indagini. Si precisa che, dal momento che la campagna di indagini relativa al Progetto Preliminare è stata effettuata con riferimento ad un tracciato solo parzialmente coincidente con l'attuale, alcuni sondaggi risultano limitrofi agli 8 ambiti individuati e sono pertanto localizzabili esclusivamente nell'elaborato APG0011.

Si precisa che la campagna di indagini ambientali effettuata (conclusa prima dell'entrata in vigore del nuovo Regolamento) è ritenuta idonea a caratterizzare adeguatamente i materiali presenti nel sottosuolo, anche tenuto conto di quanto disposto dal DM 161/2012, come meglio dettagliato al Paragrafo 5.5.

Si precisa, infine, che le aree di cantiere industriale ricadenti in ambiente urbanizzato (aree pavimentate) non sono state oggetto di indagine, dal momento che il materiale proveniente da tali aree sarà gestito direttamente come rifiuto.

5.1.1 Dati analitici pregressi rinvenuti nella letteratura scientifica

Molti studi in letteratura scientifica segnalano alcune peculiarità da un punto di vista chimico dell'area interessata dal tracciato. Si sottolinea che la zona del genovesato in esame si inserisce in un settore di grande complessità geologica e strutturale, caratterizzato oltremodo da una importante variabilità nel contenuto mineralogico e quindi chimico-elementale.

Divisi dalla valle del Torrente Polcevera, che definisce in qualche modo il confine tra il dominio orogenico alpino e quello appenninico, si ritrovano perciò 2 contesti:

- il Dominio dei Flysch Appenninici, collocato nella zona orientale del tracciato, in sinistra Polcevera, costituito da differenti unità tettoniche, principalmente da unità argillitiche e flyschoidi;
- la Zona Sestri Voltaggio ed il Gruppo di Voltri, con la presenza di unità costituite prevalentemente da rocce metagabbriiche e serpentinitiche, da dolomie e calcari triassici, e da zone con prevalenza di calcescisti, metabasiti, peridotiti, argilloscisti e scisti filladici.

Come detto, questa variabilità chimica è riconosciuta a livello tecnico e scientifico; sono stati, infatti, prodotti numerosi documenti, in cui sono descritte le caratteristiche mineralogiche estremamente differenti delle unità che costituiscono le 2 macro aree individuate.

Alcuni testi rilevano l'importante diversità chimica, sottolineando soprattutto come la zona occidentale, caratterizzata dalla presenza delle rocce ofiolitiche (denominate Pietre Verdi), mostri alcune criticità ambientali. Queste criticità sono ricondotte principalmente al

contenuto elevato in metalli pesanti, tipico del fondo naturale in presenza di rocce serpentinitiche (soprattutto di brecce e lherzoliti serpentinite), e del particolare contenuto mineralogico che determina la presenza di amianto. In tal senso la stessa normativa regionale, la DGR 859/2008, fa propria l'evidenza del contenuto anomalo naturale, definendo, sulla base di ciò, alcune indicazioni operative e tecniche.

Un'indicazione fondamentale è data dalla prospezione geochemica eseguita dall'Università di Genova (2002) con la raccolta e l'analisi di stream sediments prelevati sul territorio ligure, finalizzati alla definizione della cartografia geochemica regionale e nazionale.

Questo studio della composizione chimica del materiale sciolto risulta di fondamentale importanza, dal punto di vista pratico, perché permette di stabilire che "le concentrazioni rilevate nei sedimenti ricadenti in regioni geochemiche che "presentano livelli di fondo superiori a quelli stabiliti dalla normativa sono sostituite dalle concentrazioni del fondo naturale". I dati geochemici relativi ai sedimenti fluviali attivi (stream sediments), ipoteticamente rappresentativi del chimismo medio del territorio a monte del punto di prelievo, sono considerati dati primari o dati di base, in quanto non è possibile derivare questi da altri, con una attendibilità accettabile. I sedimenti fluviali rappresentano pertanto il materiale preferito nell'investigazione mineraria a scala di riconoscimento perché ben rappresentativi delle rocce affioranti nel bacino. Questo materiale è ritenuto infatti molto efficace per individuare anomalie di molti metalli pesanti.

Le carte di distribuzione dei contenuti elementari rilevati negli stream sediments riportate nell'Atlante degli acquiferi della Liguria, Volume III dell'Università di Genova (2002), o a scala minore in Geochemical Baselines of Italy (2003), evidenziano i contenuti anomali in alcuni metalli pesanti (soprattutto Cromo, Nichel, Cobalto e Vanadio) nelle aree caratterizzate dalla presenza di rocce ofiolitiche. Per maggiori dettagli si rimanda alla Relazione di caratterizzazione ambientale (cfr. elaborato APG0006 del PD).

Anche in alcuni documenti redatti da ARPAL (Modalità operative per l'individuazione dei Fondi Naturali sul territorio ligure, 2006; Valutazione del contenuto in amianto nelle rocce ofiolitiche liguri, 2009), viene esplicitamente indicato che i limiti del D.Lgs 152/06 e ss.mm.ii possono essere superati naturalmente nelle situazioni già descritte per i seguenti metalli: Co, Cr, Ni, V e Tl. Viene infatti confermato che questi elementi chimici si possono rinvenire in tenori importanti nei complessi metaofiolitici, nelle Unità cristalline continentali, nelle Unità sedimentarie a carattere ofiolitico e in misura minore nelle Successioni vulcano-sedimentarie.

Pertanto, le anomalie che sono state riscontrate in ambito scientifico e nell'ambito della progettazione definitiva (descritte nel seguito) probabilmente saranno riscontrate in fase di corso d'opera, mostrando un sostanziale superamento dei limiti di colonna A e probabili superamenti in colonna B soprattutto per ciò che riguarda i materiali scavati nelle litologie serpentinitiche.

5.1.2 Indagini campagna 2003

Si tratta di indagini realizzate nell'ambito del Progetto Preliminare, su un tracciato differente dall'attuale; constano di 22 sondaggi e 11.135 m di sismica a rifrazione (di cui 6.575 m con tomografia). Sui campioni prelevati sono state eseguite prove di laboratorio per definire le caratteristiche dei materiali.

La seguente tabella riporta la tipologia e la profondità dei sondaggi effettuati, nonché l'ambito di riferimento in cui ricade ciascun sondaggio.

Tabella 5-1 Sondaggi campagna 2003

Sondaggio	Tipologia	Profondità (m)	Ambito
S1	verticale	50.1	Genova Ovest
SA	verticale	25	Genova Ovest
SB	verticale	30.2	Torbella e Genova Est
S5	verticale	20	Torbella e Genova Est
SC	verticale	25	Bolzaneto
S9	verticale	65.2	Bolzaneto
SD	verticale	20.5	Bolzaneto
SEBIS	verticale	20	Bolzaneto
S11	verticale	20.1	Bolzaneto
SL2	verticale	27	Bolzaneto
SL3	verticale	39.8	Bolzaneto
SL4	verticale	25	Bolzaneto
SL5	verticale	35	Genova Ovest
1	verticale	42.5	Amandola
A	verticale	24.5	Amandola
D	verticale	34.5	Varenna
6	verticale	25	Genova Ovest
G	verticale	24.8	Genova Ovest
H	verticale	24.8	Genova Ovest
7	verticale	20	Genova Ovest
8	verticale	29	Genova Ovest
9	verticale	28	Genova Ovest

5.1.3 Indagini campagna 2004

Si tratta di indagini realizzate nell'ambito del Progetto Preliminare, su un tracciato differente dall'attuale; constano di 22 sondaggi (di cui 19 a carotaggio, 2 a distruzione e un pozzo di 200 mm di diametro) e 1380 m di sismica a rifrazione. Sui campioni prelevati sono state eseguite prove di laboratorio per definire le caratteristiche dei materiali.

La seguente tabella riporta la tipologia e la profondità dei sondaggi effettuati, nonché l'ambito di riferimento in cui ricade ciascun sondaggio.

Tabella 5-2 Sondaggi campagna 2004

Sondaggio	Tipologia	Profondità (m)	Ambito
SA1	verticale	105	Bolzaneto
SA2	verticale	59.8	Torbella e Genova Est
SA4	verticale	160.9	Genova Ovest
SB1	verticale	50.8	Genova Ovest
SB2	verticale	50.2	Genova Ovest
SB3	verticale	47	Genova Ovest
SG2	verticale	66.7	Amandola
SG5	verticale	100	Amandola
SG6	verticale	106.5	Amandola
SG8	verticale	95	Monterosso
SN1	verticale	75	Genova Ovest
SN2	verticale	40.5	Monterosso
SPL1	verticale	60	Monterosso
SPL2	verticale	50	Monterosso
SPL7	verticale	45	Bolzaneto
SPL8	verticale	45	Bolzaneto
SPL8bis	verticale	32	Bolzaneto
Pozzo	verticale	25	Bolzaneto
SPL8ter	verticale	45	Bolzaneto
SPL9	verticale	45	Bolzaneto
SPL11	verticale	135	Bolzaneto
SPL13	verticale	130	Bolzaneto

5.1.4 Indagini campagna 2006-2007

Nell'ambito del Progetto Preliminare, su un tracciato solo parzialmente coincidente con l'attuale, è stata eseguita una campagna geognostica che ha compreso le seguenti attività:

- 18 sondaggi (di cui 2 inclinati di 45°) a carotaggio continuo per un totale di 1490 m di perforazione;
- prove di laboratorio eseguite sui campioni prelevati dai sondaggi, per definire le caratteristiche meccaniche dei materiali;
- indagini geofisiche comprendenti 1000 m di sismica a rifrazione e 1300 m di elettrica, realizzate nella zona del Polcevera al fine di definire l'andamento del substrato;
- 75 rilievi geomeccanici associati a Point Load Strength Test;
- 29 analisi ambientali (al fine di determinare il "fondo naturale" dei vari litotipi presenti nell'area);
- prelievi finalizzati alla definizione del contenuto d'amianto naturale negli ammassi rocciosi.

L'obiettivo della geognostica non è stato quello di indagare sistematicamente l'asse di progetto, quanto piuttosto quello di inquadrare gli aspetti geologico – tecnici dai quali

potenzialmente dipende la possibilità di operare le principali scelte tecnico – ingegneristiche, in particolare:

- definire in modo corretto alcune strutture geologiche e tettoniche altrimenti non risolvibili (sia per quanto riguarda la posizione dei contatti, sia per le caratteristiche idrogeologiche);
- prelevare campioni per caratterizzare in laboratorio i litotipi attraversati;
- ricostruire la struttura geologica ed idrogeologica dell'area Polcevera.

La seguente tabella riporta la tipologia e la profondità dei sondaggi effettuati, nonché l'ambito di riferimento in cui ricade ciascun sondaggio.

Tabella 5-3 Sondaggi campagna 2006-2007

Sondaggio	Tipologia	Profondità (m)	Ambito
SP01	verticale	40	Genova Ovest
SP02	verticale	40	Genova Ovest
SP03	verticale	30	Genova Ovest
SP04	verticale	50	Genova Ovest
SP05	verticale	40	Genova Ovest
SP06	verticale	45	Genova Ovest
SA7-1	verticale	165	Torbella e Genova Est
SGGA1	verticale	15	Genova Ovest
SGG0	verticale	45	Genova Ovest
SGG1	verticale	65	Genova Ovest
SGG2	verticale	80	Genova Ovest
SGG3	verticale	240	Genova Ovest
SGG4	verticale	150	Monterosso
SGG5	Inclinato 45°	190	Varenna
SGG6	Inclinato 45°	150	Amandola
SGG7	verticale	40	Amandola
SGG9	verticale	70	Amandola
SGG10	verticale	55	Voltri e Vesima

Per quanto attiene alla caratterizzazione geomeccanica degli ammassi rocciosi, sono stati eseguiti n° 75 rilievi in sito, che hanno previsto anche l'esecuzione di prove di resistenza a carico puntuale (PLST) e cioè di una metodologia di prova speditiva, utile a stimare sperimentalmente la resistenza della matrice rocciosa.

Gli affioramenti rocciosi prescelti sono statisticamente rappresentativi delle condizioni geomeccaniche che interessano le opere di progetto e per ciascuno di essi sono state determinate:

- le orientazioni delle famiglie di discontinuità;
- le caratteristiche fondamentali di ciascuna famiglia (spaziatura, persistenza, apertura, alterazione, JCS, JRC) e la loro variabilità;
- le classi di appartenenza degli affioramenti rocciosi, con riferimento alle principali classificazioni geomeccaniche (RMR, GSI, Q);

- i parametri fondamentali d'ammasso riferiti al singolo affioramento attraverso le formule di correlazione di letteratura (m_b , s , σ_{cm} , E , c , Φ);
- la variabilità indotta nei parametri d'ammasso dalla variabilità naturale dei dati d'ingresso (simulazione statistica tipo Monte Carlo).

Al fine di determinare le caratteristiche chimiche dei materiali presenti nella zona interessata dal progetto, è stata eseguita una serie di analisi per determinare il "fondo naturale" caratteristico dei differenti litotipi.

Sono stati quindi analizzati i seguenti 29 campioni:

- 8 campioni lapidei prelevati dai sondaggi (SGG2, SGG3 e SGG5);
- 2 campioni di terreno prelevati nei sondaggi eseguiti nel Polcevera (SP01);
- 2 campioni di terreno prelevati nella zona dell'imbocco est della Galleria Borzoli (SGGA1);
- 17 campioni lapidei prelevati da affioramenti (punti da A1 a A17 – vedi tabella seguente).

Tabella 5-4 Prelievi da affioramenti campagna 2006-2007

Punto	Ambito
A1	Genova Ovest
A2	Genova Ovest
A3	Genova Ovest
A4	Genova Ovest
A5	Genova Ovest
A6	Genova Ovest
A7	Monterosso
A8	Monterosso
A9	Monterosso
A10	Monterosso
A11	Monterosso
A12	Voltri e Vesima
A13	Monterosso
A14	Varenna
A15	Amandola
A16	Amandola
A17	Amandola

5.1.5 Indagini campagna 2010-2011-2012

Nell'ambito del Progetto Definitivo è stata eseguita una campagna geognostica che ha compreso le seguenti attività:

- Sondaggi a carotaggio continuo e a distruzione
- Pozzi con piezometri di controllo per la realizzazione di prove di pompaggio a gradini e di lunga durata, volti a definire nel modo più preciso possibile le caratteristiche idrogeologiche
- Prove di laboratorio eseguite sui campioni prelevati dai sondaggi, per definire le caratteristiche meccaniche dei materiali

- Indagini geofisiche a rifrazione tomografica con acquisizione sia di Vp sia di Vs e prove Cross Hole in fori di sondaggio
- Rilievi geomeccanici associati a Point Load Strength Test
- Analisi ambientali su campioni prelevati dai sondaggi (al fine di determinare le caratteristiche dei vari litotipi presenti nell'area)
- Prelievi finalizzati alla definizione del contenuto d'amianto naturale negli ammassi rocciosi.

La campagna geognostica è stata finalizzata a:

- indagare le principali problematiche geologiche, strutturali ed idrogeologiche presenti lungo i tracciati interessati dal progetto;
- consentire la ricostruzione della geologia nel sottosuolo;
- eseguire prove in sito per definire le caratteristiche geotecniche, geomeccaniche ed idrogeologiche dei materiali del sottosuolo;
- prelevare campioni da sottoporre alle prove di laboratorio (geotecnico, geomeccanico e chimico-ambientale);
- installare strumentazione per misurare le variazioni dei livelli di falda nel tempo;
- definire il contenuto di amianto delle "pietre verdi";
- definire le caratteristiche sismiche dei materiali (Vs30) in accordo con Il D.M. del 14/01/08 "Nuove norme tecniche per le costruzioni".

Le macro-aree indagate sono tre:

- Est Polcevera, in cui ricadono gli ambiti Genova Ovest, Torbella e Genova Est e Bolzaneto (parte);
- Ovest Polcevera, in cui ricadono gli ambiti Bolzaneto (parte), Monterosso, Varenna, Amandola e Voltri e Vesima;
- Canale di calma, in cui ricade l'ambito Opera a mare.

Le seguenti tabelle riportano la tipologia e la profondità dei sondaggi effettuati nelle tre macro-aree, nonché l'ambito di riferimento in cui ricade ciascun sondaggio.

Per quanto riguarda il canale di calma, si precisa che sono stati eseguiti sia sondaggi a terra sul sedime dell'aeroporto, che indagini a mare effettuate da pontone.

Tabella 5-5 Sondaggi campagna 2010-2011-2012 - Zona Est Polcevera

Sondaggio	Profondità (m)	Tipologia	Inclinazione	Ambito
MB1	25	carotaggio continuo	verticale	Genova Ovest
MB4	105	carotaggio continuo	verticale	Genova Ovest
MB7	115	carotaggio continuo	verticale	Genova Ovest
MB8	215	carotaggio continuo	verticale	Genova Ovest
MB9	240	carotaggio continuo	verticale	Genova Ovest
MB11	210	carotaggio continuo	verticale	Genova Ovest,
MB15	25	carotaggio continuo	verticale	Torbella e Genova Est
MB16	30	carotaggio continuo	verticale	Torbella e Genova Est
MB16bis	30	distruzione di nucleo	verticale	Torbella e Genova Est
MB16ter	30	distruzione di nucleo	verticale	Torbella e Genova Est
MB17	25	carotaggio continuo	verticale	Torbella e Genova Est
MB20	150	carotaggio continuo	verticale	Torbella e Genova Est
MB23	135	carotaggio continuo	verticale	Torbella e Genova Est
MB24	100	carotaggio continuo	verticale	Torbella e Genova Est
MB26	135	carotaggio continuo	verticale	Bolzaneto
MB28	130	carotaggio continuo	verticale	Bolzaneto
MB29	115	carotaggio continuo	verticale	Bolzaneto
MB30	130	carotaggio continuo	verticale	Bolzaneto
MB31	90	carotaggio continuo	verticale	Bolzaneto
MB33	120	carotaggio continuo	verticale	Bolzaneto
RE1	300	100 m a distruzione e 200 a carotaggio	verticale	Torbella e Genova Est
RE02	25	carotaggio continuo	verticale	Torbella e Genova Est
RE04	30	carotaggio continuo	verticale	Torbella e Genova Est
RE6	65	carotaggio continuo	verticale	Genova Ovest
RE09	35	carotaggio continuo	verticale	Torbella e Genova Est
RE10	50	carotaggio continuo	orizzontale	Torbella e Genova Est
RE11	50	carotaggio continuo	orizzontale	Torbella e Genova Est
RE12	30	carotaggio continuo	verticale	Torbella e Genova Est
RE13	140	carotaggio continuo	verticale	Bolzaneto
RE15	35	carotaggio continuo	verticale	Bolzaneto
RE16	35	carotaggio continuo	verticale	Bolzaneto
RE17	35	carotaggio continuo	verticale	Bolzaneto
RE18	25	carotaggio continuo	verticale	Bolzaneto
RE19	25	carotaggio continuo	verticale	Bolzaneto
RE23	25	carotaggio continuo	verticale	Bolzaneto
MS1	140	carotaggio continuo	verticale	Torbella e Genova Est
MS3	260	carotaggio continuo	verticale	Torbella e Genova Est

Sondaggio	Profondità (m)	Tipologia	Inclinazione	Ambito
MS5	25	carotaggio continuo	verticale	Torbella e Genova Est
PO1	50	carotaggio continuo	verticale	Bolzaneto
PO2	50	carotaggio continuo	verticale	Bolzaneto
PO2bis	50	distruzione di nucleo	verticale	Bolzaneto
PO2ter	50	distruzione di nucleo	verticale	Bolzaneto
PO3	40	carotaggio continuo	verticale	Bolzaneto

Tabella 5-6 Sondaggi campagna 2010-2011-2012 - Zona Ovest Polcevera

Sondaggio	Profondità (m)	Tipologia	Inclinazione	Ambito
VB1	35	carotaggio continuo	verticale	Bolzaneto
VB1 bis	35	distruzione di nucleo	verticale	Bolzaneto
VB1ter	35	distruzione di nucleo	verticale	Bolzaneto
VB6	450	200 m a distruzione e 250 a carotaggio	verticale	Monterosso
VB7	280	carotaggio continuo	inclinato	Monterosso
VB7bis	350	carotaggio continuo	inclinato	Monterosso
VB8	205	carotaggio continuo	verticale	Monterosso
VB10	285	carotaggio continuo	verticale	Monterosso
VB11	195	carotaggio continuo	inclinato	Monterosso
VB12	235	carotaggio continuo	verticale	Monterosso
VB14	240	carotaggio continuo	orizzontale	Varenna
VB15	30	carotaggio continuo	verticale	Varenna
VB16	30	carotaggio continuo	verticale	Varenna
VV1	350	carotaggio continuo	orizzontale	Varenna
VV4	200	carotaggio continuo	inclinato	Amandola
VV5	180	carotaggio continuo	verticale	Amandola
VV7	70	carotaggio continuo	verticale	Amandola
VV8	90	carotaggio continuo	verticale	Amandola
VV9	115	carotaggio continuo	verticale	Voltri e Vesima
VV10	50	carotaggio continuo	verticale	Voltri e Vesima
VV10bis	50	distruzione di nucleo	verticale	Voltri e Vesima
VV10ter	50	distruzione di nucleo	verticale	Voltri e Vesima
VV11	50	carotaggio continuo	verticale	Voltri e Vesima
VV12	50	carotaggio continuo	verticale	Voltri e Vesima
VV16	35	carotaggio continuo	verticale	Voltri e Vesima
VV16bis	35	distruzione di nucleo	verticale	Voltri e Vesima
VV16ter	35	distruzione di nucleo	verticale	Voltri e Vesima

Sondaggio	Profondità (m)	Tipologia	Inclinazione	Ambito
VV17	35	carotaggio continuo	verticale	Voltri e Vesima
VV18	30	carotaggio continuo	verticale	Voltri e Vesima
VV19	70	carotaggio continuo	verticale	Voltri e Vesima
VV20	75	carotaggio continuo	verticale	Voltri e Vesima
VV24	25	carotaggio continuo	verticale	Voltri e Vesima
VV25	25	carotaggio continuo	verticale	Voltri e Vesima
VV26	25	carotaggio continuo	verticale	Voltri e Vesima
RO1	40	carotaggio continuo	verticale	Voltri e Vesima
R01bis	40	distruzione di nucleo	verticale	Voltri e Vesima
RO1ter	40	distruzione di nucleo	verticale	Voltri e Vesima
RO2	62	carotaggio continuo	verticale	Voltri e Vesima
RO3	95	carotaggio continuo	verticale	Voltri e Vesima
RO4	90	carotaggio continuo	verticale	Voltri e Vesima
VV3	-	prelievi con microcarotiere	orizzontale	Amandola
VV22	210	carotaggio continuo	verticale	Voltri e Vesima
Pozzo 1	200	distruzione di nucleo	verticale	Monterosso
Piezo 1	200	distruzione di nucleo	verticale	Monterosso
Piezo 2	200	distruzione di nucleo	verticale	Monterosso
Pozzo 2	255	100 m a distrruzione e 155 a carotaggio	verticale	Monterosso
Piezo 3	100	distruzione di nucleo	verticale	Monterosso
Piezo 4	100	distruzione di nucleo	verticale	Monterosso
VV27	150	carotaggio continuo	verticale	Voltri e Vesima
VV29	175	carotaggio continuo	verticale	Voltri e Vesima
VV30	200	carotaggio continuo	verticale	Voltri e Vesima

Tabella 5-7 Sondaggi campagna 2010 - Zona Canale di calma

Sondaggio	Profondità (m)	Tipologia	Inclinazione	Ambito
SJ1	48	carotaggio continuo	verticale	Opera a mare
SJ2	60	carotaggio continuo	verticale	Opera a mare
SJ3	49	carotaggio continuo	verticale	Opera a mare
SJ4	50	10 m a distruzione e 40 a carotaggio	verticale	Opera a mare
SJ5	33	carotaggio continuo	verticale	Opera a mare
SJ5bis	42	25 m a distruzione e 17 a carotaggio	verticale	Opera a mare
SJ6	60	carotaggio continuo	verticale	Opera a mare
SJ7	50	carotaggio continuo	verticale	Opera a mare
SJ8	30	carotaggio continuo	verticale	Opera a mare
SJ8bis	60	28 m a distruzione e 32 a carotaggio	verticale	Opera a mare
SJ9	50	carotaggio continuo	verticale	Opera a mare
SJ9bis	60	45 m a distruzione e 15 a carotaggio	verticale	Opera a mare

Nel corso dei sondaggi sono state eseguite prove SPT, prove dilatometriche e pressiometriche, prove Lefranc e Lugeon.

In alcuni dei sondaggi, posti in corrispondenza sia degli imbocchi che di importanti opere all'aperto (Viadotto Genova), sono state realizzate prove Cross Hole in foro per la definizione del Vs30.

Al fine di estendere le informazioni geomeccaniche derivate dai rilievi eseguiti nel 2006-2007 alla nuova area interessata dal progetto, sono stati effettuati ulteriori rilievi geomeccanici associati a Point Load Strength Test. Tali rilievi sono stati condotti con le stesse modalità della precedente campagna d'indagine e hanno interessato la zona non coperta dal precedente progetto preliminare.

Durante la campagna geognostica sono stati eseguiti prelievi di campioni ambientali a quota scavo. Altri campioni invece sono a carattere superficiale perché prelevati in corrispondenza delle rampe autostradali. Sono stati analizzati 44 campioni ambientali, così distribuiti in tipologia e ubicazione:

- nella parte occidentale del progetto:
 - 17 campioni lungo i tratti in galleria (VB1, VB6, VB7, VB7bis, VB8, VB10, VB11, VB12, VB14, VV5, VV16, VV22, VV27, VV29, VV30, R01, Pozzo 2);
- nella parte orientale del progetto:
 - 17 campioni lungo i tratti in galleria (MB1, MB4, MB7, MB8, MB9, MB11, MB20, MB23, MB24, MB26, MB28, MB29, MB30, MB31, MB33, MS1, MS3);
 - 1 campione in corrispondenza di una pila del viadotto sul Polcevera (P03);

- 9 campioni in corrispondenza delle rampe autostradali (RE02, RE04, RE09, RE11, RE15, RE16, RE18, RE19, RE23).

Nel canale di calma, al fine di meglio caratterizzare i materiali dal punto di vista geotecnico, sono state anche eseguite prove CPTU e prove con il dilatometro Marchetti. Inoltre, sono stati prelevati 28 campioni di terreno (4 per ciascuno dei sondaggi SJ1, SJ2, SJ3, SJ5, SJ6, SJ8 ed SJ9), per eseguire una serie di analisi e determinare le caratteristiche chimiche dei materiali presenti nella zona interessata dal progetto.

5.2 INDAGINI AMIANTO

Considerato il particolare contesto locale, è stato effettuato un approfondito studio geologico-ambientale inerente la presenza di amianto naturale nella zona ad ovest del Polcevera, tra Vesima e Bolzaneto.

Va precisato che dall'attività di indagine geognostica effettuata, descritta negli elaborati specialistici di progetto e sintetizzata nell'inquadramento del Paragrafo 4.4, si evince che le principali formazioni interessate nella parte orientale del Polcevera, Montoggio, Ronco e Antola, sono caratterizzate principalmente da arenarie, argille, calcari e marne, ovvero rocce di origine sedimentaria. Pertanto sia per attività di campo, sia per legittimità scientifica, sia per riferimenti bibliografici, si è esclusa la presenza naturale di fibre asbestifere ed il parametro amianto non è stato considerato nel set analitico sui campioni prelevati nella zona ad est del Polcevera.

Nel seguito si riporta una sintesi delle analisi effettuate nella zona ad Ovest del Polcevera e delle conclusioni a cui tale studio ha portato; per maggiori dettagli si rimanda all'elaborato GEO0179 del PD (e annessi allegati GEO0178÷0183).

Nello schema geologico-strutturale relativo al settore interessato dal progetto vengono individuati sette domini strutturali principali (cfr. figura seguente), che presentano caratteristiche distinte, in base alla loro strutturazione (geometria) interna, al grado di deformazione e ai litotipi che li costituiscono; essi possono essere ulteriormente suddivisi in zone dove la tettonizzazione è così intensa da costituire l'elemento maggiormente caratterizzante (zone di deformazione). I limiti dei domini strutturali talora corrispondono a macrostrutture individuali quali, ad es. faglie o zone di taglio note, oppure a zone attraverso le quali si realizzano significativi cambiamenti litologici e/o geometrici.

La sezione del tracciato di progetto (canna Est) è stata suddivisa in tratte omogenee relativamente all'assetto geologico-strutturale e al contenuto di amianto delle rocce (4 classi di rischio amianto: rischio alto, rischio medio, rischio basso e rischio nullo).

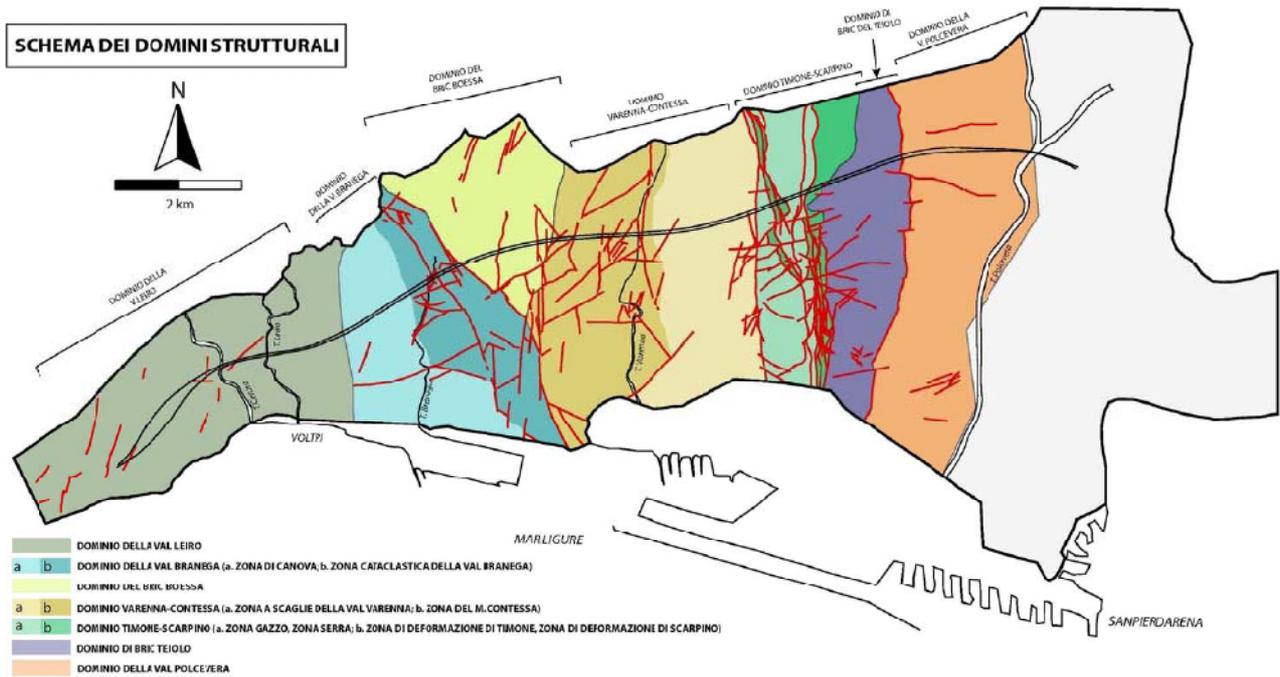


Figura 5-1 Schema geologico-strutturale dell'area di studio

I 7 domini strutturali sono i seguenti:

1. Dominio della Val Leiro;
2. Dominio della Val Branega (comprendente la zona di Canova e la zona cataclastica della Val Branega);
3. Dominio del Bric Boessa;
4. Dominio Varenna-Contessa (comprendente la Zona a scaglie Val Varenna e la Zona del M. Contessa);
5. Dominio Timone-Scarpino (comprendente le zone Gazzo e Serra e le zone di deformazione di Timone e di Scarpino);
6. Dominio di Bric Teiolo;
7. Dominio della Val Polcevera.

I domini strutturali raggruppano più tratte omogenee. Le tratte a rischio amianto omogeneo individuate lungo le principali gallerie (Borgonuovo, Amandola e Monterosso) sono riportate nel seguito, distinte per ambito di riferimento.

Ambito Voltri e Vesima (gallerie Borgonuovo)

- Tratta 1, corrispondente al Dominio della Val Leiro: la tratta è stata considerata come un dominio omogeneo in quanto caratterizzata sempre dalla stessa associazione di litotipi (calcescisti con intercalazioni di metabasiti, serpentiniti e SAC), che presentano caratteristiche mineralogiche e strutturali costanti. Le scaglie e/o livelli di serpentiniti affioranti nel settore Ovest di questa tratta forniscono valori molto inferiori al limite di un g/kg. Nella parte orientale, invece, i valori di concentrazione di minerali fibrosi, ricavabili da campioni raccolti in superficie, sono variabili, da molto inferiori alla soglia di 1000 mg/kg a molto superiori alla stessa (6000 mg /kg) per la zona di Vesima.

Ambito Amandola (gallerie Amandola)

- Tratta 2, corrispondente alla Zona Canova (Dominio della Val Branega): il Dominio della Val Branega è costituito prevalentemente da peridotiti serpentizzate e da serpentiniti, a basso rischio amianto. Il valore ottenuto per le serpentiniti è ben al di sotto della soglia di legge; per quanto riguarda le zone cataclastiche i valori crescono fino a 3000 mg/kg.
- Tratta 3, corrispondente alla “Zona Cataclastica della Val Branega” (Dominio della Val Branega): questa tratta è costituita da brecce di faglia e cataclasiti a spese di serpentiniti. Le analisi sul contenuto di minerali fibrosi in questo dominio, e in particolare nelle serpentiniti della fascia basale della “Zona Cataclastica della Val Branega”, hanno mostrato valori solo parzialmente superiori alla soglia di 1000 mg/kg. In particolare:
 - i campioni del sondaggio SGG7, costituiti da serpentiniti brecciate, forniscono quattro valori ben al di sotto della soglia di riferimento, mentre due di essi danno un valore quasi doppio rispetto alla stessa;
 - i nove dati analitici del sondaggio SGG6 riportano tre campioni leggermente al di sopra e sei campioni molto al di sotto della soglia;
 - il sondaggio VV4 riporta tre dati analitici molto diversi tra loro: il campione più superficiale (brecce di faglia) non segnala la presenza di fibre, quello intermedio (serpentiniti) riporta un valore basso e quello profondo (brecce di serpentiniti) un valore circa due volte la soglia di riferimento.

In questa tratta sono inoltre disponibili tre campioni di superficie (GE5a, GE6 e GE9) che danno contenuti in crisotilo estremamente bassi. I numerosi dati analitici disponibili per questa tratta indicano che la distribuzione dell'amianto è estremamente eterogenea, con valori prevalenti inferiori di un ordine di grandezza rispetto al limite di 1g/kg, e con alcuni picchi distribuiti in modo irregolare che al massimo superano di tre volte il limite.

- Tratta 4, corrispondente al Dominio del Bric Boessa: il litotipo prevalente in questa tratta è rappresentato da lherzoliti da parzialmente a totalmente serpentizzate (Lherzoliti del Monte Tobbio). I valori dei tre campioni analizzati sono omogenei e tutti di poco inferiori al limite di 1 g/kg.

Ambito Varenna

- Tratta 5, corrispondente alla Zona a Scaglie della Val Varenna (Dominio Varenna-Contessa): in questa tratta le ripetizioni per piegamento e scagliamento dei litotipi sono molto frequenti. Al limite orientale di questa tratta omogenea è presente una fascia cataclastica di potenza decametrica a direzione meridiana, quindi subparallela alla direzione delle strutture regionali. I campioni di superficie raccolti in questa zona, B17C01B e AG21C01B (serpentiniti brecciate), riportano valori superiori a dieci volte la soglia di legge. I dati analitici disponibili derivano dai seguenti sondaggi:
 - il sondaggio SGG5, effettuato nell'ambito del Progetto Preliminare, indica contenuti inferiori o molto inferiori alla soglia di legge, salvo una zona compresa tra le quote di -110 m circa e -140 m dove, al di sotto di una fascia di calcescisti, è presente una zona di serpentiniti brecciate e cataclastiche che mostra contenuti in fibre molto elevati, anche maggiori di 50.000 mg/kg;
 - i campioni di superficie GE13A e GE13C riportano contenuti in fibre variabili da 200 mg/kg fino a oltre 1700 mg/kg;
 - il sondaggio suborizzontale VV1, effettuato nell'ambito del Progetto Definitivo, campionato in metagabbri contenenti tremolite aciculare e nella fascia di serpentiniti cataclastiche, mostra valori al di sotto della soglia per i

metagabbri (da 0 a 650 mg/kg), mentre la fascia di serpentiniti cataclastiche presenta valori molto alti (> 10000 mg/kg).

Ambito Monterosso (gallerie Monterosso)

- Tratta 6, corrispondente alla “zona del Monte Contessa” del Dominio Varenna-Contessa: in questa tratta sono stati analizzati i seguenti campioni:
 - 5 campioni di superficie prelevati nell’ambito del Progetto Preliminare (GE13c, GE16a, GE17b, GE18c e GE19b);
 - 10 campioni dal sondaggio SGG4, tra le quote -50 e -140 m;
 - 3 campioni di superficie (AG55C01AG, AG54C01AG e B49C01B); i campioni AG55C01AG e AG54C01AG rappresentano il contatto tra le serpentiniti e la scaglia di calcescisti e mostrano valori decisamente al di sopra della soglia consentita, mentre il campione B49C01B rappresenta il contenuto in fibre della serpentinite al contatto con la dolomia, che è di circa 30000 mg/kg;
 - 2 campioni dal sondaggio VB11 su serpentiniti con valori di circa 300 mg/kg;
- Tratta 7, corrispondente alla “Zona del Gazzo”: questa tratta è costituita prevalentemente da dolomie e calcari della zona Gazzo, che sono privi di minerali fibrosi.
- Tratta 8, corrispondente alla “Zona di deformazione di Timone”: la tratta 8 si sviluppa nella Unità Cravasco-Voltaggio ed è costituita da serpentiniti intensamente fratturate. Il contatto tra i due litotipi è rappresentato da una fascia nella quale essi sono ripetuti tettonicamente. Nella tratta 8 sono stati prelevati 6 campioni di superficie (GE20b, GE20c, GE21a, GE21b, B51C01B e B52C01B) all’interno delle serpentiniti; 4 campioni hanno dato valori superiori a 1000 mg/kg (tra 1000 e 5700 mg/kg).
- Tratta 9, corrispondente alla “Zona di Serra”: è costituita da argilloscisti e scisti carbonatici. La tratta 9 presenta rischio amianto nullo, in quanto costituita da litotipi che non contengono minerali fibrosi.
- Tratta 10, corrispondente alla “Zona di deformazione di Scarpino”: è costituita serpentiniti intensamente fratturate o cataclastiche. Nella tratta sono stati prelevati:
 - 1 campione di superficie prelevato nell’ambito del Progetto Preliminare (GE24b).
 - 4 campioni di superficie (B13C02B, AG49C01AG, AG56C01AG e AG02C01B).

Analogamente alla tratta 8 il contenuto di amianto è assai variabile, con picchi di concentrazione elevati (maggiori di 10000 mg/kg) in corrispondenza di zone a intensa cataclasi e a blocchi di oficalcite. Questa fascia costituisce quindi una zona di potenza ettometrica ad elevato rischio amianto.

- Tratta 11, corrispondente al Dominio di Bric Teiolo (11a) e al Dominio della Val Polcevera (11b): la tratta 11 comprende la parte orientale dell’unità tettonometamorfica di Figogna, corrispondente alle metabasalti del Dominio del Bric Teiolo (tratta 11a), e metasedimenti del Dominio della Val Polcevera (tratta 11b), comprendenti, da ovest ad est, calcari, alternanze di calcari, argilloscisti e metapeliti e argilloscisti filladici. Entrambe le tratte 11a e 11b sono costituite da litotipi che non contengono minerali fibrosi e di conseguenza sono a rischio amianto nullo.

Per quel che riguarda il rischio amianto relativo alle rampe del nodo di Voltri (Ambito Voltri e Vesima), analogamente alla Tratta 1, questa zona è molto eterogenea (calcescisti con intercalazioni di metabasiti, serpentiniti e SAC). L’intero settore del nodo di Voltri è da considerare come un dominio omogeneo in quanto caratterizzato sempre dalla stessa associazione di litotipi, che presentano caratteristiche mineralogiche e strutturali costanti. I

valori di concentrazione di minerali fibrosi, ricavabili da campioni raccolti in superficie sono variabili, da molto inferiori alla soglia di 1000 mg/kg a molto superiori alla stessa (6000 mg/kg).

Si ricorda, comunque, che la determinazione del contenuto in amianto di una roccia è necessariamente una determinazione puntuale o comunque riferita ad un volume di roccia molto limitato rispetto alle dimensioni dei corpi geologici attraversati dal tracciato autostradale. Ne deriva che una valutazione previsionale del “rischio amianto” è funzione del grado di conoscenza della distribuzione dei minerali fibrosi, all’interno di un corpo roccioso ritenuto sufficientemente omogeneo.

Pertanto, nella stima dei volumi di rocce potenzialmente amiantifere è stato applicato un fattore di correzione, per tenere conto del fatto che in ogni tratta l’amianto è distribuito nella roccia in maniera eterogenea. In altre parole, dagli studi svolti emerge chiaramente che per ciascuna tratta a rischio amianto “medio” o “elevato” non tutto il volume roccioso può essere considerato omogeneo, visto che i dati analitici dei campioni esaminati indicano che solo una parte di essi contiene valori di amianto superiori alla soglia di 1000 mg/kg.

Per quanto riguarda i volumi classificabili in corso d’opera con il “codice rosso” (cfr. elaborato APG0004 del PD), cioè tenendo conto sia dei parametri geotecnici scadenti che dell’elevato contenuto in amianto, essi si riferiscono essenzialmente alle due zone di deformazione cataclastica di Timone e Scarpino.

Infine, in merito all’individuazione della pericolosità dei materiali scavati - benchè gli elaborati progettuali GEO0179÷183 forniscano un’utile indicazione preventiva sull’attraversamento di porzioni rocciose con diverso tenore di contenuto di fibre amiantifere – si precisa che non è possibile classificare gli scavi soltanto in base a questa valutazione geologica, in quanto la destinazione finale del materiale stesso dipende dalla combinazione delle determinazioni analitiche sui tenori di amianto e sui metalli pesanti. Pertanto, i terreni con potenziale contenuto di amianto dovranno essere caratterizzati in corso d’opera, procedendo come segue:

- per le gallerie scavate con TBM, lo smarino progressivamente prodotto verrà trasportato via nastro al cantiere di Bolzaneto, dove verrà temporaneamente depositato in una serie di silos, per poi essere caratterizzato;
- per le gallerie scavate con metodi tradizionali e per gli scavi all’aperto, il materiale dovrà essere caratterizzato preventivamente o in avanzamento, prima di poter essere movimentato; lo smarino progressivamente prodotto verrà successivamente trasportato con speciali autocarri al cantiere di Bolzaneto, dove verrà frantumato e temporaneamente depositato nei silos, per poi essere eventualmente ricaratterizzato (per scrupolo e conferma della procedura di gestione prevista).

5.3 INDAGINI AMBIENTALI PER AMBITI

Le indagini ambientali nel sito sono state effettuate secondo le prescrizioni della normativa (D.Lgs. 152/06, Parte Quarta, Titolo V, Allegato 2) con metodi di scavo a secco, in modo idoneo a prelevare campioni incontaminati ed evitando l’immissione nel sottosuolo di composti estranei, adottando particolari accorgimenti durante ogni manovra (uso di rivestimenti, scarpe non verniciate, eliminazione di gocciolamenti, pulizia dei contenitori, pulizia di tutti le parti delle attrezzature tra un campione e l’altro).

L'ubicazione dei punti di campionamento, la profondità di scavo e, soprattutto, la profondità dei campioni di terreno prelevati è stata definita in base al volume di terreno da movimentare in funzione del progetto stradale.

L'ubicazione planimetrica delle indagini eseguite è riportata nelle tavole APG0010_001÷009 allegate al presente Piano.

La seguente tabella riporta i punti di indagine, con le relative profondità di campionamento e la campagna di indagine di riferimento, nonché l'ambito di riferimento in cui ricade ciascun punto e l'opera prevista.

Tabella 5-8 Indagini ambientali – campagne 2006-2007 e 2010-2011-2012

Punto	Profondità (m dal pc)	Campagna	Opera prevista
<i>Ambito Genova Ovest</i>			
SP01	CA1: 0.3; CA2: 23	2006-07	Slurrydotto
SGGA1	CA1: 2.0-2.4; CA2: 5.0-5.4	2006-07	Campo base CB.01
SGG2	CA1: 50-55; CA2: 75-80	2006-07	-
SGG3	CA1: 205-210; CA2: 220-225	2006-07	-
A1	Affioramenti	2006-07	-
A2	Affioramenti	2006-07	-
A3	Affioramenti	2006-07	-
A4	Affioramenti	2006-07	-
A5	Affioramenti	2006-07	Campo base CB.01
A6	Affioramenti	2006-07	-
MB1	CA1: 0.60-0.80	2010-11-12	Gallerie Moro 1 e Moro 2
MB4	CA1: 91.4-91.7	2010-11-12	Galleria Granarolo
MB7	CA1: 102.35-102.65	2010-11-12	Galleria Granarolo
MB8	CA1: 198-198.45	2010-11-12	Galleria Granarolo
MB9	CA1: 227-227.3	2010-11-12	Galleria Granarolo
MB11	CA1: 194.45-194.75	2010-11-12	Galleria Granarolo
<i>Ambito Torbella e Genova Est</i>			
MB20	CA1: 137.00	2010-11-12	Galleria Forte Diamante
MB23	CA1: 121.35-121.70	2010-11-12	Galleria Torbella Ovest
MB24	CA1: 87.30	2010-11-12	Galleria Bric du Vento
RE02	CA1: 0.00-1.00	2010-11-12	Galleria Forte Diamante
RE04	CA1: 0.00-0.90	2010-11-12	Galleria Torbella Ovest
RE09	CA1: 0.00-1.00	2010-11-12	Viadotto Rovena
RE11	CA1: 0.00-0.50	2010-11-12	Galleria Campursone
MS1	CA1: 126-127	2010-11-12	Galleria Monte Sperone
MS3	CA1: 246.00-246.60; CA2: 246.60-247.00	2010-11-12	Galleria Monte Sperone
<i>Ambito Bolzaneto</i>			
MB26	CA1: 123.00	2010-11-12	Galleria Forte Diamante
MB28	CA1: 113.0-113.34	2010-11-12	Galleria Forte Diamante
MB29	CA1: 102.00	2010-11-12	Gallerie Bric du Vento e San Rocco
MB30	CA1: 116.00	2010-11-12	Galleria Forte Diamante

NODO STRADALE E AUTOSTRADALE DI GENOVA

Punto	Profondità (m dal pc)	Campagna	Opera prevista
MB31	CA1: 75.0-75.3	2010-11-12	Galleria Baccan
MB33	CA1: 104.00	2010-11-12	Galleria Bric du Vento
RE15	CA1: 0.00-1.00	2010-11-12	Viadotto Orpea
RE16	CA1: 0.00-1.00	2010-11-12	Viadotto Orpea
RE18	CA1: 0.00-1.00	2010-11-12	Galleria Morego
RE19	CA1: 0.00-0.90	2010-11-12	Galleria Morego
RE23	CA1: 0.00-1.00	2010-11-12	Viadotto Mercantile
PO3	CA1: 0.00-1.00; CA2: 2.00-3.00; CA3: 4.00-5.00; CA4: 7.00-8.00	2010-11-12	Viadotto Genova
VB1	CA1: 13.0-13.3	2010-11-12	Gallerie Monterosso
<i>Ambito Monterosso</i>			
A7	Affioramenti	2006-07	-
A8	Affioramenti	2006-07	Galleria Monterosso
A9	Affioramenti	2006-07	-
A10	Affioramenti	2006-07	-
A11	Affioramenti	2006-07	-
A13	Affioramenti	2006-07	-
VB6	CA1: 433-433.20	2010-11-12	Gallerie Monterosso
VB7	CA1: 258.0-258.3	2010-11-12	Gallerie Monterosso
VB7bis	CA1: 345-345.30	2010-11-12	Gallerie Monterosso
VB8	CA1: 190.0-190.3	2010-11-12	Gallerie Monterosso
VB10	CA1: 269-269.30	2010-11-12	Gallerie Monterosso
VB11	CA1: 185	2010-11-12	Gallerie Monterosso
VB12	CA1: 224	2010-11-12	Gallerie Monterosso
Pozzo 2	CA1: 215-215.25	2010-11-12	Gallerie Monterosso
<i>Ambito Varenna</i>			
SGG5	CA1: 15-20; CA2: 36-40; CA3: 130-135; CA4: 145-150	2006-07	Viadotti Varenna, Gallerie Amandola
A14	Affioramenti	2006-07	Viadotti Varenna
VB14	CA1: 52.2-52.5	2010-11-12	Gallerie Amandola
<i>Ambito Amandola</i>			
A15	Affioramenti	2006-07	Gallerie Amandola
A16	Affioramenti	2006-07	Gallerie Amandola
A17	Affioramenti	2006-07	Gallerie Amandola
VV5	CA1: 152-152.3	2010-11-12	Gallerie Amandola
<i>Ambito Voltri e Vesima</i>			
A12	Affioramenti	2006-07	Gallerie Borgonuovo
VV16	CA1: 25.0-25.2	2010-11-12	Gallerie Voltri
RO1	CA1: 30.0-30.2	2010-11-12	Galleria Delle Grazie
VV22	CA1: 210	2010-11-12	Gallerie Borgonuovo
VV27	CA1: 125.5-125.65	2010-11-12	Gallerie Borgonuovo
VV29	CA1: 149.70-149.90	2010-11-12	Gallerie Borgonuovo
VV30	CA1: 181.00-181.30	2010-11-12	Gallerie Borgonuovo
<i>Ambito Opera a mare</i>			
SJ1	CA1: 0.50-1.00; CA2: 2.70-3.00; CA3: 6.00-6.30; CA4: 8.40-8.80	2010-11-12	Opera a mare

Punto	Profondità (m dal pc)	Campagna	Opera prevista
SJ2	CA1: 0.50-1.50; CA2: 2.80-3.00; CA3: 4.50-4.85; CA4: 8.00-8.20	2010-11-12	Opera a mare
SJ3	CA1: 1.00-1.40; CA2: 2.80-3.00; CA3: 5.00-5.30; CA4: 8.00-8.30	2010-11-12	Opera a mare
SJ5	CA1: 0.50-1.00; CA2: 2.50-2.90; CA3: 5.00-5.20; CA4: 8.00-8.40	2010-11-12	Opera a mare
SJ6	CA1: 0.50-1.00; CA2: 2.70-3.00; CA3: 5.40-5.60; CA4: 8.40-8.60	2010-11-12	Opera a mare
SJ8	CA1: 0.50-1.00; CA2: 3.60-4.00; CA3: 5.00-5.40; CA4: 7.00-7.20	2010-11-12	Opera a mare
SJ9	CA1: 0.70-1.00; CA2: 2.70-3.00; CA3: 5.50-5.80; CA4: 8.50-8.80	2010-11-12	Opera a mare

5.3.1 Risultati

Per quanto riguarda l'analisi dei risultati della caratterizzazione ambientale ed il confronto con i limiti di contaminazione previsti dalla normativa va evidenziato che, poiché l'opera in progetto è una infrastruttura viaria, essa determina un uso del territorio assimilabile a quello che la normativa (D.Lgs. 152/2006 e ss.mm.ii., Allegato 5 alla parte IV) indica come uso commerciale o industriale. Di conseguenza come limiti di contaminazione di riferimento per le varie sostanze inquinanti possono essere assunti quelli della colonna B della Tabella 1 dell'Allegato 5 della Parte IV al Titolo V del D. Lgs. 152/2006 e ss.mm.ii. Per completezza di trattazione, in virtù di un ciclo di gestione delle terre che prevede il riutilizzo delle medesime anche al di fuori di pertinenze autostradali, nello studio si sono valutati come riferimento anche i limiti della colonna A della Tabella 1 dell'Allegato 5 della Parte IV al Titolo V del D. Lgs 152/2006, che si riferiscono ad aree residenziali o a verde pubblico o privato.

Dall'analisi dei dati, si evince (come già segnalato) che alcuni litotipi, nella zona Ovest Polcevera, possono presentare tenori nelle concentrazioni di alcuni metalli pesanti (cobalto e nichel soprattutto, ma anche cromo e rame), tipici del proprio fondo naturale, superiori rispetto ai limiti definiti dalla normativa. Ciò è riscontrabile per le caratteristiche proprie delle rocce ultrafemiche variamente serpentizzate, dove più facilmente si possono ritrovare valori elementari decisamente importanti. Si conferma una differenza nei contenuti chimici tra i domini geologici interessati dal progetto (gruppo di Voltri e Flysch Appenninici).

Tuttavia anche nella parte orientale del tracciato, i campioni prelevati a quota scavo lungo i tratti di galleria compresi tra Genova Ovest, Genova Est e Bolzaneto segnalano la presenza di alcuni metalli pesanti (Cobalto, Vanadio e Arsenico) con tenori talvolta superiori ai limiti di colonna A, ma decisamente inferiori ai limiti imposti per l'uso industriale, colonna B, che denotano comunque anche in questo caso un fondo naturale tipico delle litologie di origine sedimentarie. I prelievi più superficiali, eseguiti in corrispondenza delle rampe autostradali previste a progetto, evidenziano concentrazioni in elementi (piombo e nichel) e composti chimici (idrocarburi) caratteristici dell'inquinamento da traffico stradale. Tuttavia è da segnalare che le concentrazioni rilevate sono comunque ampiamente al di sotto dei limiti indicati dalla colonna B.

Nella seguente tabella si riportano i superi di colonna A e colonna B registrati nei campioni prelevati nei diversi ambiti.

Tabella 5-9 Indagini ambientali – superi registrati

Punto	Campione Profondità (m dal p.c.)	Supero colonna A	Supero colonna B
<i>Ambito Genova Ovest</i>			
SP01	CA1: 0.3	Nichel, Stagno	
SP01	CA2: 23	Stagno	
SGGA1	CA1: 2.0-2.4	Idrocarburi pesanti C>12	
SGG2	CA1: 50-55	Stagno	
SGG2	CA2: 75-80	Stagno	
SGG3	CA1: 205-210	Cobalto, Cromo totale, Nichel, Stagno	
SGG3	CA2: 220-225	Cobalto, Selenio, Stagno	
A1	Affioramenti	Stagno	
A2	Affioramenti	Stagno	
A3	Affioramenti	Stagno	
A4	Affioramenti	Stagno	
A5	Affioramenti	Selenio, Stagno	
A6	Affioramenti	Selenio, Stagno	
MB1	CA1: 0.60-0.80	Stagno	
MB4	CA1: 91.4-91.7	Stagno	
MB7	CA1: 102.35-102.65	Cobalto	
MB8	CA1: 198-198.45	Cobalto	
MB9	CA1: 227-227.3	Cobalto, Arsenico	
<i>Ambito Torbella e Genova Est</i>			
RE02	CA1: 0.00-1.00	Idrocarburi pesanti C>12	
RE04	CA1: 0.00-0.90	Idrocarburi pesanti C>12	
RE09	CA1: 0.00-1.00	Stagno, Idrocarburi pesanti C>12	
RE11	CA1: 0.00-0.50	Stagno, Idrocarburi pesanti C>12	
MS3	CA2: 246.60-247.00	Cobalto, Zinco	
<i>Ambito Bolzaneto</i>			
MB31	CA1: 75.0-75.3	Cobalto	
MB33	CA1: 104.00	Cobalto	
RE15	CA1: 0.00-1.00	Piombo, Stagno, Idrocarburi pesanti C>12	
RE16	CA1: 0.00-1.00	Idrocarburi pesanti C>12	
RE18	CA1: 0.00-1.00	Idrocarburi pesanti C>12	
RE19	CA1: 0.00-0.90	Stagno, Idrocarburi pesanti C>12	
RE23	CA1: 0.00-1.00	Stagno	
PO3	CA1: 0.00-1.00	Stagno, Idrocarburi pesanti C>12	
PO3	CA2: 2.00-3.00	Arsenico, Stagno, Zinco, Idrocarburi pesanti C>12	

Punto	Campione Profondità (m dal p.c.)	Supero colonna A	Supero colonna B
PO3	CA3: 4.00-5.00	Nichel, Stagno	
PO3	CA4: 7.00-8.00	Cobalto, Cromo totale, Nichel, Stagno	
<i>Ambito Monterosso</i>			
A7	Affioramenti	Cobalto, Cromo totale, Stagno	Nichel, Rame
A8	Affioramenti	Stagno	
A9	Affioramenti	Cobalto, Cromo totale, Cromo VI, Stagno	Nichel
A10	Affioramenti	Stagno	
A11	Affioramenti	Stagno	
A13	Affioramenti	Stagno	
VB7	CA1: 258.0-258.3	Antimonio, Stagno, Tallio	
VB7bis	CA1: 345-345.30	Antimonio, Cobalto, Stagno	Cromo totale, Nichel
VB11	CA1: 185	Antimonio, Cobalto	Cromo totale, Nichel
VB12	CA1: 224	Arsenico, Cobalto	
Pozzo 2	CA1: 215-215.25	Antimonio, Cobalto, Stagno, Zinco	Cromo totale, Nichel
<i>Ambito Varenna</i>			
SGG5	CA1: 15-20	Cromo totale, Nichel, Stagno	
SGG5	CA2: 36-40	Stagno	
SGG5	CA3: 130-135	Cobalto, Cromo totale, Stagno	Nichel, Rame
SGG5	CA4: 145-150	Cobalto, Cromo totale, Cromo VI, Stagno	Nichel
A14	Affioramenti	Stagno	
VB14	CA1: 52.2-52.5	Antimonio, Cobalto, Cromo totale, Nichel	
<i>Ambito Amandola</i>			
A15	Affioramenti	Cobalto, Cromo totale, Stagno	Nichel
A16	Affioramenti	Cobalto, Cromo totale, Stagno	Nichel
A17	Affioramenti	Arsenico, Cobalto, Cromo totale, Stagno	Nichel
VV5	CA1: 152-152.3	Cobalto, Cromo totale,	Nichel
<i>Ambito Voltri e Vesima</i>			
A12	Affioramenti	Stagno	
VV16	CA1: 25.0-25.2	Arsenico	
VV22	CA1: 210	Antimonio, Cobalto, Stagno	Cromo totale, Nichel
VV27	CA1: 125.5-125.65	Selenio	
<i>Ambito Opera a mare</i>			
SJ1	CA1: 0.50-1.00	Nichel	
SJ1	CA2: 2.70-3.00	Cromo, Nichel, Cobalto	
SJ1	CA3: 6.00-6.30	Nichel	
SJ1	CA4: 8.40-8.80	Nichel	
SJ2	CA3: 4.50-4.85	Nichel	
SJ2	CA4: 8.00-8.20	Nichel	

Punto	Campione Profondità (m dal p.c.)	Supero colonna A	Supero colonna B
SJ3	CA1: 1.00-1.40	Piombo	
SJ3	CA2: 2.80-3.00	Nichel	
SJ3	CA3: 5.00-5.30	Nichel	
SJ3	CA4: 8.00-8.30	Cromo, Nichel	
SJ5	CA3: 5.00-5.20	Nichel	
SJ5	CA4: 8.00-8.40	Nichel	
SJ6	CA1: 0.50-1.00	Nichel	
SJ6	CA2: 2.70-3.00	Nichel	
SJ6	CA3: 5.40-5.60	Nichel	
SJ6	CA4: 8.40-8.60	Nichel	
SJ8	CA1: 0.50-1.00	Cromo, Nichel, Piombo, Vanadio	
SJ8	CA4: 7.00-7.20	Nichel	
SJ9	CA2: 2.70-3.00	Piombo, Vanadio	
SJ9	CA3: 5.50-5.80	Nichel	
SJ9	CA4: 8.50-8.80	Nichel	

Si precisa che le concentrazioni di alcuni metalli pesanti (nichel, cromo totale e rame) che superano i limiti di colonna B sono riconducibili ai valori di fondo naturale. Nel capitolo sui siti di movimentazione terre (Capitolo 7) vengono riportati e commentati i risultati delle analisi chimiche condotte sui campioni di terreno prelevati, per ciascun ambito. Negli Allegati da 1 a 5 sono riportati i Rapporti di Prova emessi dai laboratori che hanno eseguito le analisi sui campioni, in cui sono indicati i valori dei diversi parametri ricercati, la metodica utilizzata ed i valori limite previsti dalla normativa vigente (D.Lgs. 152/06, Parte Quarta, Titolo V, Allegato 5, tabella 1 colonne A e B) per un diretto confronto e per la verifica di eventuali superamenti delle concentrazioni soglia di contaminazione (CSC).

In fase di corso d'opera, a controllo e a conferma di quanto individuato, sarà comunque prevista la caratterizzazione del materiale di scavo, anche con un'azione preventiva, ove non sia possibile effettuare le operazioni a cumulo per ragioni di spazio. Come già ricordato, nei siti dove è prevista la presenza di fibre amiantifere, la caratterizzazione del materiale di scavo avverrà in virtù di un processo di controllo innovativo, che prevede in luogo della caratterizzazione dei cumuli, l'analisi chimica da prelievi eseguiti in silos di stoccaggio, in modo da mitigare il più possibile le criticità legate alla presenza di fibre amiantifere.

In merito alle concentrazioni di amianto nei campioni prelevati dai sondaggi e dagli affioramenti lungo il tracciato, per l'eterogeneità dei contesti e la complessità della problematica, ma soprattutto per la quantità di dati ricavati dallo studio, si rimanda alla relazione specialistica dedicata (cfr. elaborato GEO0179 del PD ed annessi allegati).

5.4 METODICHE DI CAMPIONAMENTO ED ANALISI

Sono stati effettuati campionamenti superficiali (e in affioramento) e sondaggi geognostici profondi, fino a quota scavo.

Dai sondaggi geognostici, eseguiti a carotaggio continuo e spinti a profondità variabili, sono stati prelevati diversi campioni di terreno. Si è proceduto perforando a rotazione, rigorosamente a secco, utilizzando margarina vegetale al posto del grasso minerale ed

utilizzando ad ogni manovra l'idropulitrice per pulire accuratamente e regolarmente aste e carotiere.

Per quanto riguarda le modalità di campionamento sui terreni per la realizzazione di analisi chimiche dei composti non volatili sono state rispettate le seguenti procedure:

- stesura di un telo in polietilene delle dimensioni minime di 2x2 m e spessore minimo 1.5 mm;
- campionamento, secondo le modalità riportate in normativa, lungo lo strato di indagine;
- suddivisione del campione in più parti omogenee, adottando metodi della quartatura riportati nella normativa;
- disposizione del campione in opportuni contenitori stagni (vetro o teflon), opportunamente sigillati ed etichettati conservati in ambiente refrigerato per la spedizione al laboratorio di analisi.

La fase vera e propria di prelievo e formazione delle aliquote di terreno (campioni) è sempre avvenuta utilizzando utensili metallici inox debitamente lavati mediante acqua deionizzata e/o acetone, nel caso fosse presente materiale organico.

Le operazioni di selezione da sondaggio a carotaggio continuo sono state effettuate, prelevando con guanti monouso lo spezzone di carota di interesse appena estratto dal carotiere.

Ove è stato possibile il terreno è stato prima privato della sua frazione di particelle o materiale con diametro maggiore di 2 cm direttamente in situ.

5.4.1 Tempi di campionamento

L'attività di campionamento è stata eseguita contestualmente alle indagini geognostiche ed ha perciò riguardato un arco temporale di alcuni mesi, negli anni 2003-2004, 2006-2007 e 2010-2011-2012.

5.4.2 Chek-list inquinanti analizzati

Gli inquinanti analizzati variano in funzione della tipologia di campionamento: nel caso di sondaggi geognostici profondi, sono stati analizzati esclusivamente i composti inorganici, mentre nel caso di prelievi superficiali (per esempio in corrispondenza delle rampe), oltre ai composti inorganici, sono stati analizzati anche gli idrocarburi, i composti organici aromatici e, in taluni casi, gli idrocarburi policiclici aromatici. Di seguito si specifica l'elenco del set chimico scelto per i campioni di terreno suddiviso per classi analitiche:

- Composti inorganici: Antimonio (Sb); Arsenico (As); Berillio (Be); Cadmio (Cd); Cobalto (Co); Cromo (Cr) totale; Cromo (Cr) VI; Mercurio (Hg); Nichel (Ni); Piombo (Pb); Rame (Cu); Selenio (Se); Stagno (Sn); Tallio (Tl); Vanadio (V); Zinco (Zn); Cianuri (Liberi); Fluoruri.
- Idrocarburi: idrocarburi leggeri (C<12); idrocarburi pesanti (C>12).
- Composti organici aromatici: Benzene; Etilbenzene; Stirene; Toluene; xilene; Sommatoria organici aromatici;
- Idrocarburi policiclici aromatici (IPA): Benzo(a)antracene; Benzo(a)pirene; Benzo(b)fluorantene; Benzo(k)fluorantene; Benzo(g,h,i)perilene; Crisene; Dibenzo(a,e)pirene; Dibenzo(a,i)pirene; Dibenzo(a,l)pirene; Dibenzo(a,h)pirene; Dibenzo(a,h)antracene; Indeno(1,2,3-cd)pirene; Pirene; Ipa Totali.

Inoltre, considerato il particolare contesto locale, sono stati prelevati ulteriori campioni esclusivamente per valutarne il contenuto di amianto.

Il terreno è stato prima privato della sua frazione di particelle o materiale con diametro maggiore di 2 cm e, successivamente, le determinazioni analitiche in laboratorio sono state condotte sull'aliquota di granulometria inferiore a 2 mm. Le concentrazioni dei parametri analizzati sono state poi determinate riferendosi alla totalità dei materiali secchi, comprensiva anche dello scheletro seguendo il D.Lgs. 152/2006 (Parte Quarta, Titolo V, Allegato 2).

I campioni di terreno prelevati sono stati consegnati integri e senza alcun tipo di alterazione al laboratorio, dove sono state eseguite le operazioni preliminari di preparazione alle analisi chimiche. Le analisi chimiche di laboratorio sono cominciate con le fasi di preparazione dei campioni.

5.5 CONFORMITÀ AL REGOLAMENTO 2012

La campagna di indagine ambientale eseguita durante la fase di progettazione (e conclusa prima dell'entrata in vigore del nuovo Regolamento) secondo i criteri di cui all'art. 186 del DLgs. 152/2006 e s.m.i. e nel rispetto di quanto indicato nel Disciplinare Unico per la gestione delle terre e rocce da scavo emesso dal Ministero dell'Ambiente nell'agosto 2008, ha permesso di evidenziare le caratteristiche chimico-ambientali dei materiali interessati dagli scavi, seguendo criteri legati soprattutto a situazioni di interferenza, di movimentazione terra e di aree di lavoro, ovvero basati su un modello concettuale preliminare (campionamento ragionato) che ha interessato il tracciato autostradale.

In considerazione delle novità normative, si rileva che l'attività di caratterizzazione sinora eseguita presenta aspetti conformi a quanto indicato dal nuovo Regolamento:

- a) la caratterizzazione condotta in fase progettuale è stata eseguita mediante una campagna di indagine che ha interessato il tracciato autostradale a progetto e le aree limitrofe;
- b) l'ubicazione dei punti è avvenuta secondo un modello concettuale basato sul campionamento ragionato;
- c) sono stati eseguiti sondaggi profondi (per i tratti in galleria), secondo le stesse tipologie indicate dal Regolamento, e prelievi su affioramenti;
- d) le metodiche di campionamento e di preparazione dei campioni sono riferite alla norma UNI10802;
- e) sono stati adottati i criteri relativi alle frazioni granulometriche da scartare e da sottoporre ad analisi di laboratorio (2 cm / 2 mm); le concentrazioni finali sono riferite alla totalità dei materiali, comprensivi dello scheletro;
- f) sono state impiegate metodiche di analisi in laboratorio riconosciute ed il set analitico considerato eccede quello indicato in Tabella 4.1 del Regolamento¹;
- g) le analisi sono state eseguite in laboratori certificati secondo metodi di prova riconosciuti (in grado di ottenere valori 10 volte minori dei limiti).

In base ai suddetti aspetti, nella predisposizione del presente Piano di utilizzo, sono stati pertanto considerati anche gli esiti delle caratterizzazioni oggetto delle precedenti campagne, finalizzate all'ottenimento di un livello di conoscenza adeguato con riferimento all'individuazione dei requisiti ambientali dei materiali da scavo quali sottoprodotti.

¹ In relazione al set analitico indicato in Tabella 4.1, si specifica che l'analisi del parametro amianto è stata eseguita solo sui campioni prelevati nella zona ad ovest del Polcevera. Considerate l'antecedenza delle attività geognostiche ed ambientali rispetto all'emanazione del Regolamento e la necessità di eseguire ulteriori sondaggi a carotaggio continuo profondi (lunghezze anche di 300m da p.c.) con tempistiche non compatibili con la presentazione del presente Piano, si ritiene comunque esaustiva l'analisi effettuata sulla zona potenzialmente asbestifera (come documentato dagli elaborati progettuali GEO0178+GEO0183) e plausibile rimandare la verifica analitica del parametro amianto per la parte orientale alla fase di corso d'opera (cfr. Capitolo 8), con l'applicazione completa del set analitico proposto nella Tabella 4-1.

Si precisa, inoltre, che la campagna di indagini ambientali effettuata è ritenuta idonea a caratterizzare adeguatamente i materiali presenti nel sottosuolo, seppur con le precisazioni riportate nel successivo paragrafo 5.5.1, anche tenuto conto di quanto disposto dal DM 161/2012, con riferimento in particolare ai seguenti due aspetti:

- 1) densità, ubicazione ed orizzonti interessati;
- 2) dati chimici pregressi di laboratorio e tipologia delle aree interferite.

Infatti, la densità dei punti di indagine nonché la loro ubicazione si sono basate sulle dimensioni dei siti oggetto di scavo e di deposito, sulle particolari situazioni locali (eventuali attività antropiche presenti o siti interferenti di rilievo), sulle effettive condizioni del sito, sugli orizzonti stratigrafici interessati e sulle profondità massime di scavo dal piano campagna.

Si precisa, infine, che i prelievi da sottoporre ad analisi non sono stati effettuati in tutti i punti inizialmente previsti nel piano di indagini. I motivi per cui non è stato possibile procedere al campionamento sono essenzialmente i seguenti:

- divieto di accesso da parte della proprietà privata;
- avverse condizioni del sito o del tratto (acclività, interruzione e costrizione del traffico, area densamente boscata, ecc.);
- potenziali interferenze con sottoservizi e opere autostradali e stradali esistenti.

Ciò nonostante, si ritiene che il grado di conoscenza raggiunto del territorio sia in ovest sia in est Polcevera, grazie anche alla raccolta di dati bibliografici e scientifici ed agli studi specialistici effettuati, sia più che sufficiente per definire un livello qualitativo e caratteristico dei materiali interessati dagli scavi previsti. In fase di corso d'opera, a controllo e a conferma di quanto individuato, sarà comunque prevista la caratterizzazione del materiale di scavo, sia in azione preventiva, ove non sia possibile effettuare le operazioni a cumulo per ragioni di spazio, sia in virtù di un processo innovativo, che prevede in luogo della caratterizzazione dei cumuli, l'analisi chimica da prelievi eseguiti in silos di stoccaggio. Questo tipo di soluzione, come detto innovativo, è stato progettato per questo particolare processo e per mitigare il più possibile le criticità rilevate, legate soprattutto alla presenza di fibre amiantifere, mantenendo così il materiale non a contatto con l'atmosfera (cfr. Capitolo 8).

Nel successivo paragrafo vengono fornite alcune valutazioni integrative in merito ad alcune aree di cantiere industriale ed alle aree di imbocco.

5.5.1 Aree di cantiere industriale ed aree di imbocco

Si segnalano quali elementi di criticità, nel piano di caratterizzazione ambientale, alcune opere all'aperto, relative ad aree di cantiere industriale ed aree di imbocco considerate siti di movimentazione materiali (cfr. tabella seguente), per le quali, durante la fase progettuale, non è stato possibile eseguire il campionamento o raggiungere l'effettiva quota scavo o ricoprire determinate superfici, seguendo alla lettera i criteri e le densità di campionamento dettate dal nuovo Regolamento (all. 2 del DM 161/2012). Per tali aree, la caratterizzazione ambientale sarà da integrare nella fase di corso d'opera, con il campionamento in situ preventivo.

Tabella 5-10 Aree di cantiere industriale e aree di imbocco, la cui caratterizzazione ambientale sarà da integrare nella fase di corso d'opera

Ambito	Codice	Opere di riferimento	Causa di rinvio alla fase di CO
<i>Ovest Polcevera</i>			
Vesima e Voltri	Cl.17	Cantiere di imbocco - Borgonuovo lato SV	Acclività area, necessità di disboscamento
Vesima e Voltri	Cl.18	Cantiere di imbocco - Borgonuovo lato GE	Acclività area, necessità di disboscamento, proprietà privata
Vesima e Voltri	Cl.19	Cantiere di imbocco - Bric del Carmo lato Sud	Acclività area, necessità di disboscamento, proprietà privata
Vesima e Voltri	Cl.20	Cantiere di imbocco - Voltri lato SV	Acclività area, necessità di disboscamento, proprietà privata
Vesima e Voltri	Cl.21	Cantiere di imbocco - Voltri lato GE	Acclività area, necessità di disboscamento, proprietà privata
Vesima e Voltri	Cl.22	Cantiere di imbocco - Ciocia lato AL	Acclività area, necessità di disboscamento, parziale interferenza con infrastruttura esistente
Vesima e Voltri	Cl.23	Cantiere di imbocco - Delle Grazie lato Sud	Acclività area, necessità di disboscamento, proprietà privata (Parco di Villa Duchessa di Galliera)
Vesima e Voltri	Cl.24	Cantiere di imbocco - Amandola lato SV	Acclività area, proprietà privata
Varenna	Cl.25	Cantiere di imbocco - Monterosso lato SV, Amandola lato GE	Acclività area, proprietà privata, attività industriale di cava
Bolzaneto	Cl.13	Cantiere industriale - Imbocco frese	Acclività area, necessità di disboscamento, proprietà privata, parziale impronta area industriale Nota: le attrezzature per poter effettuare il sondaggio VB.01 sono state trasportate con elicottero

Ambito	Codice	Opere di riferimento	Causa di rinvio alla fase di CO
<i>Est Polcevera</i>			
Bolzaneto	CI.27	Cantiere di imbocco - Forte Diamante, San Rocco, Polcevera	Interferenza con infrastruttura esistente stradale, acclività area, necessità di disboscamento, proprietà privata
Bolzaneto	CI.28	Cantiere di imbocco - Bric du Vento, Baccan, Polcevera	Parziale Interferenza con infrastruttura esistente autostradale e stradale, acclività area, necessità di disboscamento, proprietà privata
Bolzaneto	CI.32	Cantiere di imbocco - Morego lato A7 direzioni MI e GE	Interferenza con infrastruttura esistente autostradale, acclività area, necessità di disboscamento
Torbella e Genova Est	CI.06	Cantiere industriale - Campursone	Interferenza con infrastruttura esistente, acclività area, necessità di disboscamento
Torbella e Genova Est	CI.26	Cantiere di imbocco - Granarolo lato MI, Forte Diamante lato GE, Bric du Vento lato LI, Torbella Ovest, Montesperone lato SV	Interferenza con infrastruttura esistente, parziale impronta area industriale, acclività area
Torbella e Genova Est	CI.29	Cantiere di imbocco - Montesperone lato LI, Campursone lati Nord e Sud	Interferenza con infrastruttura esistente, acclività area
Genova Ovest	CI.30	Cantiere di imbocco - Moro 1 e Granarolo lato GE	Acclività area, interferenza con infrastruttura esistente
Genova Ovest	CI.31	Cantiere di imbocco - Moro 1 e Moro 2 lato GE Aeroporto	Interferenza con infrastruttura esistente, acclività area

Come già anticipato, i motivi per cui non è stato possibile procedere al campionamento sono essenzialmente i seguenti: divieto di accesso da parte della proprietà privata; avverse condizioni del sito o del tratto (acclività, interruzione e costrizione del traffico, area densamente boscata, ecc.); potenziali interferenze con sottoservizi e opere autostradali e stradali esistenti. Si evidenzia, infatti, che l'accesso nei siti di proprietà privata richiede

tempi non compatibili con la presentazione del presente Piano di Utilizzo e quindi necessariamente da rinviare alla fase di corso d'opera; analogamente, la realizzazione di opere di imbocco e le indagini relative agli strati più profondi richiedono l'impiego di attrezzature e modalità invasive, incompatibili con la presentazione del Piano stesso e anch'esse da rinviare alla fase di corso d'opera.

Pertanto, per tali siti risultati inaccessibili o da investigare in profondità, riportati nella tabella precedente, il campionamento e l'analisi sono rimandati ad un'indagine ambientale preventiva da effettuarsi nella fase realizzativa dell'intervento (Capitolo 8) a cura dell'impresa appaltatrice.

Si evidenzia, comunque, che tutte le aree sopra elencate sono caratterizzate da omogeneità litologica e morfologica; tale circostanza agevola, ovviamente, la caratterizzazione ambientale dei materiali. Si riportano di seguito alcuni estratti della carta geologica (cfr. elaborati da GEO0002 a GEO0009 del PD) quali esempi dell'uniformità ambientale degli ambiti di intervento.

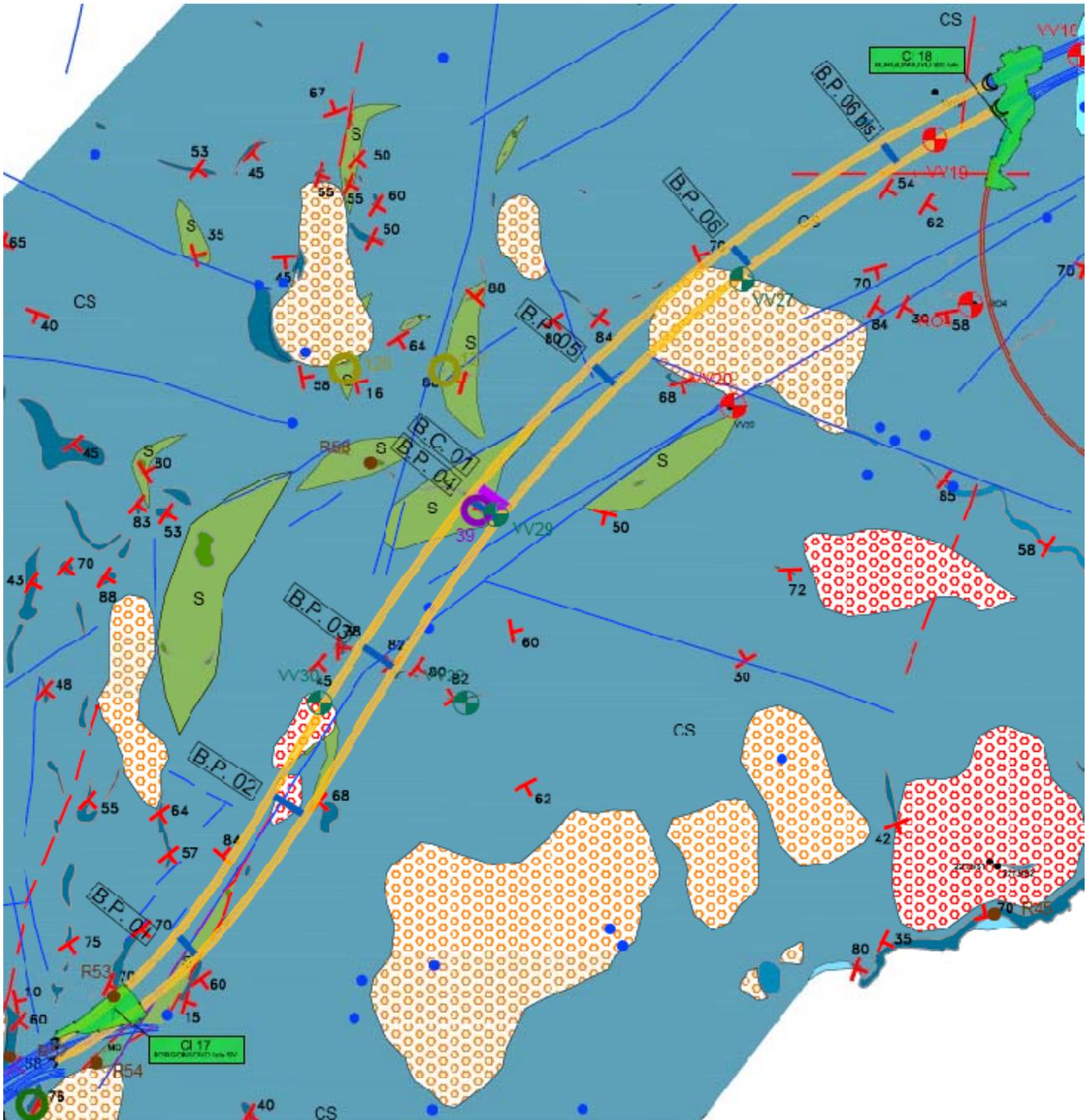


Figura 5-2 Ambito Vesima – Estratto carta geologica (prevalenza calcescisti) e ubicazione sondaggi

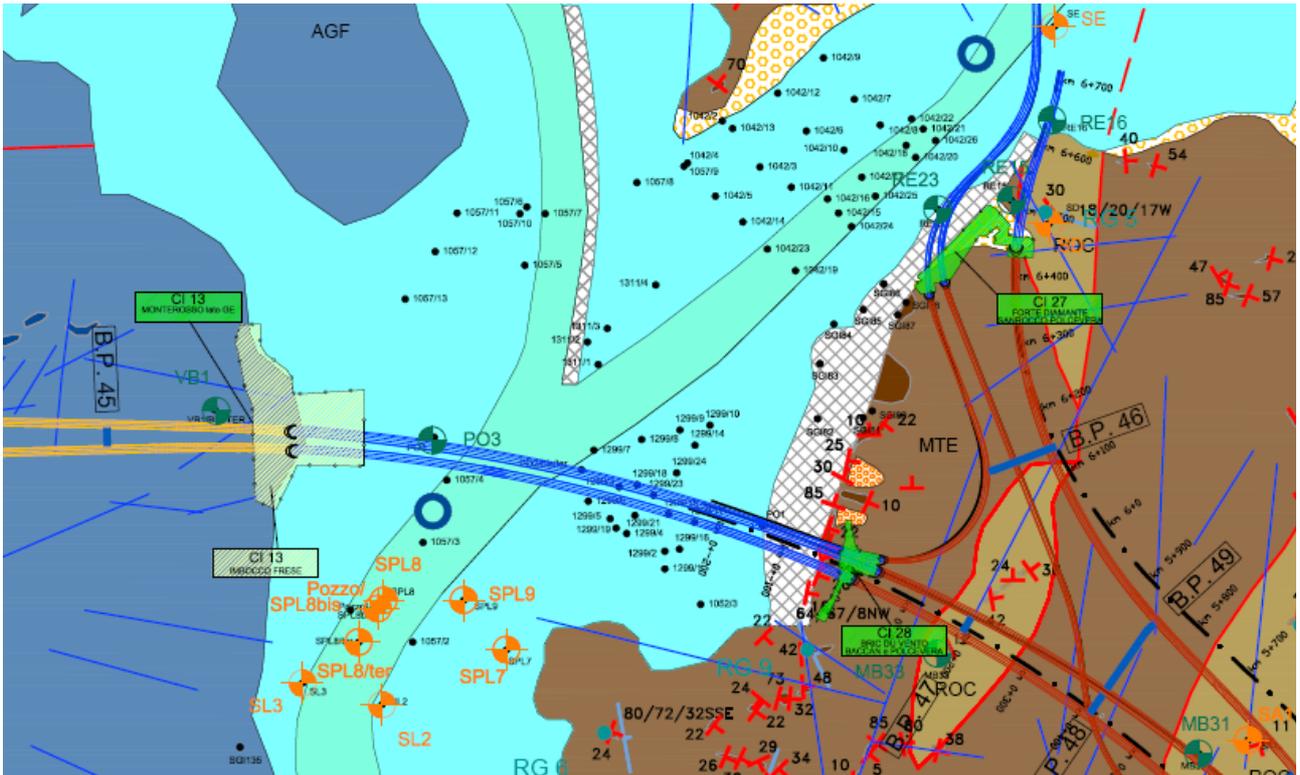


Figura 5-3 Ambito Bolzaneto – Estratto carta geologica (prevalenza argilloscisti di Murta Ovest Polcevera e argilliti di Montanesi Est Polcevera) e ubicazione sondaggi

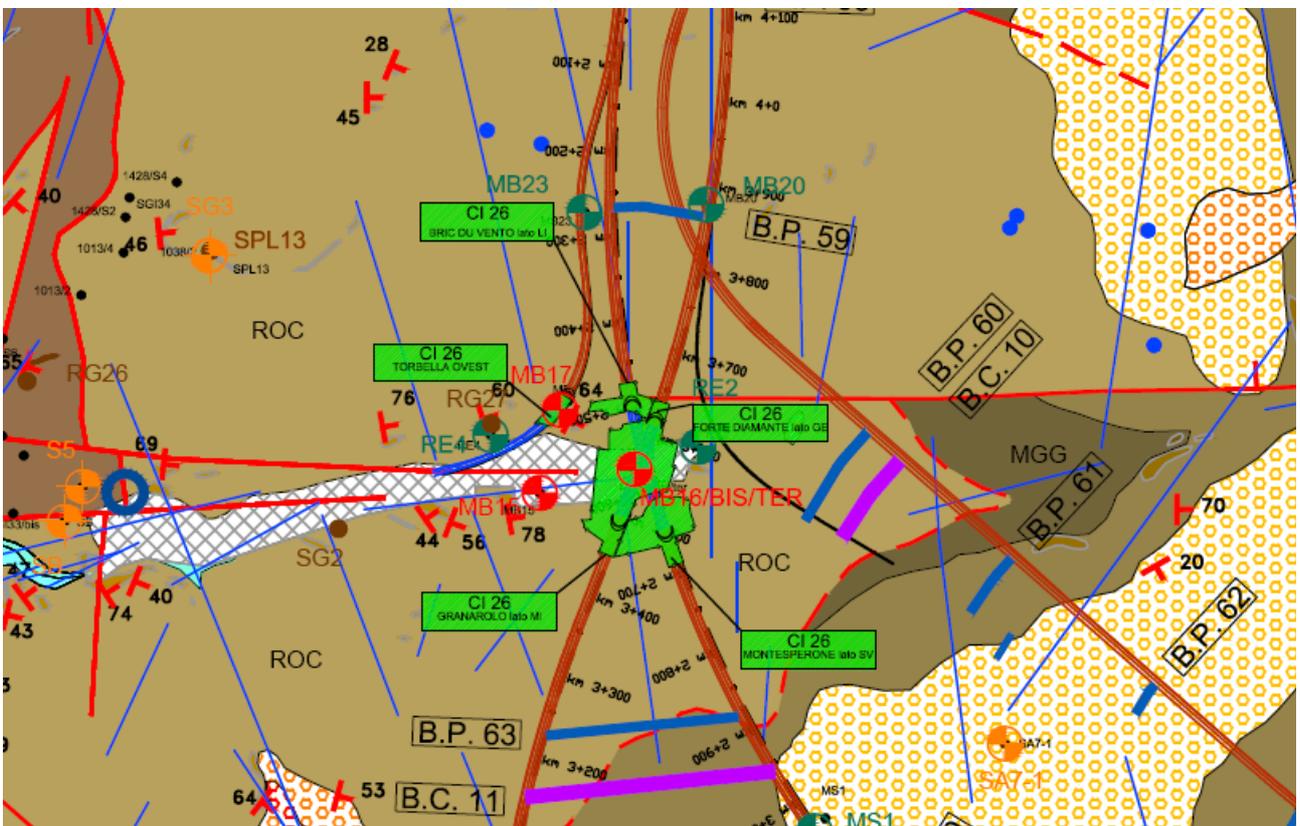


Figura 5-4 Ambito Torbella – Estratto carta geologica (prevalenza formazione di Ronco) e ubicazione sondaggi

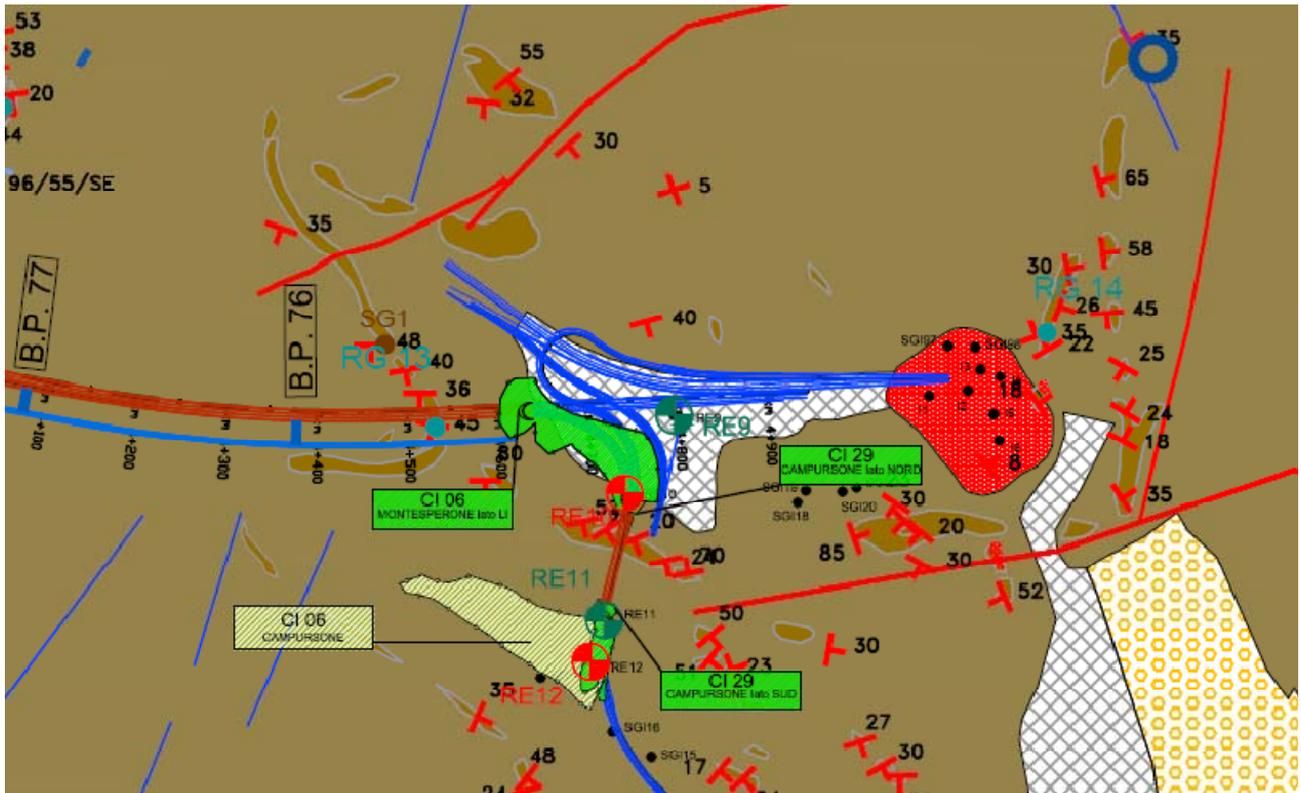


Figura 5-5 Ambito Genova Est – Estratto carta geologica (prevalenza formazione di Antola) e ubicazione sondaggi

Sulla base di quanto sopra evidenziato, si ribadisce che la campagna di indagini ambientali effettuata e la conoscenza scientifica e bibliografica del territorio sono ritenute comunque più che sufficienti, in questa fase, per caratterizzare adeguatamente i materiali presenti in tali aree operative, anche tenuto conto di quanto disposto dal DM 161/2012.

6 METODOLOGIE DI SCAVO PREVISTE

Nel presente capitolo sono descritte in sintesi le procedure ed i metodi di scavo individuati nel progetto per gli scavi all'aperto ed in sotterraneo. Per un maggiore approfondimento e dettaglio si rimanda agli elaborati progettuali TUN0001 e TUN0005.

Inoltre, come specificatamente richiesto dal Regolamento, sono individuate le operazioni di normale pratica industriale previste all'interno dei cantieri per migliorare le caratteristiche tecniche e prestazionali dei materiali scavati.

6.1 LO SCAVO MECCANIZZATO DI OPERE IN SOTTERRANEO

Lo scavo in fresa – laddove tecnicamente ed economicamente possibile – sta incontrando in tutto il mondo particolare interesse dal punto di vista ambientale, in quanto:

- consente di concentrare su un solo imbocco gli impatti prodotti dagli scavi in sotterraneo;
- produce una pezzatura di smarino che permette, almeno potenzialmente, di utilizzare sistemi di trasporto diversi dal classico autocarro (nastri, tubi di pompaggio, ..);
- riduce drasticamente la produzione di polveri nell'ambiente di lavoro.

Inoltre, garantisce performance difficilmente raggiungibili con il metodo tradizionale Drill and Blast o con macchine operatrici (martelloni, ecc.): è infatti possibile prevedere avanzamenti superiori ai 10 metri giorno, che non potrebbero mai essere raggiunti con altre tecnologie di scavo. Infine, essendo un sistema industrializzato, riduce i costi di manodopera e garantisce una maggior sicurezza dei lavoratori.

Questi aspetti, in funzione della complessità del progetto di adeguamento del nodo di Genova, sia per le lunghe distanze in sotterraneo che per la presenza di amianto, rendono la scelta dello scavo meccanizzato ottimale. Per queste ragioni la metodologia meccanizzata verrà utilizzata per realizzare le lunghe gallerie in dx Polcevera (Monterosso, Amandola e Borgonuovo) dove è prevista la potenziale presenza di amianto nelle rocce attraversate. Nel seguito vengono messe a confronto le due possibili tecnologie che verranno applicate: a contropressione di terra (EPB) o a fluido bentonitico (HydroShield).

Sempre nella zona amiantifera di Voltri sono previsti anche 3 cunicoli di drenaggio (*microtunnelling*), da eseguire mediante scavo meccanizzato con microfresa di tipo EPB (diametro 2,00 m, lunghezza massima 500 m). La fresa smarina direttamente su cassoni, che verranno trasportati al cantiere di Bolzaneto, dove seguiranno le procedure standard descritte al Capitolo 8.

6.1.1 Tipologie di macchine per lo scavo meccanizzato

Nel seguito vengono analizzate le tipologie di macchine per lo scavo, denominate Tunnel Boring Machine (TBM), che si prevede possano essere utilizzate a Genova, in funzione delle caratteristiche geologiche, idrogeologiche e di tracciato. Per maggiori dettagli si rimanda agli elaborati progettuali, in particolare alla Relazione sullo scavo meccanizzato (cfr. elaborato SCM0001 del PD).

La TBM a contropressione di terra (EPB)

La TBM a contropressione di terra, d'ora in poi indicata con il termine EPB (Earth Pressure Balance), è una macchina fresante scudata che permette lo scavo del terreno attraverso una testa rotante sulla quale sono installate le diverse tipologie di utensili di scavo necessarie per la roccia da affrontare. Il principio di funzionamento che la differenzia da

altre tipologie di macchine TBM consiste nel bilanciamento delle pressioni in testa, che avviene all'interno di una camera di scavo a tergo della testa fresante, con il materiale scavato condizionato con particolari additivi chimici (schiume e polimeri). Per garantire l'avanzamento, il materiale viene estratto dalla camera di scavo attraverso un sistema a coclea in grado di regolare la portata del materiale estratto e permettere il mantenimento di una certa pressione nella camera di scavo pur avendo il punto di scarico a pressione atmosferica. Questa azione è possibile grazie al percorso che il materiale è costretto a percorrere all'interno della coclea e che genera un gradiente negativo di pressione sufficiente ad annullare la pressione presente nella camera di scavo.

Dalla combinazione di velocità di avanzamento e portata di estrazione dello smarino, deriva la pressione in camera di scavo e quindi sul fronte.

La tipologia EPB presuppone l'utilizzo di prodotti chimici che agevolano le operazioni di sostegno del fronte, di scavo, di accumulo del materiale in camera di scavo e di trasporto in esterno dello stesso. Tale operazione è conosciuta come "Soil conditioning" e viene effettuata attraverso l'ausilio di agenti schiumogeni e polimeri di varia natura. La scelta dei differenti additivi avviene in funzione della tipologia di materiale da trattare.

Gli agenti condizionanti permettono al materiale di raggiungere il livello di pastosità necessario per poter essere agevolmente estratto dalla coclea oltre che permettere il trasferimento della pressione di supporto dalla paratia al fronte di scavo. Inoltre questi prodotti riducono l'usura sugli utensili di scavo.

La TBM a fluido bentonitico (HydroShield)

La fresa TBM modello HydroShield si differenzia dalla tipologia EPB perché il bilanciamento della pressione alla testa di scavo avviene attraverso l'utilizzo di un fluido bentonitico. In questa tipologia di macchina vi è la presenza di una doppia camera per generare la contropressione al fronte. La prima camera retrostante la testa di scavo (camera di scavo) è completamente piena di fluido bentonitico mentre una camera retrostante, collegata alla prima attraverso un'apertura nella parte inferiore, presenta una bolla d'aria nella parte superiore. Proprio questa bolla d'aria permette una precisa regolazione della pressione di supporto che, grazie al principio dei vasi comunicanti, si trasmette nella camera di scavo e quindi al fronte. In questo modo il sistema di regolazione della pressione al fronte è totalmente svincolato dal sistema di smarino; infatti, la bolla d'aria viene alimentata da un sistema di valvole tipo Samsung che permettono una regolazione con precisione di 0.1 bar, mentre potenti pompe centrifughe vengono dedicate all'estrazione dello smarino (mescolato con il fluido bentonitico). Un ulteriore circuito è invece dedicato al rifornimento di fluido bentonitico fresco in modo da mantenere il livello di riempimento entro il range di lavoro.

Nella fresa modello HydroShield, una testa fresante su cui sono installati gli utensili di taglio asporta il materiale dal fronte attraverso la rotazione. La stabilità del fronte e la contropressione sono garantite dal fluido bentonitico presente in camera di scavo. Il materiale abbattuto si amalgama al fluido bentonitico e viene asportato dalla camera di scavo attraverso la tubazione di ritorno del circuito slurry. Per evitare che pezzature di materiale estratto troppo grandi possano creare problemi nella fase di trasporto attraverso la tubazione la macchina presenta nella camera di scavo un frantumatore anteposto ad una griglia di accesso del materiale abbattuto. Il frantumatore, a mascelle, viene attivato dall'operatore della fresa che, leggendo le variazioni di pressione portata sulla linea di aspirazione, si accorge della presenza di ostacoli che devono essere ridotti in pezzatura. Nella seconda camera viene regolata la pressione della bolla d'aria al fine di garantire una costante risposta alla pressione riscontrata al fronte. Il sistema prevede quindi un circuito

chiuso del fluido bentonitico che attraversa un impianto di separazione necessario al recupero del fluido bentonitico e all'asportazione/allontanamento del materiale abbattuto.

La particolarità di una TBM modello Mix-Shield risulta quindi la presenza di un impianto slurry per la generazione ed il trasporto del fluido bentonitico e di un sistema di separazione del fluido bentonitico con il materiale scavato. La complessità del sistema di separazione dipende molto dalla tipologia del materiale scavato e dalla presenza di fine durante lo scavo. Con alti contenuti in fine, infatti, si rende necessario adoperare sistemi a centrifuga o addirittura filtro presse per recuperare il fluido bentonico da utilizzare per lo scavo. Nell'ambito del progetto della Gronda di Genova, date le caratteristiche massive di molte formazioni attraversate, potrebbe risultare limitato l'utilizzo del fluido bentonitico al solo scopo di ridurre l'usura sulla testa e nelle tubazioni. Il circuito prevedrebbe l'utilizzo di maggiori quantitativi di acqua per generare la contropressione necessaria.

6.1.2 Le procedure per lo scavo meccanizzato di terreni potenzialmente amiantiferi

Per la sequenza di gallerie Monterosso, Amandola e Borgonuovo (oltre 14 km di sviluppo complessivo per ciascuna carreggiata in terreni potenzialmente amiantiferi) è previsto l'utilizzo dello scavo meccanizzato tramite due frese di tipo EPB/ HydroShield. L'elaborato progettuale APG0004 "Linee guida per la gestione delle terre e rocce da scavo" (a cui si rimanda per gli opportuni approfondimenti) illustra nel dettaglio gli apprestamenti ed i processi previsti per l'applicazione in sicurezza di questa tecnologia esecutiva in presenza di rocce amiantifere, che in sintesi possono essere così riassunti:

1. la TBM, che esegue le operazioni di scavo e rivestimento senza mai esporre i lavoratori al contatto con la roccia, è di per sé una tecnologia particolarmente sicura. L'unico contatto con lo smarino può avvenire solo durante il trasporto del materiale fresato dalla testa all'imbocco, quando la roccia scavata transita sul nastro installato lungo tutto lo sviluppo della galleria già eseguita. La tecnologia TBM prevista per il nodo di Genova restituisce però uno smarino di consistenza pastosa (nel caso della EPB) o comunque umida (nel caso della HydroShield) che non consente la volatilità delle fibre di amianto e costituisce un'importante misura di sicurezza, eliminando alla fonte il rischio di dispersione del materiale pericoloso nell'ambiente di lavoro;
2. il trasporto dello smarino all'interno della galleria (fino all'imbocco) può quindi avvenire in sicurezza, benché – quale misura aggiuntiva – sia previsto un apposito nastro trasportatore completamente stagno e dotato di sistema antipolvere per l'irrigazione del materiale in caso di soste prolungate, quando l'asciugatura dello strato superficiale del materiale inerte condizionato o addizionato potrebbe far insorgere problemi di dispersione delle fibre;
3. ovviamente i lavoratori soggetti all'esposizione all'amianto saranno dotati degli opportuni sistemi di protezione individuale (DPI) e tutto l'ambiente di lavoro (corpo della TBM e tratti di galleria scavata) verrà monitorato per verificare l'assenza di fibre.

In merito all'individuazione della pericolosità dei materiali scavati - benché gli elaborati progettuali GEO0179+183 forniscano un'utile indicazione preventiva sull'attraversamento di porzioni rocciose con diverso tenore di contenuto di fibre amiantifere – si ricorda che la destinazione finale dei materiali stessi dipende dalla combinazione delle determinazioni analitiche sui tenori di amianto e sui metalli pesanti. Pertanto, in corso d'opera, lo smarino progressivamente prodotto dalle due TBM verrà trasportato via nastro al cantiere di Bolzaneto e temporaneamente depositato in una serie di silos, per poi essere caratterizzato.

A seconda del risultato delle prove di laboratorio in merito al contenuto di amianto, possono verificarsi tre diverse situazioni, identificate come “codice verde”, “codice giallo” e “codice rosso”.

Codice verde - presenza di amianto < 1g/kg

Lo smarino contenuto nel silos a cui viene attribuito il codice verde viene automaticamente sversato tramite coclea in un'ulteriore vasca (lo *slurryfier*), dove la sua consistenza pastosa viene ulteriormente stemperata con l'aggiunta di acqua marina, fino ad attribuirgli una forma semiliquida, tecnicamente definita “slurry”. Con queste caratteristiche fisiche lo smarino può essere pompato in una tubazione fino al Canale di Calma dove – eliminata l'acqua in eccesso, che viene recuperata nel circuito di carico dello *slurryfier* – viene utilizzato per il riempimento dello strato inferiore dell'opera a mare (per lo strato superiore di “capping” verrà invece utilizzato lo smarino non amiantifero proveniente dagli scavi in tradizionale, effettuati in sinistra Polcevera).

Codice giallo - presenza di amianto > 1g/kg

Per lo smarino contenuto nel silos a cui viene attribuito il codice giallo, la soluzione individuata prevede due fasi:

- lo smarino viene automaticamente sversato tramite coclea in un ulteriore silos dove è miscelato a cemento (~100 kg/mc), che “incolla” le fibre, impedendone la volatilità, e conferisce al materiale le caratteristiche geotecniche necessarie;
- l'impasto così ottenuto viene riportato in galleria e sistemato in arco rovescio, tornando in tal modo all'interno dell'ammasso che lo ha generato.

Tale procedura, come già ricordato, è conforme alle indicazioni del comma 1, punto c dell'art. 185 del D.Lgs 152/2006, come modificato dal D.Lgs 205/2010, che chiarisce che “*il suolo non contaminato e altro materiale allo stato naturale escavato nel corso di attività di costruzione, ove sia certo che esso verrà riutilizzato a fini di costruzione allo stato naturale e nello stesso sito in cui è stato escavato*” non rientra nel campo di applicazione della parte quarta del decreto “Norme in materia di gestione dei rifiuti e di bonifica dei siti inquinati”. Con questi presupposti, lo smarino scavato nei tratti potenzialmente amiantiferi delle gallerie potrà tornare, per lo scopo della costruzione, nell'arco rovescio dei tunnel, ovvero *nello stesso sito in cui è stato escavato*.

Per realizzare il riempimento dell'arco rovescio senza interrompere lo scavo in avanzamento verrà utilizzato un impianto “worm” capace di gestire la zona all'interno della quale si realizza la stesa del materiale di riempimento senza interferire con le altre attività in corso.

Le modalità esecutive per la collocazione del materiale nell'arco rovescio sono le seguenti:

- lo smarino, miscelato con cemento, viene steso nel fondo della galleria fino ad una quota non interferente con gli impianti presenti in arco rovescio: in questo modo gli eventuali interventi di manutenzione che dovessero, nel tempo, interessare le parti tecnologiche interrato non entreranno a contatto con il materiale e potranno essere effettuati senza particolari apprestamenti di sicurezza;
- dopo un breve periodo di maturazione, al di sopra dello smarino miscelato con cemento viene steso uno strato di 10 cm di conglomerato bituminoso, al fine di isolare definitivamente il materiale amiantifero dalle operazioni di cantiere. A seguire viene poi posato uno strato di terre e rocce da scavo “inerti”, provenienti dalle gallerie non amiantifere della sinistra Polcevera, di spessore variabile a seconda della pendenza trasversale della galleria, e ancora il pacchetto di pavimentazione autostradale (spessore circa 80 cm).

Codice rosso - presenza di amianto > 1g/kg e caratteristiche geotecniche scadenti

Per lo smarino contenuto nel silos a cui viene attribuito il codice rosso non esistono alternative allo smaltimento in discarica autorizzata: per consentirne la gestione in piena sicurezza il materiale viene automaticamente sversato tramite coclea in un ulteriore silos (il *bagger*), dove è additivato da speciali resine incollanti che inibiscono la volatilità delle fibre anche allo stato asciutto, e quindi inserito in big-bags per amianto che ne consentono lo stoccaggio temporaneo in cantiere ed il successivo trasporto a discarica.

Le procedure di gestione dei terreni amiantiferi (sia per gli scavi meccanizzati che per quelli in tradizionale) possono essere sintetizzate dal quadro sinottico riportato nella seguente figura.

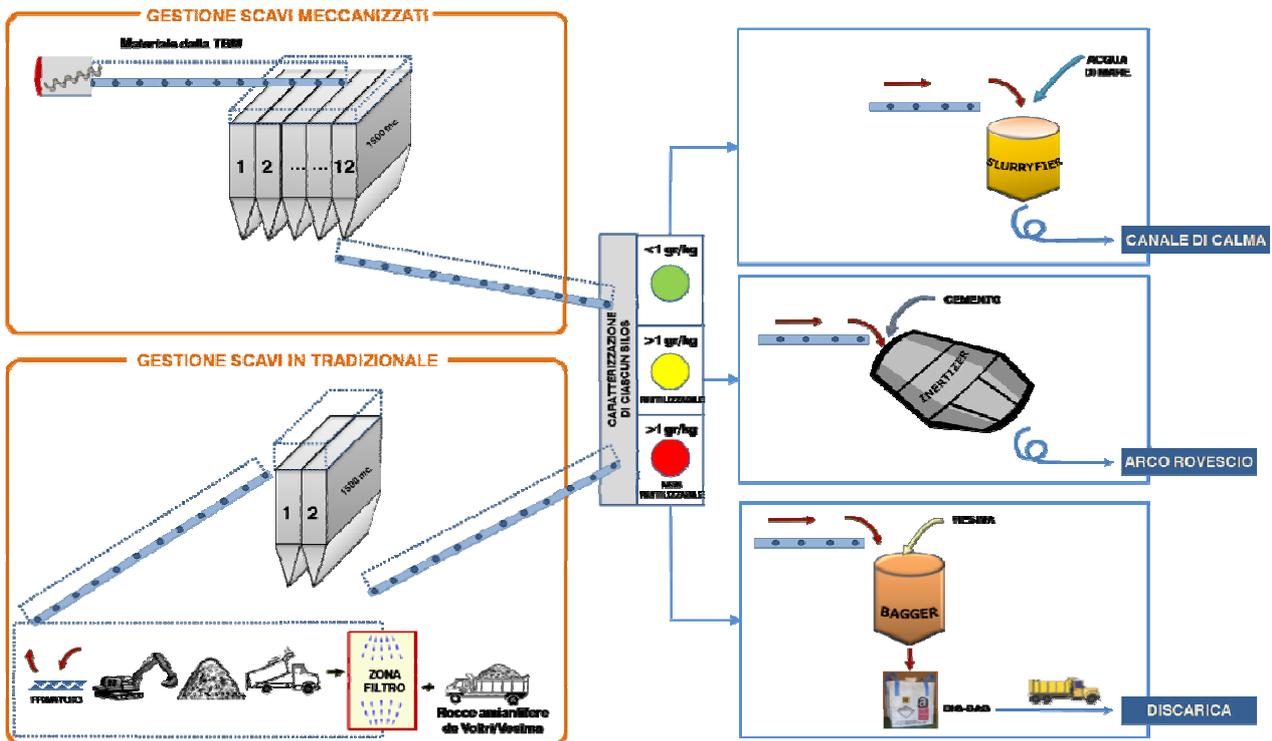


Figura 6-1 Quadro sinottico della gestione dei materiali

6.2 LO SCAVO TRADIZIONALE DI OPERE IN SOTTERRANEO

Lo scavo in modo tradizionale (esplosivo o martellone) verrà riservato:

- alle gallerie che non sono interessate da formazioni geologiche considerate potenzialmente amiantifere (cioè tutte quelle poste ad est dell'attraversamento della Val Polcevera);
- alle gallerie che per la loro limitata lunghezza, per la sezione ridotta o per la tortuosità del tracciato (innesti con altri rami in sotterraneo, bassi raggi di curvatura,..) non sono adatte alla meccanizzazione dello scavo.

Lo scavo basato sull'utilizzo di esplosivo per l'apertura di fronti di scavo è stato, fino a una ventina di anni or sono, l'unico adatto per lo scavo di gallerie in rocce coerenti dure. La metodologia si basa su alcune fasi fondamentali:

- la perforazione mediante apposite perforatrici di un adatto numero di fori sul fronte della galleria;

- il caricamento e il brillamento delle mine con cui si realizza l'abbattimento di una fetta di roccia, creando un nuovo fronte;
- lo sgombero del materiale abbattuto, che consiste nel caricamento di questo sui mezzi di trasporto e la successiva asportazione dal fronte.

Tali fasi vengono a costituire un ciclo formato da una serie ripetuta di operazioni distinte.

Più recentemente lo sviluppo tecnologico ed il progressivo ampliamento delle sezioni di scavo hanno consentito di utilizzare per l'avanzamento, anche in rocce geotecnicamente molto competenti, l'abbattimento con martelloni idraulici montati su grandi escavatori. Questo metodo, pur presentando una minore produttività di punta rispetto allo scavo con esplosivo, presenta numerosi vantaggi, tra i quali si annoverano:

- la semplificazione delle fasi di avanzamento, visto che lo smarino può essere messo in parallelo all'abbattimento e non in serie;
- la semplificazione delle complesse pratiche burocratiche necessarie per le licenze di detenzione e uso degli esplosivi;
- il miglioramento delle condizioni di potenziale pericolo dell'ambiente di lavoro;
- riduzione delle vibrazioni sull'ammasso e degli impatti sul contorno idrogeologico.

Per la realizzazione delle gallerie l'avanzamento avverrà per campi di scavo adottando le seguenti modalità operative:

- esecuzione di tampone al fronte di scavo costituito da spritz-beton;
- eventuale esecuzione di drenaggi in avanzamento, in presenza d'acqua;
- esecuzione degli interventi di pre-sostegno e consolidamento in avanzamento (infilaggi metallici, consolidamento al fronte e al contorno, ove previsti);
- scavo con martellone a piena sezione per singoli sfondi di profondità massima pari al passo centina (≤ 1 m);
- dopo ogni sfondo:
 - realizzazione di strato in spritz-beton fibrorinforzato, sia al fronte sia al contorno del cavo;
 - posa del pre-sostegno con centinatura metallica e spritz-beton (fibrorinforzato o con rete elettrosaldata);
- scavo e getto dell'arco rovescio e delle murette.

Le opere in sotterraneo possono essere suddivise in tratti caratterizzati da sezioni tipo differenti, per ciascuna delle quali vengono definite le metodologie di scavo e gli interventi di stabilizzazione. Per gli eventuali approfondimenti si rimanda agli elaborati di progetto.

In corso d'opera, comunque la gestione delle diverse sezioni previste nel progetto sarà attuata in accordo al metodo osservazionale ovvero sulla base dei dati acquisiti in corso relativamente all'effettivo comportamento dell'ammasso e del complesso terreno-struttura: rilievi geomeccanici del fronte, eventuali indagini puntuali, e dati del monitoraggio topografico, ovvero delle convergenze e dei cedimenti del piede centina. Sulla base di tali dati, infatti, sarà definita in corso d'opera l'effettiva entità dei consolidamenti da eseguire campo per campo, all'interno degli intervalli di variabilità previsti.

Nell'ambito della gestione dei materiali di scavo in sotterraneo si evidenzia come il materiale dei tamponi al fronte di spessore pari o superiore ai 10 cm e dei primi 10 cm in arco rovescio debba essere gestito come rifiuto, in virtù del loro importante volume nel primo caso e della loro potenziale contaminazione dal passaggio dei mezzi in movimento nel secondo. Nell'ottica che tali operazioni rientrino nel piano di gestione dei rifiuti secondo

l'art. 183 del D.Lgs. 152/05 ss.mm.ii., si sottolinea che anche le acque al fronte, utilizzate durante l'operazione di abbattimento delle polveri, devono essere specificatamente raccolte e trattate e che il materiale di risulta dal processo di sedimentazione deve essere considerato rifiuto.

6.2.1 Classificazione condizioni al fronte

Sulla base delle conoscenze dei terreni interessati dalle gallerie, è possibile, elaborando anche le esperienze maturate in lavori analoghi, effettuare delle previsioni sul comportamento dei terreni allo scavo, necessarie alla definizione degli interventi di stabilizzazione e degli schemi di avanzamento. Queste previsioni sono strettamente connesse con lo studio dello stato tensodeformativo instauratosi nell'ammasso al contorno della galleria e indotto dalle operazioni di scavo. Per maggiori dettagli si rimanda alla Relazione di calcolo delle gallerie autostradali realizzate in tradizionale (cfr. elaborato TUN0005 del PD).

Il comportamento del fronte di scavo è condizionato da:

- le caratteristiche di resistenza e deformabilità dell'ammasso;
- i carichi litostatici corrispondenti alle coperture presenti lungo la galleria;
- la forma e le dimensioni della sezione di scavo;
- le modalità di avanzamento.

Le sezioni tipo presentano una certa variabilità negli interventi (passo centine, interasse bulloni, numero di elementi al fronte, ecc.) in modo da potersi adattare in maniera più flessibile alla variabilità insita nell'ammasso roccioso, che sarà verificata in maniera diretta ed oggettiva nel corso degli scavi, demandando tale attività a rilievi geomeccanici del fronte e monitoraggi del comportamento deformativo del cavo.

Il comportamento del fronte di scavo, al quale è legato quello della cavità, può essere sostanzialmente di tre tipi: stabile, stabile a breve termine e instabile.

Categoria A: galleria a fronte stabile

Se il fronte di scavo è stabile, lo stato tensionale al contorno della cavità in prossimità del fronte si mantiene in campo prevalentemente elastico ed i fenomeni deformativi osservabili sono di piccola entità e tendono ad esaurirsi rapidamente. In questo caso anche il comportamento del cavo sarà stabile, mantenendosi prevalentemente in campo elastico, e quindi non si rendono necessari interventi preventivi di consolidamento, se non localizzati e in misura molto ridotta. Il rivestimento definitivo costituirà allora il margine di sicurezza per la stabilità a lungo termine.

Il sostegno risulta costituito principalmente da un sistema di bullonatura all'intorno dello scavo, con uno strato di spritz beton al contorno come cucitura delle barre e limitare la possibilità di blocchi di dimensioni relativamente limitate.

Le principali fasi esecutive sono le seguenti:

- esecuzione dei drenaggi in avanzamento (eventuali);
- esecuzione scavo a piena sezione;
- messa in opera sostegno di prima fase;
- posa in opera del sistema di impermeabilizzazione nella zona di muretta;
- getto delle murette a significativa distanza dal fronte (circa 9 diametri);
- getto dell'arco rovescio a significativa distanza dal fronte (circa 12 diametri);
- posa in opera del sistema di impermeabilizzazione e drenaggio nella zona di piedritti e calotta;

- getto del rivestimento definitivo di calotta (circa 15 diametri dal fronte).

Categoria B: galleria a fronte stabile a breve termine

Questa condizione si verifica quando lo stato tensionale indotto dall'apertura della cavità supera la resistenza meccanica del materiale al fronte, che non ha più un comportamento di tipo elastico, ma rientra nell'ambito di un comportamento di tipo elasto-plastico. I fenomeni deformativi connessi con la conseguente redistribuzione delle tensioni risultano più accentuati che nel caso precedente e producono nell'ammasso al fronte una decompressione che porta al superamento della resistenza di picco del materiale. Questa decompressione può essere opportunamente controllata e regimata con adeguati interventi di preconsolidamento del fronte e/o di consolidamento al contorno del cavo. In tale modo si fornisce l'opportuno contenimento all'ammasso, che manterrà un comportamento stabile. Nel caso non si prevedano opportuni interventi, lo stato tenso - deformativo potrà evolvere verso situazioni di instabilità del cavo durante le fasi realizzative. Anche in questo caso, il rivestimento definitivo costituirà il margine di sicurezza per il comportamento a lungo termine.

L'avanzamento è previsto con mezzi meccanici e gli sfondi medi risultano limitati (1.0m÷1.2m). Sono previste sezioni di tipo cilindrico e tronco-conico, laddove risultasse necessaria una protezione in avanzamento (ombrello di infilaggi), tipicamente per le zone a limitata copertura o in corrispondenza di zone particolarmente fratturate, ma con consistenza dell'ammasso ancora lapidea.

Le principali fasi esecutive sono le seguenti:

- esecuzione dei drenaggi in avanzamento (eventuali);
- realizzazione consolidamento del fronte attraverso elementi in vetroresina (VTR) (dove previsto);
- realizzazione intervento di protezione in calotta mediante ombrello di infilaggi metallici (dove previsto);
- scavo del campo di avanzamento, attraverso una sequenza ripetuta di fasi di scavo e messa in opera del sostegno di prima fase;
- posa in opera del sistema di impermeabilizzazione nella zona di muretta;
- getto delle murette ed arco rovescio (accoppiati) ad una distanza variabile da 1.5 diametri a 6-12 diametri;
- posa in opera del sistema di impermeabilizzazione e drenaggio nella zona di piedritti e calotta;
- getto del rivestimento definitivo di calotta.

Categoria C: galleria a fronte instabile

L'instabilità progressiva del fronte di scavo è attribuibile ad un'accentuarsi dei fenomeni deformativi in campo plastico, che risultano immediati e più rilevanti, manifestandosi prima ancora che avvenga lo scavo, oltre il fronte stesso. Tali deformazioni producono una decompressione significativa dell'ammasso al fronte e portano ad un progressivo e rapido decadimento delle caratteristiche geomeccaniche del materiale. Questo tipo di decompressione più accentuata deve essere contenuta prima dell'arrivo del fronte di scavo e richiede pertanto interventi di preconsolidamento sistematici in avanzamento, che consentano di creare artificialmente l'effetto arco capace di far evolvere la situazione verso configurazioni di equilibrio stabile.

L'avanzamento è previsto con mezzi meccanici e gli sfondi medi risultano limitati (1.0m).

Il trattamento al contorno è previsto attraverso iniezioni cementizie (per sezioni cilindriche) ovvero con realizzazione di colonne jet-grouting (per sezioni tronco coniche).

L'intervento di consolidamento al fronte di scavo viene realizzato attraverso le medesime metodologie delle soluzioni al contorno, prevedendo la messa in opera di elementi VTR cementati oppure colonne micro jet armate con VTR.

Le principali fasi esecutive sono le seguenti:

- esecuzione dei drenaggi in avanzamento (eventuali);
- realizzazione consolidamento del fronte attraverso elementi in vetroresina (VTR) ovvero micro jet armati con VTR;
- realizzazione intervento al contorno del cavo e al piede;
- scavo del campo di avanzamento, attraverso una sequenza ripetuta di fasi di scavo e messa in opera del sostegno di prima fase;
- posa in opera del sistema di impermeabilizzazione nella zona di muretta;
- getto delle murette ed arco rovescio (accoppiati) ad una distanza limitata dal fronte (0.5÷1.5 diametri);
- posa in opera del sistema di impermeabilizzazione e drenaggio nella zona di piedritti e calotta;
- getto del rivestimento definitivo di calotta.

6.2.2 Le procedure per lo scavo tradizionale di terreni potenzialmente amiantiferi

Lo scavo con metodo tradizionale dei terreni amiantiferi riguarda esclusivamente le gallerie dell'attraversamento delle vallate di Voltri (Voltri Est ed Ovest, Bric del Carmo, Ciocia e Delle Grazie) che – per l'estrema brevità di sviluppo o la variabilità della sezione – non sono idonee all'utilizzo di tecnologie di scavo meccanizzato.

L'elaborato progettuale APG0004 "Linee guida per la gestione delle terre e rocce da scavo" (a cui si rimanda per gli opportuni approfondimenti) illustra nel dettaglio gli apprestamenti ed i processi previsti per l'applicazione in sicurezza di questa tecnologia esecutiva in presenza di rocce amiantifere, che in sintesi possono essere così riassunti:

1. l'esposizione dei lavoratori al contatto con la roccia amiantifera sarà limitato al solo tratto limitrofo al fronte di scavo in cui si sta procedendo con l'avanzamento: le superfici scavate verranno quanto prima ricoperte con spritz-beton in modo da ridurre l'estensione del "pericolo" in termini di tempo e di entità;
2. il fronte della galleria – dove saranno in corso gli scavi di avanzamento – verrà isolato dal resto del tunnel, creando una "camera di scavo" tramite l'installazione di una barriera fisica a tutta sezione. Tramite un'ulteriore barriera verrà realizzata una "zona filtro" tra la camera di scavo e la galleria, per consentire il lavaggio dei mezzi che escono dalla camera di scavo e il cambio di indumenti alle maestranze;
3. ovviamente i lavoratori soggetti all'esposizione all'amianto saranno dotati degli opportuni dispositivi di protezione individuale (DPI) e tutto l'ambiente di lavoro (camera di scavo e tratti di galleria scavata) verrà monitorato per verificare l'assenza di fibre.

In merito all'individuazione della pericolosità dei materiali scavati - benchè gli elaborati progettuali GEO0179÷183 forniscano un'utile indicazione preventiva sull'attraversamento di porzioni rocciose con diverso tenore di contenuto di fibre amiantifere – si ricorda che la destinazione finale dei materiali stessi dipende dalla combinazione delle determinazioni analitiche sui tenori di amianto e sui metalli pesanti. Pertanto, in corso d'opera, il materiale dovrà essere caratterizzato, con le seguenti modalità:

- lo smarino progressivamente prodotto dalle gallerie Bric del Carmo e Delle Grazie verrà trasportato al cantiere di Bolzaneto utilizzando i nastri delle TBM e verrà temporaneamente depositato in una serie di silos, per poi essere caratterizzato;
- il materiale delle gallerie Voltri Est, Voltri Ovest e Ciocia, per poter essere movimentato, dovrà essere caratterizzato preventivamente o in avanzamento; lo smarino progressivamente prodotto (al netto delle quantità reimmesse negli archi rovesci delle gallerie) verrà quindi trasportato con speciali autocarri al cantiere di Bolzaneto, dove – all’interno di un ambiente stagno e dotato di apposite zone filtro e lavaggio dei mezzi d’opera – verrà frantumato, per ridurlo ad una pezzatura simile al fresato della TBM, e temporaneamente depositato nei silos, per poi essere eventualmente ri-caratterizzato (per scrupolo e conferma della procedura di gestione prevista).

A seconda del risultato delle prove di laboratorio in merito al contenuto di amianto, possono verificarsi le stesse tre situazioni descritte per lo scavo meccanizzato (“codice verde”, “codice giallo” e “codice rosso”).

Le procedure di gestione dei terreni amiantiferi possono essere sintetizzate dal quadro sinottico riportato in Figura 6-1.

6.3 LO SCAVO DI OPERE ALL’APERTO

Gli scavi all’aperto saranno eseguiti con le seguenti metodologie (per il dettaglio delle diverse fasi di scavo e del tipo di intervento si rimanda agli elaborati di progetto relativi alla cantierizzazione):

- scavi di sbancamento: eseguiti con mezzi meccanici (escavatori con benna e/o martellone, pale meccaniche e autocarri);
- scavi di fondazione a sezione obbligata: eseguiti con mezzi meccanici (escavatori con benna e/o martellone, pale meccaniche e autocarri);
- scavi di fondazione con micropali o pali di grande diametro: eseguiti con mezzi meccanici (trivelle di perforazione, escavatori con benna e/o martello, pala meccanica, autocarri, autobetoniera e pompa spritz).

6.3.1 Le procedure per lo scavo all’aperto di terreni potenzialmente amiantiferi

Lo scavo in rocce amiantifere – oltre che in sotterraneo - è effettuato per quantitativi più modesti anche nei seguenti casi particolari:

- scavi all’aperto nella zona di Vesima, Voltri e Varenna;
- scavi con microtunneling nella zona di Voltri.

Per l’esecuzione degli sbancamenti stradali o degli scavi di fondazione dei viadotti in terreni amiantiferi – condizione da accertare tramite apposito monitoraggio dell’aria localizzato prima di avviare i lavori – dovranno essere utilizzati sistemi alternativi al confinamento dell’area di scavo, chiaramente impossibile per la vastità della zona di lavoro.

La soluzione individuata è mutuata dall’esperienza dei lavori di bonifica nella ex-cava amiantifera di Balangero dove, per operare sul terreno contaminato dalle fibre, viene creata una “bolla” di sicurezza utilizzando dei *fog-cannon*. Attorno alla zona di lavoro viene installato un sistema di monitoraggio dell’aria che verifica il funzionamento del sistema. Nell’elaborato progettuale APG0004 “Linee guida per la gestione delle terre e rocce da scavo” (a cui si rimanda per gli opportuni approfondimenti) vengono prescritte le

limitazione al sistema, principalmente costituite dall'eccesso di vento che può disturbare la formazione della "bolla" di nebbia.

Gli scavi per la realizzazione degli imbocchi dei 3 cunicoli di drenaggio, realizzati con *microtunnelling* e previsti nella zona amiantifera di Voltri, verranno gestiti come gli altri scavi all'aperto, utilizzando dei *fog-cannon*.

Il materiale di scavo, per poter essere movimentato, dovrà essere caratterizzato preventivamente o in avanzamento; lo smarino progressivamente prodotto (al netto delle quantità riutilizzate in sito) verrà quindi trasportato con speciali autocarri al cantiere di Bolzaneto, dove verrà frantumato e temporaneamente depositato nei silos, per poi essere eventualmente ri-caratterizzato (per scrupolo e conferma della procedura di gestione prevista).

Le procedure di gestione dei terreni amiantiferi possono essere sintetizzate dal quadro sinottico riportato in Figura 6-1.

6.4 NORMALE PRATICA INDUSTRIALE

Si fa principale riferimento all'art. 1, comma 1, lettera p) e all'art. 4, comma 1, lettera c) del Regolamento ministeriale relativamente alle operazioni di normale pratica industriale effettivamente condotte.

Le operazioni di normale pratica industriale sono finalizzate a migliorare le caratteristiche merceologiche, tecniche e prestazionali dei materiali da scavo per il loro utilizzo, con riferimento a quanto indicato all'Allegato 3 del Regolamento. Le lavorazioni effettuate sui materiali di scavo per ottimizzarne l'utilizzo costituiscono, ai sensi del citato Allegato 3, un trattamento di normale pratica industriale in quanto non incidono sulla classificazione come sottoprodotto dei materiali da scavo, non ne modificano le caratteristiche chimico-fisiche, bensì consentono di rendere maggiormente produttivo e tecnicamente efficace l'utilizzo di tali materiali (in sostanza si tratta delle stesse lavorazioni che si praticano sui materiali di cava proprio per ottimizzarne l'utilizzo), ferma restando la compatibilità delle frazioni ottenute con i siti di destinazione.

L'attività di gestione delle terre e rocce da scavo di cui al presente Piano di Utilizzo prevede il ricorso a talune tipologie di operazioni di normale pratica industriale ai sensi dell'art. 1 comma 1 lettera p) del Regolamento, di seguito descritte.

6.4.1 Vagliatura

La vagliatura verrà realizzata tramite macchinari idonei che consentono la separazione delle diverse granulometrie. I cumuli a valle del vaglio verranno poi presi in carico per essere inviati, in funzione della rispettiva classe granulometrica:

- a) all'impianto di frantumazione;
- b) all'impianto di betonaggio (presente nei cantieri industriali CI.03, CI.04, CI.07 e CI.11 e nel cantiere di imbocco CI.25), per la produzione di calcestruzzi e di misti stabilizzati/ cementati.

Il sistema di vagliatura del materiale è previsto all'interno dei cantieri industriali CI.04, CI.05, CI.06 e CI.12.

6.4.2 Frantumazione

L'impianto di frantumazione consente la frantumazione del materiale lapideo per produrre una geometria del materiale a spigoli vivi avente una granulometria che rientri nel fuso

granulometrico da utilizzare per la realizzazione delle opere a progetto in terra (rilevati, sottofondazioni per pavimentazioni, ritombamenti, modellazioni morfologiche, sistemazioni ambientali).

Il materiale ottenuto dall'impianto di frantumazione verrà inviato direttamente all'impianto di betonaggio (presente nei cantieri industriali CI.03, CI.04, CI.07 e CI.11 e nel cantiere di imbocco CI.25) per la produzione di calcestruzzi e di misti stabilizzati/cementati.

Gli impianti di frantumazione sono previsti all'interno dei cantieri industriali CI.04, CI.05, CI.06 e CI.12.

6.4.3 Stabilizzazione a cemento

Il trattamento a cemento di una terra consiste nella miscelazione intima della stessa con cemento e con acqua in quantità tali da modificare attraverso reazioni chimico-fisiche le sue caratteristiche di lavorabilità e di resistenza meccanica in opera. La risposta dei terreni al trattamento dipende essenzialmente dalla quantità e natura dei minerali argillosi e della silice amorfa in essi contenuta.

I principali aspetti positivi legati al trattamento a cemento delle terre sono:

- incremento della capacità portante della terra sia a breve sia a lungo termine sotto le azioni cicliche veicolari anche in presenza di acqua;
- aumento del modulo elastico dell'eventuale base granulare sovrastante lo strato stabilizzato;
- sostanziale riduzione delle deflessioni in fase di esercizio del piano viabile o rotabile sovrastante sottofondazioni o fondazioni stabilizzate.

Il trattamento a cemento è previsto, ad esempio, per l'ottenimento delle caratteristiche geotecniche di portanza previste progettualmente, nella realizzazione degli archi rovesci delle gallerie.

Tale scelta progettuale porta notevoli vantaggi, tra i quali:

- un importante risparmio nello sfruttamento degli inerti provenienti da cava;
- la conseguente eliminazione del traffico veicolare di cantiere sulla viabilità ordinaria (il trasporto del materiale dallo scavo alla sistemazione avverrà all'interno del cantiere stesso).

Si precisa, inoltre, che il trattamento a cemento è previsto esclusivamente per la realizzazione dell'arco rovescio e che verrà effettuato in ambiente confinato, pertanto senza interferire con aree sensibili.

6.4.4 Riduzione elementi/materiali antropici

Tra le operazioni di normale pratica industriale, sempre ai sensi dell'allegato 3 del Regolamento, è considerata anche la possibilità di eseguire operazioni manuali o meccaniche finalizzate alla riduzione della quantità di materiale antropico presente nei volumi di terreno scavati.

Tali materiali antropici, riferibili alle necessarie operazioni per l'esecuzione dello scavo, sono indicati nel seguito.

Presenza di elementi in vetroresina (VTR)

Nell'ambito dei lavori di realizzazione delle opere e soprattutto delle operazioni di consolidamento al fronte di scavo in sotterraneo è previsto l'utilizzo di elementi tubolari in vetroresina (VTR).

Nelle fasi di consolidamento del fronte sono previsti VTR iniettati con miscele cementizie e additivo accelerante, generalmente a bassa pressione, in una quantità variabile a seconda delle condizioni di stabilità del fronte stesso.

I VTR valvolati e iniettati ad alta pressione vengono eseguiti specialmente al contorno. I VTR al fronte contribuiscono alla stabilità dello stesso attraverso la loro elevata resistenza a sollecitazioni di trazione.

Le armature in vetroresina potranno essere costituite da armature tubolari Φ 60/40 mm, spessore 10 mm, o da elementi strutturali assemblati in cantiere, costituiti da 3 piatti (40 mm x 7 mm o 40 mm x 5 mm) montati su appositi distanziatori di materiale plastico e diametro variabile da 60 a 100 mm ad interasse di circa 1 m.

L'armatura in vetroresina dovrà essere prodotta con resina poliesteri termoindurente rinforzata con fibre di vetro; il contenuto in peso della fibra di vetro non dovrà essere inferiore al 55%.

Nel caso di armature tubolari, il tubo dovrà avere le dimensioni previste in progetto; l'aderenza della superficie esterna del tubo dovrà essere migliorata mediante fresatura elicoidale della profondità di almeno 1 mm od altro procedimento equivalente che conferisca al tubo elevata resistenza allo sfilamento.

La lunghezza del tubo dovrà essere conforme a quella di progetto, fino ad un massimo di 15 – 18 m di lunghezza preferibilmente in un unico pezzo.

Per un maggiore approfondimento si rimanda alla Relazione di calcolo gallerie autostradali realizzate in tradizionale (cfr. elaborato TUN0005 del PD).

Utilizzo di additivi di tipo bentonitico o polimerico

Nella fase di realizzazione di opere strutturali e idrauliche (a protezione di scavi profondi, o di stabilizzazione al piedi di movimenti franosi, ecc.), vengono eseguiti lavori di perforazione di pozzi o scavi di paratie.

Lo scavo per pali e/o diaframmi viene spesso realizzato a partire dal piano campagna secondo allineamenti delimitati mediante la formazione di appositi cordoli guida in c.a.. Il sostentamento delle pareti di scavo viene garantito attraverso l'impiego di miscele cementizie.

Nel caso dello scavo in sotterraneo con l'utilizzo di elementi tubolari in vetroresina (VTR) necessari al consolidamento dei fronti di scavo delle gallerie naturali, vengono iniettate miscele cementizie e additivi acceleranti.

Le miscele impiegate possono essere di diverso tipo, ad esempio:

- miscela viscosa terreno-bentonite (il terreno è quello risultante dallo scavo mescolato in situ o ex situ con bentonite);
- miscela di terreno-cemento-bentonite (l'argilla garantisce la bassa permeabilità richiesta, mentre il cemento conferisce la resistenza necessaria per opporsi ai gradienti idraulici presenti nel sottosuolo);
- miscela di cemento, additivi polimerici, bentonite, inerti ed acqua (soprattutto in terreni sciolti o compressibili);
- miscela terreno-additivo polimerico.

Tali miscele fluide, sia per perforazioni che per consolidamenti, hanno alcune peculiarità che permettono maggiori velocità di avanzamento e quindi maggiori produzioni in minor tempo, miglior protezione da cedimenti o franamenti, maggiore stabilità per la ridotta presenza di acqua libera e maggior protezione delle falde stesse.

In generale, a tutela delle qualità ambientali dei terreni e delle falde acquifere interferite, dovranno essere impiegate miscele e prodotti additivi dalle caratteristiche ambientalmente compatibili.

Infine, nello scavo meccanizzato (come ampiamente descritto all'inizio del presente capitolo), il materiale viene condizionato con particolari additivi chimici (schiume e polimeri, nel caso di fresa EPB) o con fluido bentonitico (nel caso di fresa HydroShield). A tal riguardo, si precisa che è stata eseguita una ricerca, con la collaborazione di centri di ricerca di eccellenza universitari (Politecnico di Torino e Università di Genova), per la valutazione degli effetti di condizionamento dei materiali durante le fasi di scavo e della loro compatibilità ambientale. Si rimanda alla Relazione di caratterizzazione (cfr. elaborato APG0006 del PD) per gli opportuni approfondimenti. In questa sede si richiamano le principali attività svolte:

- una approfondita campagna di prove sperimentali, atte a stabilire il contenuto ottimale di acqua e condizionante da utilizzare come “valore di progetto” nel caso di frese EPB (Politecnico di Torino, Dipartimento di Ingegneria del Territorio, dell'Ambiente e delle Geotecnologie);
- uno studio sul contenuto residuo della bentonite dopo il trattamento di separazione nel detrito di scavo, nel caso di frese HydroShield, partendo da una ricerca bibliografica relativa al settore e trovando poi indicazioni utili e dati significativi direttamente presso i produttori di macchine di scavo, i produttori di bentonite e le imprese che utilizzano macchine a contropressione di fango bentonitico per lo scavo di micro tunnel (in collaborazione con il Politecnico di Torino);
- una caratterizzazione chimica dei materiali che saranno movimentati, per valutare il potenziale impatto degli additivi e dei condizionanti sul materiale di scavo e per verificare la compatibilità ambientale degli stessi, anche nel tempo, prevedendo il loro comportamento in fase di deposito, nonché l'interazione con l'acqua di mare (Università di Genova, Centro per lo Sviluppo della Sostenibilità dei Prodotti – Ce.Si.S.P.).

Dalle attività svolte emerge che la maggior parte del materiale proveniente dallo scavo meccanizzato, sottoposto ad analisi con aggiunta di bentonite naturale (fresa HydroShield) e/o di prodotto condizionante (fresa EPB), non presenta problemi di comportamento chimico, né problemi di compatibilità ambientale, in relazione all'interazione tra matrici solide e liquide.

6.5 GESTIONE DEI MATERIALI IDENTIFICATI COME NON SOTTOPRODOTTI

Le seguenti tipologie di materiali di scavo sono identificate quali rifiuto e quindi opportunamente gestite:

- i materiali di risulta derivanti da perforazioni profonde per la realizzazione di pali e diaframmi e dalla bagnatura del fronte di scavo;
- i tamponi al fronte di scavo costituiti da spritz-beton (nel caso di scavo tradizionale), con spessore definito per le condizioni di sosta prolungata, anche fibrorinforzato o armato con rete;
- la parte superficiale in arco rovescio (nel caso di scavo tradizionale) per la potenziale contaminazione dal passaggio dei mezzi in movimento;
- le terre con contenuto di amianto superiore a 1g/kg e caratteristiche geotecniche scadenti (nel caso di scavo meccanizzato).

Nell'ottica che tali operazioni rientrino in un piano di gestione dei rifiuti secondo l'art. 183 comma 1 lett. a) del D.Lgs. 152/05 ss.mm.ii., si sottolinea anche che le acque, utilizzate durante l'operazione di abbattimento delle polveri (al fronte e negli scavi all'aperto), saranno specificatamente raccolte e trattate e che il materiale di risulta dal processo di

sedimentazione, costituito da polveri di perforazione, boiacche e additivi, sarà considerato rifiuto.

Il materiale qualificato come rifiuto sarà poi gestito internamente alle aree a servizio della cantierizzazione individuate presso i cantieri industriali di Bolzaneto (Cl.14) e Campursone (Cl.06).

7 SITI DI MOVIMENTAZIONE DEI MATERIALI DA SCAVO

La suddivisione del tracciato in 8 ambiti (Genova Ovest; Torbella e Genova Est; Bolzaneto; Monterosso; Varenna; Amandola; Vesima e Voltri; Opera a mare) risulta funzionale anche alla descrizione dei siti di produzione dei materiali di scavo e dei siti di destinazione, intesi anche come di deposito intermedio, individuati all'interno di ciascun tratto autostradale.

La successiva tabella riporta i volumi di terre da scavo per ciascun ambito individuato; la produzione complessiva è di 12.051.163,9 mc (volume rigonfiato), di cui 5.380.059 mc di materiale non contenente amianto e 6.671.104,9 mc di materiale con possibile contenuto di amianto.

La suddivisione in tratte non è da intendersi nel senso che ciascuna tratta sia di per sé autonoma dal punto di vista della gestione dei materiali da scavo ma è semplicemente funzionale ad una trattazione più dettagliata delle specifiche caratteristiche tratto per tratto, produzione e fabbisogno di terre compresi, all'interno comunque di una visione organica dell'intero intervento e del bilancio complessivo dei materiali da scavo.

Tabella 7-1 Volumi complessivi movimentati

Ambito	Scavi [mc]		Riutilizzi [mc]			
	Materiale non contenente amianto	Materiale con possibile contenuto di amianto	Imbocchi/ opera a mare/ riempimenti	Arco rovescio	Cls non strutturali	Pavim. Bianche
Genova Ovest	240.393	0	44.906	11.760	65.685,00	25.315,09
Torbella e Genova Est	2.366.057	0	432.617	335.705,6	139.338,64	58.393,79
Bolzaneto	2.214.439	0	197.624	120.732	64.348,86	162.230,58
Monterosso	559.170	2.215.055	0	334.800	0	0
Varenna	0	0	297.011	0	11.671,08	1.488,79
Amandola	0	2.682.728	0	324.000	0	0
Vesima e Voltri	0	1.773.321,9	345.385	141.764	95.503,87	24.821,75
Opera a mare	0	0	8.639.812,9	0	19.627,55	0
Totale	5.380.059	6.671.104,9	9.957.355,9	1.268.761,6	396.175	272.250
TOTALE	12.051.163,9		11.894.542,5			

La differenza tra scavi (12.051.163,9 mc) e riutilizzi (11.894.542,5 mc) è data dalla previsione di materiale con elevato contenuto di amianto e caratteristiche geotecniche scadenti (circa 156.622 mc), destinato a discarica speciale.

La seguente tabella mostra le tipologie di riutilizzo previste per i materiali scavati in ciascun ambito, in funzione delle caratteristiche tecniche dei materiali stessi; non vengono considerati i due ambiti a cui non sono attribuiti volumi di scavo (Varenna e Opera a mare), come si evince dalla precedente tabella. Le caratteristiche tecniche dei materiali sono idonee ai riutilizzi previsti.

Tabella 7-2 Tipologie di riutilizzo per ambito

Ambito	Tipologie di riutilizzo					
	Imbocchi	Opera a mare	Riempimento Campursone	Arco rovescio	Cls non strutturali	Pavim. Bianche
Genova Ovest	X	X	X	X		X
Torbella e Genova Est	X	X	X	X	X	X
Bolzaneto	X	X	X	X		X
Monterosso		X		X		
Amandola		X		X		
Vesima e Voltri		X		X		

Gli scavi in sponda destra del Polcevera (Ambiti Bolzaneto - parte, Monterosso, Amandola, Voltri e Vesima) interessano terreni potenzialmente amiantiferi. Lo smarino prodotto viene trasferito a Bolzaneto (cantiere Cl.13), dove viene caratterizzato (cantiere Cl.14) e destinato ai vari utilizzi previsti dalla normativa a seconda del tenore amiantifero delle rocce: a) opera a mare, b) riempimento dell'arco rovescio delle gallerie, oppure c) discarica speciale.

Gli scavi in sponda sinistra del Polcevera (Ambiti Bolzaneto - parte, Torbella, Genova Est e Genova Ovest) interessano terreni non amiantiferi. Lo smarino prodotto viene trasferito nel sito di Campursone (cantiere Cl.06) e destinato ai vari utilizzi previsti: a) opera a mare, b) riempimento dell'arco rovescio delle gallerie, oppure c) ripristino degli imbocchi.

I sottoprodotti (cfr. Tabella 7-3), pertanto, sono generati nei sopra citati siti di Bolzaneto e Campursone (rispettivamente per gli scavi in sponda destra e sinistra del Polcevera) e da tali siti vengono gestiti e destinati ai diversi ambiti.

Tabella 7-3 Scavi complessivi ovest ed est Polcevera

Ambito	Scavi [mc]	
	Materiale non contenente amianto	Materiale con possibile contenuto di amianto
Bolzaneto	559.170	6.671.104,90
Campursone	4.820.889	0
Totale	5.380.059	6.671.104,9
TOTALE	12.051.163,9	

Di seguito, per ciascun ambito, vengono elencate le aree, le opere ed i siti relativi alla produzione e destinazione dei materiali da scavo ed in genere alla loro movimentazione; gli elaborati grafici allegati al presente Piano (cfr. APG0010_001÷009, riportati in Allegato 6) riportano l'ubicazione di tali siti.

Vengono inoltre riportate le caratteristiche previste dei materiali di scavo e le corrispondenti volumetrie; per un approfondimento sulle metodologie di scavo e sulle normali pratiche industriali che saranno adottate si rimanda al Capitolo 6.

Non sono riportati, per i minori volumi movimentati, quei siti di produzione o destinazione terre relativi ad opere e lavorazioni minori (quali cavalcavia, sottovia, tombinature, bonifica del piano di posa, ecc.).

7.1 AMBITO GENOVA OVEST

7.1.1 Principali siti di produzione terre

I principali siti di produzione terre sono:

- Galleria Moro 1;
- Galleria Moro 2;
- Galleria Granarolo - vedi ambito Torbella e Genova Est;
- Galleria Forte Begato - vedi ambito Torbella e Genova Est;
- Area cantiere di imbocco CI.30 (gallerie Moro 1 e Granarolo lato GE);
- Area cantiere di imbocco CI.31 (gallerie Moro 1 e Moro 2 lato GE Aeroporto);
- Viabilità di servizio VS.10A.

7.1.2 Principali siti di utilizzo terre

I principali siti di riutilizzo terre sono:

- Sistemazione imbocchi gallerie Moro 1 e Granarolo lato GE;
- Sistemazione imbocchi gallerie Moro 1 e Moro 2 lato Genova Aeroporto;
- Arco rovescio galleria Moro 1;
- Arco rovescio galleria Moro 2.

7.1.3 Inquadramento territoriale, urbanistico e vincoli

L'ambito ricade interamente all'interno del Comune di Genova, nella porzione territoriale oggetto della Variante 2009 al PUC, c. d. "Variantona", approvata con DCC n. 73/2010 e vigente in salvaguardia. Le zone e sottozone complessivamente interessate, nelle porzioni territoriali in cui l'opera corre in superficie, sono riportate nella seguente tabella.

Tabella 7-4 PUC: zone territoriali interessate

<i>Aree</i>	<i>Zone</i>	<i>Sottozone</i>	<i>Regime normativo</i>
Imbocco gallerie Moro 1 e Moro 2	Tessuto agricolo (E)	EB	CO
Cantiere industriale CI.05	Tessuto urbano (B)	BB - RQ	
	Area di rispetto e salvaguardia (W)	W	
	Infrastrutture (X)	XA	
	Tessuto agricolo (E)	EB	CO
Cantiere di imbocco CI.30 (galleria Granarolo lato GE)	Infrastruttura	XV	
	Tessuto Agricolo	EM	MA
Cantiere di imbocco CI.31 (gallerie Moro 1 e Moro 2 lato GE Aeroporto)	Infrastruttura	XA	
	Area di rispetto e salvaguardia	W	
Campo base CB.01	Ambito disciplinato dal PTC IP ACL	25 (AI 15)	
Viabilità di servizio VS.10	Tessuto agricolo (E)	EM	MA

Con riferimento al Progetto Preliminare di PUC, adottato dal Consiglio Comunale con Delibera n. 92 del 7 Dicembre 2011, l'analisi è limitata alle aree di imbocco delle gallerie, dal momento che l'opera in progetto è prevista dal Piano. Le tipologie di ambiti adiacenti il

tracciato di progetto o interessate dalle aree di imbocco delle gallerie sono riportate nella seguente tabella.

Tabella 7-5 Progetto Preliminare PUC: ambiti interessati

<i>Aree di imbocco</i>	<i>Ambiti di Piano</i>
Gallerie Moro 1 e Granarolo GE	Ambito di conservazione nel territorio non insediato (AC – NI)
Gallerie Moro 1 e Moro 2 lato GE Aeroporto	Ambito di conservazione nel territorio non insediato (AC – NI)

Sempre con riferimento alle parti in cui l’opera in progetto corre in superficie, nell’ambito in esame sono presenti i vincoli riportati nella seguente tabella.

Tabella 7-6 Beni paesaggistici e culturali presenti nell’ambito

Categoria	Riferimento normativo	Vincolo
Beni paesaggistici	Lettere c) e d) dell’art. 136 del D.Lgs 42/2004	Bellezze “d’insieme”: “Aree soprastanti il piazzale Belvedere”
	Lettera g) dell’art. 142 del D.Lgs 42/2004	Vincolo paesaggistico relativo a “territori coperti da foreste e da boschi” nelle seguenti aree: <ul style="list-style-type: none"> • <i>Cantiere di imbocco CI.31 (gallerie Moro 1 e Moro 2 lato GE Aeroporto)</i> • <i>Cantiere industriale CI.05</i> • <i>Campo base CB.01</i>

L’area vincolata “Aree soprastanti il piazzale Belvedere” (DM 11.12.1956, Codice vincolo 070195) è interessata dall’infrastruttura di progetto, seppur per modestissima entità. Gli interventi oggetto di tale interferenza (cfr. figura seguente) sono difatti rappresentati dagli imbocchi delle gallerie Granarolo lato GE e Moro 1 (e quindi dall’area del cantiere di imbocco CI.30 e dalla viabilità di servizio VS.10), peraltro ricadenti pressoché interamente all’interno dell’attuale piazzale di esazione del casello di Genova Ovest; inoltre, il cantiere industriale “demolizione elicoidale” (CI.05) risulta nelle vicinanze di tale area.

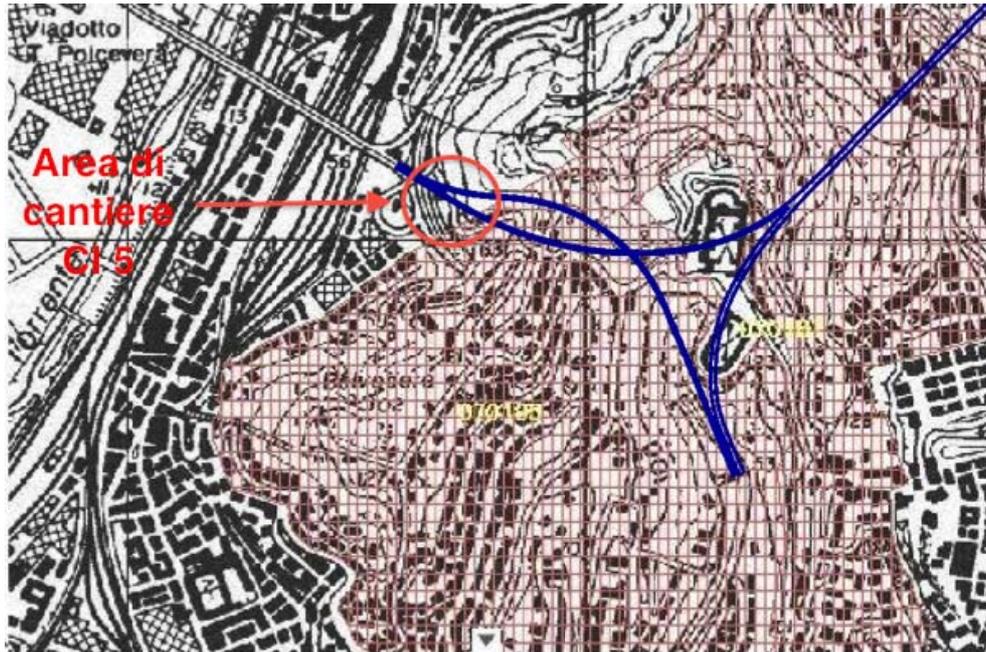


Figura 7-1 Beni paesaggistici ex art. 136 lett. c) d) D.Lgs 42/2004: Aree soprastanti il piazzale Belvedere” (Fonte: immagine tratta da www.liguriavincoli.it)

Nell’ambito in esame non sono presenti aree della Rete Natura 2000.

7.1.4 Inquadramento geologico-geomorfologico

Si ripercorre virtualmente il tracciato (cfr. elaborati GEO014 e GEO018 del PD). Nell’ambito in esame rientrano:

- circa 3 km dell’asse 3 (A7 direzione Nord), dal km 0+000 al km 2+900 (primo tratto della galleria Granarolo);
- circa 1,5 km della rampa 1 dell’interconnessione di Torbella (collegamento A7 Nord – A12 Est), dal km 0+000 al km 1+600 (primo tratto galleria Forte Begato);
- le due rampe dell’interconnessione di Genova Ovest:
 - rampa 1 (collegamento A7 Nord – A10 Ovest) (galleria Moro 1);
 - rampa 2 (collegamento A10 Est - A7 Nord) (galleria Moro 2).

Asse 3

Galleria Granarolo:

- vedi ambito Torbella e Genova Est.

Interconnessione di Torbella – Rampa 1

Galleria Forte Begato:

- vedi ambito Torbella e Genova Est

Interconnessione di Genova Ovest

Rampa 1 (collegamento A7 Nord – A10 Ovest):

- Lo scavo in sotterraneo (galleria Moro 1), esteso tra la progressiva km 0+170 e km 0+990 avverrà interamente all’interno delle sequenze pelitico-arenacee della Formazione di Ronco che mostrano immersioni dei piani di strato verso i quadranti orientali con sviluppo di pieghe isoclinali alla mesoscala. In corrispondenza degli imbocchi, gli scavi interesseranno depositi eluvio-colluviali ed il sottostante orizzonte di alterazione del substrato con spessore complessivo di circa 10÷15 m.

- In tale contesto le principali problematiche di natura geologica saranno connesse a problemi di instabilità di porzioni del fronte e difficoltà connesse allo scavo in situazione di fronte misto. Elemento di criticità è costituito dal sottopasso dell'asse A10 Est – A7 Nord che avviene con un setto di roccia limitato. Particolare attenzione dovrà inoltre essere prestata alla progettazione e realizzazione delle opere di imbocco che coinvolgono l'orizzonte più allentato ed alterato del substrato lapideo ed i sovrastanti depositi eluvio-colluviali con spessori complessivi di 10÷15 m.
- Per quanto concerne le problematiche di natura idrogeologica, la ridotta permeabilità della formazione attraversata porta a ritenere probabili situazioni di stillicidio diffuso, con limitate venute moderate in corrispondenza dell'attraversamento delle fasce tettonizzate e delle porzioni corticali più allentate dell'ammasso roccioso.

Rampa 2 (collegamento A10 Est - A7 Nord):

- Lo scavo (galleria Moro 2) avverrà interamente all'interno delle sequenze pelitico-arenacee della Formazione di Ronco. All'interno della Formazione di Ronco sono stati individuati orizzonti ad intensa tettonizzazione, con sviluppo di brecce distribuiti in particolare tra le progressive km 0+770 e km 1+000 circa. In corrispondenza dell'imbocco gli scavi interesseranno depositi eluvio-colluviali ed il sottostante orizzonte di alterazione del substrato con spessore complessivo di circa 10÷15 m.
- Per quanto concerne le principali problematiche di natura geologica connesse allo scavo della galleria in progetto si evidenziano problemi di instabilità di porzioni del fronte, problemi di instabilità del fronte e del cavo nei tratti di attraversamento delle zone tettonizzate e difficoltà connesse allo scavo in situazione di fronte misto. Elemento di criticità è costituito dal sottopasso dell'asse A7 Nord – A10 Ovest che avviene con un setto di roccia limitato. Particolare attenzione dovrà inoltre essere prestata alla progettazione e realizzazione delle opere di imbocco che coinvolgono l'orizzonte più allentato ed alterato del substrato lapideo ed i sovrastanti depositi eluvio-colluviali con spessori complessivi di 10÷15 m.
- Per quanto concerne le problematiche di natura idrogeologica, la ridotta permeabilità della formazione attraversata porta a ritenere probabili situazioni di stillicidio diffuso, con limitate venute moderate in corrispondenza dell'attraversamento delle fasce tettonizzate e delle porzioni corticali più allentate dell'ammasso roccioso.

7.1.5 Caratterizzazione ambientale dei materiali

I prelievi ambientali eseguiti all'interno dell'ambito in esame o limitrofi ad esso sono riportati nella seguente tabella.

Tabella 7-7 Indagini ambientali – Ambito Genova Ovest e limitrofi

Punto	Profondità (m dal pc)	Campagna	Opera prevista
SP01	CA1: 0.3; CA2: 23	2006-07	Slurrydotto
SGGA1	CA1: 2.0-2.4; CA2: 5.0-5.4	2006-07	Campo base CB.01
SGG2	CA1: 50-55; CA2: 75-80	2006-07	-
SGG3	CA1: 205-210; CA2: 220-225	2006-07	-
A1	Affioramenti	2006-07	-
A2	Affioramenti	2006-07	-
A3	Affioramenti	2006-07	-
A4	Affioramenti	2006-07	-
A5	Affioramenti	2006-07	Campo base CB.01
A6	Affioramenti	2006-07	-
MB1	CA1: 0.60-0.80	2010-11-12	Gallerie Moro 1 e Moro 2
MB4	CA1: 91.4-91.7	2010-11-12	Galleria Granarolo
MB7	CA1: 102.35-102.65	2010-11-12	Galleria Granarolo
MB8	CA1: 198-198.45	2010-11-12	Galleria Granarolo
MB9	CA1: 227-227.3	2010-11-12	Galleria Granarolo
MB11	CA1: 194.45-194.75	2010-11-12	Galleria Granarolo

I risultati delle indagini ambientali effettuate sono riportati nelle seguenti tabelle: la prima è relativa alla campagna geognostica 2006-2007, la seconda è relativa ai prelievi su affioramenti effettuati nel 2006-2007 e la terza è relativa alla campagna geognostica effettuata nel 2010-2011-2012.

Tabella 7-8 Indagini ambientali – Ambito Genova Ovest – Campagna 2006-07

		Sondaggio	SGGA1		SP01		SGG2		SGG3		Rif. **	
		Campione	CA1	CA2	CA1	CA2	CA1	CA2	CA1	CA2		
		Profondità	2,0-2,4	5,0-5,4	0,3	23	50-55	75-80	205-210	220-225		
n.*	Parametro	U.d.m.								A	B	
1	Antimonio	mg/Kg s.s.	<0.5	0,42	0,64	0,46	0,33	0,38	0,59	<0.1	10	30
2	Arsenico	mg/Kg s.s.	2,2	1,9	2,3	2,2	2,1	2	2,1	9	20	50
3	Berillio	mg/Kg s.s.	0,4	0,32	0,13	0,2	0,26	0,18	0,35	0,15	2	10
4	Cadmio	mg/Kg s.s.	<0.1	<0.1	0,14	0,17	<0.2	<0.1	0,1	0,1	2	15
5	Cobalto	mg/Kg s.s.	13,9	1<1	10,3	10	14,1	13,9	21	28,7	20	250
6	Cromo totale	mg/Kg s.s.	19,6	17,6	134	83,4	61,7	94,2	386	113	150	800
7	Cromo VI	mg/Kg s.s.	<0.2	<0.2	<0.2	<0.2	<0.2	<0.2	<0.2	<0.2	2	15
8	Mercurio	mg/Kg s.s.	<0.05	<0.05	0,12	0,13	0,17	0,06	0,11	<0.05	1	5
9	Nichel	mg/Kg s.s.	57,9	40,5	146	114	102,2	116,7	331	119.05.00	120	500
10	Piombo	mg/Kg s.s.	10,3	6,5	14,5	8,5	11,8	11,7	2	3,3	100	1000
11	Rame	mg/Kg s.s.	51,5	31,4	23,3	20,2	29,5	69	75,2	97	120	600
12	Selenio	mg/Kg s.s.	2,1	1,76	1,9	1,41	2,18	2,11	1,26	3,48	3	15
13	Stagno	mg/Kg s.s.	<0.5	<0.5	2,46	2,88	15,78	10,78	13,43	10,7	1	350
14	Tallio	mg/Kg s.s.	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	1	10
15	Vanadio	mg/Kg s.s.	12,9	13,5	11,8	6,6	13,3	14,3	29,5	32	90	250
16	Zinco	mg/Kg s.s.	80,3	39,3	75,4	42,5	97,3	91,3	3,9	103,1	150	1500
17	Cianuri (liberi)	mg/Kg s.s.	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	1	100
18	Fluoruri	mg/Kg s.s.	2,8	3,3	1,4	1,4	<1	<1	<1	<1	100	2000
19-24	COMPOSTI ORGANICI AROMATICI	-										
	Benzene	mg/Kg s.s.	<0.01								0,1	2
	Etilbenzene (A)	mg/Kg s.s.	<0.01								0,5	50
	Stirene (B)	mg/Kg s.s.	<0.05								0,5	50
	Toluene (C)	mg/Kg s.s.	<0.05								0,5	50
	Xilene (D)	mg/Kg s.s.	<0.05								0,5	50
	Sommatoria organici aromatici (A,B,C,D)	mg/Kg s.s.	<0.05								1	100

* Numero del parametro da D.Lgs 152/06

** D.Lgs 152/06, Allegato 5, Tabella 1, colonne A e B

Tabella 7-9 Prelievi da affioramenti – Ambito Genova Ovest – Campagna 2006-07

		Sondaggio	A1	A2	A3	A4	A5	A6		
		Campione								
		Profondità	Affior.	Affior.	Affior.	Affior.	Affior.	Affior.	Rif. **	
n.*	Parametro	U.d.m.							A	B
1	Antimonio	mg/Kg s.s.	0,24	0,28	0,15	0,37	0,59	0,67	10	30
2	Arsenico	mg/Kg s.s.	2,3	1,1	2,2	5,1	2,6	5	20	50
3	Berillio	mg/Kg s.s.	0,45	0,5	0,39	0,13	0,13	0,31	2	10
4	Cadmio	mg/Kg s.s.	0,18	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	0,24	2	15
5	Cobalto	mg/Kg s.s.	4,3	10,3	9	10,3	6,9	12,2	20	250
6	Cromo totale	mg/Kg s.s.	20,5	36,5	28,8	40,2	74,5	29,5	150	800
7	Cromo VI	mg/Kg s.s.	<0.2	<0.2	<0.2	<0.2	<0.2	<0.2	2	15
8	Mercurio	mg/Kg s.s.	0,1	0,15	<0.1	<0.1	0,1	0,1	1	5
9	Nichel	mg/Kg s.s.	29,8	58,2	31,2	68,8	79,5	80,6	120	500
10	Piombo	mg/Kg s.s.	13,2	21,2	80,7	6,1	18,8	21,2	100	1000
11	Rame	mg/Kg s.s.	14,6	46,4	72,7	44,7	60,6	35,1	120	600
12	Selenio	mg/Kg s.s.	2,34	2	1,96	2,56	3,74	5,62	3	15
13	Stagno	mg/Kg s.s.	2,73	2,73	3,29	2,57	3,8	1,15	1	350
14	Tallio	mg/Kg s.s.	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	1	10
15	Vanadio	mg/Kg s.s.	7,3	12,3	10,2	18,1	7,3	10,7	90	250
16	Zinco	mg/Kg s.s.	53,4	89,6	53,1	88	110,4	86,2	150	1500
17	Cianuri (liberi)	mg/Kg s.s.	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	1	100
18	Fluoruri	mg/Kg s.s.	1,3	1,5	1,5	1,3	<1	<1	100	2000

* Numero del parametro da D.Lgs 152/06
 ** D.Lgs 152/06, Allegato 5, Tabella 1, colonne A e B

Tabella 7-10 Indagini ambientali – Ambito Genova Ovest – Campagna 2010-11-12

		Sondaggio	MB1	MB4	MB7	MB8	MB9	MB11		
		Campione	CA1	CA1	CA1	CA1	CA1	CA1	Rif. **	
		Profondità (m)	0.60-0.80	91.4-91.7	102.35-102.65	198-198.45	227-227.3	194.45-194.75	A	B
n.*	Parametro	U.d.m.							A	B
1	Antimonio	mg/Kg s.s.	1,44	1,1	< 1.00	1,3	1,8	< 1.00	10	30
2	Arsenico	mg/Kg s.s.	4,75	11,6	< 2.00	13,8	31	5,2	20	50
3	Berillio	mg/Kg s.s.	0,4	0,51	0,54	0,39	0,71	0,45	2	10
4	Cadmio	mg/Kg s.s.	0,47	< 0.200	< 0.200	< 0.200	< 0.200	< 0.200	2	15
5	Cobalto	mg/Kg s.s.	11,8	13,6	27,1	25,7	25,4	10	20	250
6	Cromo totale	mg/Kg s.s.	43,3	21,3	48	33,8	25,6	9,6	150	800
7	Cromo VI	mg/Kg s.s.	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	2	15
8	Mercurio	mg/Kg s.s.	0,21	< 0.200	< 0.200	< 0.200	< 0.200	< 0.200	1	5
9	Nichel	mg/Kg s.s.	49,6	29,4	110	65,3	49,3	25,7	120	500
10	Piombo	mg/Kg s.s.	31,7	21,2	12,5	14	29,5	9,6	100	1000
11	Rame	mg/Kg s.s.	31,6	14,9	31,5	58,7	28,3	22,1	120	600
12	Selenio	mg/Kg s.s.	< 0.50	1,8	1,4	1,7	1,4	1,1	3	15
13	Stagno	mg/Kg s.s.	2,34	1,2	0,59	0,41	0,22	< 0.200	1	350
14	Tallio	mg/Kg s.s.	< 0.200	< 0.200	< 0.200	< 0.200	< 0.200	< 0.200	1	10
15	Vanadio	mg/Kg s.s.	15,7	16,3	25,7	26	15,2	7	90	250
16	Zinco	mg/Kg s.s.	60,5	72,9	126	117	99,4	49,1	150	1500
17	Cianuri (liberi)	mg/Kg s.s.	< 0.1	< 0.1	< 0.1	< 0.1	< 0.1	< 0.1	1	100
18	Fluoruri	mg/Kg s.s.	< 1	1,3	< 1	1,2	1,4	< 1	100	2000
19-24	COMPOSTI ORGANICI AROMATICI	-								
	Benzene	mg/Kg s.s.	< 0.050						0,1	2
	Etilbenzene (A)	mg/Kg s.s.	< 0.050						0,5	50
	Stirene (B)	mg/Kg s.s.	< 0.05						0,5	50
	Toluene (C)	mg/Kg s.s.	< 0.050						0,5	50
	Xilene (D)	mg/Kg s.s.	< 0.01						0,5	50
	Sommatoria organici aromatici (A,B,C,D)	mg/Kg s.s.	< 0.1						1	100

* Numero del parametro da D.Lgs 152/06
 ** D.Lgs 152/06, Allegato 5, Tabella 1, colonne A e B

Alcuni campioni (MB4, MB7, MB8, MB9, SP01, SGG2 e SGG3) prelevati a quota scavo segnalano la presenza di alcuni metalli pesanti (Cobalto, Arsenico e Stagno) con tenori superiori ai limiti di colonna A, ma decisamente inferiori ai limiti imposti per l'uso industriale, colonna B, che denotano comunque un fondo naturale tipico delle litologie di origine sedimentarie.

Per quanto riguarda il parametro amianto, si rimanda alle considerazioni riportate al Paragrafo 5.2.

7.1.6 Classificazione dei terreni, volumi movimentati e metodiche di scavo

Nel seguito si riportano le caratteristiche relative ai siti di produzione e di riutilizzo presenti nell'ambito in esame.

- Litologie dominanti:
 Sequenze pelitico-arenacee della Formazione di Ronco; depositi eluvio-colluviali.

- Volumi:

Scavi: 240.393 mc non contenenti amianto

Riutilizzi: 147.666 mc

Si ricorda che lo smarino complessivamente prodotto in sponda est Polcevera viene conferito nel sito di Campursone (cfr. Tabella 7-3) e da lì destinato nei diversi ambiti ai vari utilizzi previsti: opera a mare, riempimento dell'arco rovescio delle gallerie, ripristino degli imbocchi.

- Classificazione ambientale:

Concentrazioni generalmente sotto i limiti di colonna A, ad eccezione di alcuni campioni prelevati a quota scavo che presentano tenori di Cobalto, Arsenico e Stagno superiori a tali limiti, ma decisamente inferiori ai limiti imposti per l'uso industriale (colonna B), che denotano comunque un fondo naturale tipico delle litologie di origine sedimentarie.

- Caratteristiche di idoneità al riutilizzo:

Il materiale prodotto è idoneo per le tipologie di riutilizzo previste (opera a mare, sistemazione imbocchi, riempimento Campursone, arco rovescio, pavimentazioni bianche).

- Metodica di scavo:

Scavo in sotterraneo con metodi tradizionali.

Scavo all'aperto con mezzi meccanici.

- Pratica industriale per il riutilizzo

Vagliatura; frantumazione; stabilizzazione a cemento; riduzione elementi/materiali antropici.

7.2 AMBITO TORBELLA E GENOVA EST

7.2.1 Principali siti di produzione terre

I principali siti di produzione terre sono:

- Galleria Granarolo (tutta);
- Galleria Forte Begato (tutta);
- Galleria Campursone;
- Galleria Monte Sperone;
- Galleria Torbella Est;
- Galleria Torbella Ovest;
- Galleria Forte Diamante – vedi ambito Bolzaneto;
- Galleria Bric du Vento – vedi ambito Bolzaneto;
- Area cantiere industriale CI.06 (Campursone);
- Area cantiere di imbocco CI.26 (gallerie Granarolo lato MI, Montesperone lato SV, Forte Diamante lato GE, Torbella Ovest, Bric du Vento lato LI);
- Area cantiere di imbocco CI.29 (gallerie Campursone lati Nord e Sud e Montesperone lato LI);
- Viabilità di servizio VS.09.

7.2.2 Principali siti di utilizzo terre

I principali siti di riutilizzo terre sono:

- Sistemazione imbocchi gallerie Granarolo lato MI, Montesperone lato SV, Forte Diamante lato GE, Torbella Ovest, Bric du Vento lato LI;

- Sistemazione imbocchi gallerie Campursone lati Nord e Sud e Montesperone lato LI;
- Arco rovescio galleria Bric du Vento;
- Arco rovescio galleria Granarolo;
- Arco rovescio galleria Forte Diamante;
- Arco rovescio galleria Torbella Est;
- Arco rovescio galleria Torbella Ovest;
- Arco rovescio galleria Campursone;
- Arco rovescio galleria Forte Begato;
- Arco rovescio galleria Monte Sperone;
- Rimodellamento area Campursone.

7.2.3 Inquadramento territoriale, urbanistico e vincoli

L'ambito ricade interamente all'interno del Comune di Genova, nella porzione territoriale oggetto della Variante 2009 al PUC, c. d. "Variantona", approvata con DCC n. 73/2010 e vigente in salvaguardia. Le zone e sottozone complessivamente interessate, nelle porzioni territoriali in cui l'opera corre in superficie, sono riportate nella seguente tabella.

Tabella 7-11 PUC: zone territoriali interessate

<i>Aree</i>	<i>Zone</i>	<i>Sottozone</i>	<i>Regime normativo</i>
Viadotto Torbella Est	Tessuto agricolo	EB	CO
	Tessuto agricolo	EE	MA
Svincolo per galleria Torbella Ovest	Tessuto agricolo	EE	MA
	Produttivo	DM	
Svincolo per galleria Monte Sperone	Tessuto agricolo	EB	CO
Rilevato Torbella	Tessuto agricolo	EB	CO
	Tessuti agricoli	EE	MA
Viadotto Rovena	Tessuti agricoli	EE	MA
	Tessuti agricoli	EB	CO
	Impianti Tecnologici	T	
	Produttivi	DD	
Svincolo Genova Est	Tessuto agricolo	EB	CO
Cantiere industriale CI.06	Tessuto agricolo (E)	EB	CO
Cantiere industriale CI.07	Produttivo (D)	DM	
	Infrastrutture (X)	XA	
	Produttivo (D)	DTc	
	Infrastrutture (X)	XV	
Cantiere industriale CI.16	Produttivo (D)	DD	
	Infrastrutture (X)	XV	
Cantiere di imbocco CI.26	Tessuto Agricolo	EB	CO
	Produttivo	DM	
	Infrastruttura	XA	
	Tessuto Agricolo	EE	MA
Cantiere di imbocco CI.29 (galleria Montesperone lato LI)	Tessuto Agricolo	EB	CO
Viabilità di servizio VS.09	Tessuto agricolo (E)	EB	CO

Con riferimento al Progetto Preliminare di PUC, adottato dal Consiglio Comunale con Delibera n. 92 del 7 Dicembre 2011, l'analisi è limitata alle aree di imbocco delle gallerie, dal momento che l'opera in progetto è prevista dal Piano. Le tipologie di ambiti adiacenti il tracciato di progetto o interessate dalle aree di imbocco delle gallerie sono riportate nella seguente tabella.

Tabella 7-12 Progetto Preliminare PUC: ambiti interessati

<i>Aree di imbocco</i>	<i>Ambiti di Piano</i>
Gallerie Bric du Vento GE, Forte Diamante GE e Torbella Ovest	Ambito di riqualificazione delle aree di produzione agricola (AR – PA)
Gallerie Granarolo MI e Montesperone MI	Ambito di conservazione nel territorio non insediato (AC – NI)
Galleria Montesperone LI	Ambito di conservazione nel territorio non insediato (AC – NI)
Galleria Campursone	Ambito di conservazione nel territorio non insediato (AC – NI)

Sempre con riferimento alle parti in cui l'opera in progetto corre in superficie, nell'ambito in esame sono presenti i vincoli riportati nella seguente tabella.

Tabella 7-13 Beni paesaggistici e culturali presenti nell'ambito

Categoria	Riferimento normativo	Vincolo
Beni paesaggistici	Lettera g) dell'art. 142 del D.Lgs 42/2004	Vincolo paesaggistico relativo a "territori coperti da foreste e da boschi" nelle seguenti aree: <ul style="list-style-type: none"> • Cantiere di imbocco CI.26 (gallerie Granarolo lato MI, Monte Sperone lato MI, Torbella Ovest lato GE, Forte Diamante lato GE e Bric du Vento lato LI) • Cantiere di imbocco CI.29 (galleria Campursone lato Sud) • Viadotto Torbella • Cantieri industriali CI.06 e CI.07 • Viabilità di servizio VS.09

Nell'ambito in esame non sono presenti aree della Rete Natura 2000.

7.2.4 Inquadramento geologico-geomorfologico

Si ripercorre virtualmente il tracciato (cfr. elaborati GEO014, GEO015, GEO017 e GEO018 del PD). Nell'ambito in esame rientrano:

- circa 2,5 km dell'asse 3 (A7 direzione Nord), dal km 2+000 al km 4+600 (primo tratto della galleria Forte Diamante, ultimo tratto galleria Granarolo, viadotto Torbella);
- circa 3,5 km dell'asse 4 (A12 direzione Est), dal km 1+500 al km 4+900 (ultimo tratto della galleria Bric du Vento, galleria Monte Sperone, viadotto Torbella);
- le tre rampe dell'interconnessione di Torbella (A7 – A12):
 - rampa 1 (collegamento A7 Nord – A12 Est) (galleria Forte Begato);
 - rampa 2 (collegamento A12 Est – A12 Ovest) (galleria Torbella Ovest);

- rampa 3 (collegamento A12 Ovest - A7 Nord) (galleria Torbella Est);
- le tre rampe dell'interconnessione di Genova Est:
 - rampa 1 (uscita da A12 Est) (galleria Campursone);
 - rampa 2 (uscita da A12 Ovest);
 - rampa 3 (immissione da Genova Est verso A12 Ovest) (viadotto Rovena).

Asse 3

Galleria Forte Diamante:

- vedi ambito Bolzaneto.

Galleria Granarolo (tutta):

- Tratta 0+000 ÷ 3+500 circa: dal casello di Genova Ovest, dopo un primo tratto che sarà scavato in artificiale - in cui verranno interessati modesti spessori di depositi eluvio-colluviali e la porzione più corticale, allentata ed alterata del substrato lapideo - il tracciato si svilupperà interamente all'interno delle sequenze pelitico-arenacee della Formazione di Ronco. In questo tratto le indagini condotte hanno evidenziato la presenza di orizzonti di breccie, di origine presumibilmente tettonica, costituite da clasti da spigolosi a subarrotondati immersi in matrice pelitico-argillitica, con strutture fluidali che delineano orizzonti continui. Le porzioni brecciate di maggior spessore ed estensione dovrebbero essere incontrati nelle tratte 0+450 ÷ 0+670, 0+730 ÷ 0+770, 1+075 ÷ 1+560. Le giaciture dei piani di strato, mediamente orientate verso E, sono frequentemente legate alla mesoscala a pieghe isoclinali; si evidenziano pieghe di lunghezza compresa tra decine e centinaia di metri, con assi orientati grossomodo NE-SW, e orizzonti fortemente disturbati da pieghe metriche e decimetriche. In tale tratto, alle progressive km 1+040, 1+565, 2+455 e 2+610 circa verranno attraversate 4 zone di faglia a giacitura subverticale e direzioni da E-W a ESE-WNW.

Viadotto Torbella:

- Tratta 3+500 ÷ 3+620 circa: al di sotto di modesti spessori di depositi eluvio-colluviali e di terreni di riporto legati all'autostrada A12 esistente, il terreno di fondazione delle opere d'arte sarà costituito ancora dall'ammasso roccioso della Formazione di Ronco.

Asse 4

Galleria Bric du Vento:

- vedi ambito Bolzaneto.

Viadotto Torbella:

- Tratta 2+500÷ 2+600 circa: al di sotto di modesti spessori di depositi eluvio-colluviali e di terreni di riporto legati all'esistente autostrada A12, il terreno di fondazione delle opere d'arte previste sarà costituito ancora dalla Formazione di Ronco.

Galleria Monte Sperone:

- Tratta 2+600÷ 4+615: il tracciato interessa dapprima le sequenze pelitico-arenacee della Formazione di Ronco sino alla progressive 3+340 circa dove verrà incontrato un piano di sovrascorrimento immergente verso i quadranti orientali, con inclinazione di circa 15°, attraverso il quale si realizza l'accavallamento tettonico dell'unità tettonica Antola al di sopra della Formazione di Ronco. In corrispondenza del piano di sovrascorrimento, alla base della Formazione di Antola, verranno

attraversate per circa 50 m argilliti policrome fortemente tettonizzate appartenenti alla Formazione di Montoggio, che costituisce corpi lenticolari rimasti legati all'hanging wall del sovrascorrimento della Formazione di Antola sulle unità sottostanti e che costituiscono l'orizzonte di scollamento per l'unità soprastante. Nel tratto compreso tra le progressive km 2+850 circa e km 3+300 circa la galleria verrà scavata al di sotto di una porzione di ammasso coinvolta in una paleofrana il cui piano di base si colloca comunque ad una distanza minima di circa 90 m al di sopra della quota di progetto. Superato il tratto in argilliti lo scavo interesserà le sequenze di torbiditi carbonatiche della Formazione di Antola, che in tale tratto mostra giaciture vergenti verso i quadranti orientali con inclinazioni mediamente comprese tra 30° e 40°. La Formazione di Antola costituirà il fronte di scavo fino all'imbocco est della galleria, ubicato alla progressiva km 4+615 circa.

- Nel tratto finale all'aperto i terreni di fondazione saranno costituiti da riporti antropici, che ricoprono con spessori compresi tra 10 e 20 m le sequenze calcareo-marnose della Formazione di Antola.
- Per quanto concerne le principali problematiche di natura geologica si evidenziano:
 - possibili fenomeni di squeezing in corrispondenza dei tratti ad argillite prevalente e degli orizzonti tettonizzati all'interno della Formazione di Ronco;
 - problemi di instabilità di porzioni del fronte nei tratti scavati all'interno delle alternanze pelitico-arenacee della Formazione di Ronco;
 - problemi di instabilità del fronte e del cavo nei tratti di attraversamento delle zone tettonizzate e difficoltà connesse allo scavo in situazione di fronte misto.
- Per quanto concerne le problematiche di natura idrogeologica, particolare criticità assume l'attraversamento del contatto tettonico tra la Formazione di Antola e la sottostante Formazione di Ronco con interposizione dell'orizzonte argillitico tettonizzato della Formazione di Montoggio che agisce da acquicludo; in merito a tale aspetto si segnala che la parte basale della Formazione di Antola è localmente sede di risorgenze diffuse, allineate lungo il piano di sovrascorrimento. Tale circostanza determina le condizioni per l'instaurarsi di significative venute idriche in fase di scavo che potrebbero inoltre dar luogo a fenomeni di ammorbidimento e plasticizzazione dell'orizzonte argillitico sottostante. Nel tratto scavato all'interno della Formazione di Antola, che costituisce un acquifero a circolazione mista per fratturazione e carsismo, potrebbero verificarsi venute concentrate in corrispondenza dell'attraversamento di tratti maggiormente fratturati o dell'intercettazione di condotti carsici. A tale proposito si segnala che il monitoraggio piezometrico in corso evidenzia altezze piezometriche massime di circa 180 m al di sopra della quota di progetto. Nei rimanenti tratti, la ridotta permeabilità delle formazioni attraversate porta a ritenere probabili situazioni di stillicidio diffuso, con limitate venute in corrispondenza dell'attraversamento delle fasce tettonizzate e delle porzioni corticali più allentate dell'ammasso roccioso.

Interconnessione di Torbella (A7 – A12)

Rampa 1 (collegamento A7 Nord – A12 Est):

- A partire dalla connessione con l'A7 Nord e fino alla progressive km 1+130 circa, lo scavo (galleria Forte Begato) interesserà le sequenze pelitico-arenacee della Formazione di Ronco che mostrano giaciture dei piani di strato, mediamente orientate verso E, frequentemente legate a pieghe isoclinali. Le indagini eseguite hanno evidenziato orizzonti ad intensa tettonizzazione, con sviluppo di brecce che tuttavia non dovrebbero interessare l'ammasso alla quota di scavo. In tale tratto sono stati individuati diversi piani di faglia a giacitura subverticale e direzione

prevalentemente E-W, che disarticolano il piano di sovrascorrimento tra la Formazione di Ronco e le sottostanti Argilliti di Montanesi e che saranno intercettate alle progressive km 0+340 e 0+455 circa.

- Alla progressiva km 1+130 circa verrà incontrato un piano di sovrascorrimento immergente verso i quadranti orientali con inclinazione di circa 20°, attraverso il quale si realizza l'accavallamento tettonico dell'unità tettonica Antola al di sopra della Formazione di Ronco. Le torbiditi carbonatiche della Formazione di Antola, che in tale tratto mostra giaciture vergenti verso i quadranti orientali con inclinazioni mediamente comprese tra 30° e 40°, costituiranno il fronte di scavo fino all'innesto in sotterraneo con l'asse A12 Est.
- Per quanto concerne le problematiche di natura idrogeologica particolare criticità assume l'attraversamento del contatto tettonico tra la Formazione di Antola e la sottostante Formazione di Ronco; in merito a tale aspetto si segnala che la parte basale della Formazione di Antola è localmente sede di risorgenze diffuse, allineate lungo il piano di sovrascorrimento. Tale circostanza determina le condizioni per l'instaurarsi di significative venute idriche in fase di scavo. Nel tratto scavato all'interno della Formazione di Antola, che costituisce un acquifero significativo a circolazione mista per fratturazione e carsismo, potrebbero verificarsi venute concentrate in corrispondenza dell'attraversamento di tratti maggiormente fratturati o dell'intercettazione di condotti carsici. A tale proposito si segnala che il monitoraggio piezometrico in corso evidenzia altezze piezometrico massime di circa 170 m al di sopra della quota di progetto. Nei rimanenti tratti la ridotta permeabilità delle formazioni attraversate porta a ritenere probabili situazioni di stillicidio diffuso, con limitate venute in corrispondenza dell'attraversamento delle fasce tettonizzate e delle porzioni corticali più allentate dell'ammasso roccioso.

Rampa 2 (collegamento A12 Est – A12 Ovest):

- Lo scavo in sotterraneo (galleria Torbella Ovest) avverrà interamente all'interno delle sequenze pelitico-arenacee della Formazione di Ronco. All'interno della Formazione di Ronco sono stati individuati orizzonti ad intensa tettonizzazione, con sviluppo di brecce, distribuiti in particolare tra le progressive km 0+185 e km 0+335 circa. In corrispondenza dell'imbocco della galleria gli scavi interesseranno depositi eluvio-colluviali con spessori di circa 2÷3 m ed il sottostante orizzonte di alterazione del substrato che mostra uno spessore di circa 5÷6 m.
- Per quanto concerne le problematiche di natura idrogeologica la ridotta permeabilità delle formazioni attraversate porta a ritenere probabili situazioni di stillicidio diffuso, con limitate venute moderate in corrispondenza dell'attraversamento delle fasce tettonizzate e delle porzioni corticali più allentate dell'ammasso roccioso.

Rampa 3 (collegamento A12 Ovest - A7 Nord):

- Lo scavo in sotterraneo (galleria Torbella Est) avverrà interamente all'interno delle sequenze pelitico-arenacee della Formazione di Ronco in cui sono stati individuati orizzonti ad intensa tettonizzazione, con sviluppo di brecce tra le progressive km 0+370 e km 0+510 circa. Nel tratto iniziale lo scavo avverrà all'interno di un versante interessato da una paleofrana il cui piano basale verrà intercettato alla progressiva km 0+200. Lo scavo interesserà l'ammasso coinvolto nella paleofrana fino alla progressiva km 0+245. In corrispondenza dell'imbocco della galleria gli scavi interesseranno depositi eluvio-colluviali con spessori di circa 2÷3 m ed il sottostante orizzonte di alterazione del substrato che mostra uno spessore di circa 5÷6 m.

- Per quanto concerne le problematiche di natura idrogeologica la ridotta permeabilità delle formazioni attraversate porta a ritenere probabili situazioni di stillicidio diffuso, con limitate venute in corrispondenza dell'attraversamento delle fasce tettonizzate, delle porzioni corticali più allentate dell'ammasso roccioso e del piano di base della deformazione gravitativa di versante.

Interconnessione di Genova Est

Rampa 1 (uscita da A12 Est), Rampa 2 (uscita da A12 Ovest) e Rampa 3 (immissione da Genova Est verso A12 Ovest):

- Le tre rampe saranno realizzate in prevalenza all'aperto con un breve tratto in sotterraneo tra le progressive km 0+205 e 0+325 della Rampa 1 (galleria Campursone).
- Le rampe verranno realizzate in un contesto geologico caratterizzato dalla presenza di alternanze calcareo-marnose della Formazione di Antola in genere subaffioranti, ricoperte in corrispondenza della sede della A12 da depositi di riporto eterogeneo con spessori massimi di circa 35 m, costituiti dallo smarino delle esistenti gallerie autostradali. In tale area il substrato lapideo presenta piani di strato caratterizzati da immersioni verso S-SE con inclinazioni mediamente comprese tra 30° e 50°.

7.2.5 Caratterizzazione ambientale dei materiali

I prelievi ambientali eseguiti all'interno dell'ambito in esame sono riportati nella seguente tabella.

Tabella 7-14 Indagini ambientali – Ambito Torbella e Genova Est

Punto	Profondità (m dal pc)	Campagna	Opera prevista
MB20	CA1: 137.00	2010-11-12	Galleria Forte Diamante
MB23	CA1: 121.35-121.70	2010-11-12	Galleria Torbella Ovest
MB24	CA1: 87.30	2010-11-12	Galleria Bric du Vento
RE02	CA1: 0.00-1.00	2010-11-12	Galleria Forte Diamante
RE04	CA1: 0.00-0.90	2010-11-12	Galleria Torbella Ovest
RE09	CA1: 0.00-1.00	2010-11-12	Viadotto Rovena
RE11	CA1: 0.00-0.50	2010-11-12	Galleria Campursone
MS1	CA1: 126-127	2010-11-12	Galleria Monte Sperone
MS3	CA1: 246.00-246.60; CA2: 246.60-247.00	2010-11-12	Galleria Monte Sperone

I risultati delle indagini ambientali effettuate sono riportati nella seguente tabella.

Tabella 7-15 Indagini ambientali – Ambito Torbella e Genova Est

n.*	Parametro	Sondaggio Campione Profondità	MS1	MS3			RE02	RE04	RE09	RE11	MB23	MB20	MB24	Rif. **	
			CA1	CA1	CA2	CA1	CA1	CA1	CA1	CA1	CA1	CA1	CA1	A	B
			126- 127	246.00- 246.60	246.60- 247.00	0.00- 1.00	0.00- 0.90	0.00- 1.00	0.00- 0.50	121.35- 121.70	137,00	87,30			
1	Antimonio	mg/Kg s.s.	< 1.00	< 1.00	1,6	< 1.00	< 1.00	< 1.00	< 1.00	< 1.00	< 1.00	< 1.00	< 1.00	10	30
2	Arsenico	mg/Kg s.s.	4,7	2,1	17,1	3,06	2,28	5,6	7,6	2,5	< 2.00	3,6	20	50	
3	Berillio	mg/Kg s.s.	0,44	0,47	0,7	0,31	0,23	0,77	0,91	0,46	0,5	0,3	2	10	
4	Cadmio	mg/Kg s.s.	< 0.200	0,67	1,4	< 0.200	< 0.200	0,37	0,36	< 0.200	< 0.200	< 0.200	2	15	
5	Cobalto	mg/Kg s.s.	9	3,3	25,5	7,98	14,9	11,9	12,5	5,94	7,7	11,6	20	250	
6	Cromo totale	mg/Kg s.s.	17,4	11,3	27,8	22,6	36,4	39,7	36,5	10	21	30,6	150	800	
7	Cromo VI	mg/Kg s.s.	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	2	15	
8	Mercurio	mg/Kg s.s.	< 0.200	< 0.200	< 0.200	< 0.200	< 0.200	0,22	0,7	< 0.200	< 0.200	< 0.200	1	5	
9	Nichel	mg/Kg s.s.	27,7	13,1	60,7	27,4	32,8	32	33,5	17,3	29,7	60	120	500	
10	Piombo	mg/Kg s.s.	9,2	6	42,3	8,9	5,9	34,5	19,8	8,7	14,8	17,4	100	1000	
11	Rame	mg/Kg s.s.	29,9	12,5	56,1	23,1	29,2	31,2	32,3	22	44,8	36,1	120	600	
12	Selenio	mg/Kg s.s.	0,8	1,2	2,9	< 0.50	1,17	1,64	2,77	1,09	0,83	0,81	3	15	
13	Stagno	mg/Kg s.s.	0,55	< 0.200	0,95	0,43	< 0.200	1,01	1,29	< 0.200	0,55	0,38	1	350	
14	Tallio	mg/Kg s.s.	< 0.200	< 0.200	0,29	< 0.200	< 0.200	0,21	0,2	< 0.200	0,42	0,25	1	10	
15	Vanadio	mg/Kg s.s.	14,6	13,3	22,7	13,7	44,4	30,7	36,5	5,2	13,2	16,5	90	250	
16	Zinco	mg/Kg s.s.	57,6	53,9	160	44,3	54,2	149	79,4	36	52,6	82,6	150	1500	
17	Cianuri (liberi)	mg/Kg s.s.	< 0.1	< 0.1	< 0.1	< 0.1	< 0.1	< 0.1	< 0.1	< 0.1	< 0.1	< 0.1	1	100	
18	Fluoruri	mg/Kg s.s.	1	1,2	< 1	1	< 1	< 1	1,2	< 1	< 1.0	< 1.0	100	2000	
19-24	COMPOSTI ORGANICI AROMATICI	-													
	Benzene	mg/Kg s.s.				< 0.050	< 0.050	< 0.050	< 0.050					0,1	2
	Etilbenzene (A)	mg/Kg s.s.				< 0.050	< 0.050	< 0.050	< 0.050					0,5	50
	Stirene (B)	mg/Kg s.s.				< 0.05	< 0.05	< 0.05	< 0.05					0,5	50
	Toluene (C)	mg/Kg s.s.				< 0.050	< 0.050	< 0.050	< 0.050					0,5	50
	Xilene (D)	mg/Kg s.s.				< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01					0,5	50
	Sommatoria organici aromatici (A,B,C,D)	mg/Kg s.s.				< 0.1	< 0.1	< 0.1	< 0.1					1	100
94	Idrocarburi Leggeri C<12					< 1.00	< 1.00	< 1.00	< 1.00					10	250
95	Idrocarburi pesanti C>12					57	84	62	75					50	750

* Numero del parametro da D.Lgs 152/06

** D.Lgs 152/06, Allegato 5, Tabella 1, colonne A e B

Il campione MS3 prelevato a quota scavo segnala la presenza di alcuni metalli pesanti (Cobalto e Zinco) con tenori superiori ai limiti di colonna A, ma decisamente inferiori ai limiti imposti per l'uso industriale, colonna B, che denotano comunque anche in questo caso un fondo naturale tipico delle litologie di origine sedimentarie. I prelievi più superficiali (RE02, RE04, RE09 e RE11), eseguiti in corrispondenza delle rampe autostradali previste a progetto, evidenziano concentrazioni di idrocarburi pesanti caratteristici dell'inquinamento da traffico stradale. Tuttavia è da segnalare che le concentrazioni rilevate sono comunque ampiamente al di sotto dei limiti indicati dalla colonna B.

Per quanto riguarda il parametro amianto, si rimanda alle considerazioni riportate al Paragrafo 5.2.

7.2.6 Classificazione dei terreni, volumi movimentati e metodiche di scavo

Nel seguito si riportano le caratteristiche relative ai siti di produzione e di riutilizzo presenti nell'ambito in esame.

- Litologie dominanti:

Sequenze pelitico-arenacee della Formazione di Ronco; argilliti policrome fortemente tettonizzate appartenenti alla Formazione di Montoggio; torbiditi carbonatiche e sequenze

calcereo-marnose della Formazione di Antola; argilliti di Montanesi; depositi eluvio-colluviali.

- Volumi:

Scavi: 2.366.056,79 mc non contenenti amianto

Riutilizzi: 966.055,03 mc

Si ricorda che lo smarino complessivamente prodotto in sponda est Polcevera viene conferito nel sito di Campursone (cfr. Tabella 7-3) e da lì destinato nei diversi ambiti ai vari utilizzi previsti: opera a mare, riempimento dell'arco rovescio delle gallerie, ripristino degli imbocchi.

- Classificazione ambientale:

Concentrazioni generalmente sotto i limiti di colonna A, ad eccezione di un campione prelevato a quota scavo che presenta tenori di Cobalto e Zinco superiori a tali limiti, ma decisamente inferiori ai limiti imposti per l'uso industriale (colonna B), che denotano comunque un fondo naturale tipico delle litologie di origine sedimentarie. Alcuni prelievi superficiali evidenziano concentrazioni di idrocarburi pesanti caratteristici dell'inquinamento da traffico stradale (concentrazioni superiori ai limiti di colonna A, ma ampiamente al di sotto dei limiti di colonna B).

- Caratteristiche di idoneità al riutilizzo:

Il materiale prodotto è idoneo per le tipologie di riutilizzo previste (opera a mare, sistemazione imbocchi, riempimento Campursone, arco rovescio, calcestruzzi non strutturali, pavimentazioni bianche).

- Metodica di scavo:

Scavo in sotterraneo con metodi tradizionali.

Scavo all'aperto con mezzi meccanici.

- Pratica industriale per il riutilizzo

Vagliatura; frantumazione; stabilizzazione a cemento; riduzione elementi/materiali antropici.

7.3 AMBITO BOLZANETO

7.3.1 Principali siti di produzione terre

I principali siti di produzione terre sono:

- Galleria Baccan;
- Galleria Forte Diamante (tutta);
- Galleria Bric du Vento (tutta);
- Galleria San Rocco;
- Galleria Polcevera;
- Galleria Morego;
- Galleria Monterosso Ovest – vedi ambito Monterosso;
- Galleria Monterosso Est – vedi ambito Monterosso;
- Area cantiere industriale CI.13 (imbocco frese), al netto dell'area attualmente occupata da capannoni industriali e viabilità;
- Area cantiere industriale CI.15 (stoccaggio conci);
- Area cantiere di imbocco CI.27 (gallerie Forte Diamante lato MI, San Rocco lato MI, Polcevera lato MI);

- Area cantiere di imbocco CI.28 (gallerie Polcevera lato GE, Baccan lato SV, Bric du Vento lato SV);
- Area cantiere di imbocco CI.32 (galleria Morego lato A7 dir. GE e MI);
- Viabilità di servizio VS.07.

7.3.2 Principali siti di utilizzo terre

I principali siti di riutilizzo terre sono:

- Sistemazione imbocchi gallerie Forte Diamante lato MI, San Rocco lato MI, Polcevera lato MI;
- Sistemazione imbocchi gallerie Polcevera lato GE, Baccan lato SV, Bric du Vento lato SV;
- Sistemazione imbocchi galleria Morego lato A7 dir. GE e MI;
- Sistemazione imbocchi gallerie Monterosso lato GE;
- Arco rovescio galleria Baccan;
- Arco rovescio galleria Bric du Vento;
- Arco rovescio galleria Forte Diamante;
- Arco rovescio galleria Morego;
- Arco rovescio galleria Polcevera.

7.3.3 Inquadramento territoriale, urbanistico e vincoli

L'ambito ricade interamente all'interno del Comune di Genova, nella porzione territoriale oggetto della Variante 2009 al PUC, c. d. "Variantona", approvata con DCC n. 73/2010 e vigente in salvaguardia. Le zone e sottozone complessivamente interessate, nelle porzioni territoriali in cui l'opera corre in superficie, sono riportate nella seguente tabella.

Tabella 7-16 PUC: zone territoriali interessate

<i>Aree</i>	<i>Zone</i>	<i>Sottozone</i>	<i>Regime normativo</i>
Viadotto Secca	Tessuto agricolo	EB	CO
	Produttivo	DT	
Viadotto Orpea	Produttivi	DT	
	Produttivi	DD	
	Aree di rispetto e salvaguardia	W	
	Tessuto agricolo	EB	CO
	Tecnologici	T	
Viadotto Mercantile	Tessuto agricolo	EB	CO
	Produttivo	DT	
Viadotto Genova	Produttivo	DD	
	Produttivo	DT	
	Servizi	FF	
	Tessuto agricolo	EB	CO
Cantiere industriale CI.08	Infrastrutture (X)	XV	
	Zone di recupero	R	
Cantiere industriale CI.09	Infrastrutture (X)	XF	
	Produttivo (D)	DD	
	Distretto di trasformazione	23 C - ambito 1	
Cantiere industriale CI.10	Distretto di trasformazione	23 C - ambito 2	
	Infrastrutture (X)	XV	
Cantiere industriale CI.11	Infrastrutture (X)	XV	
	Distretto di trasformazione	23 C - ambito 2	

<i>Aree</i>	<i>Zone</i>	<i>Sottozone</i>	<i>Regime normativo</i>
Cantiere industriale CI.12	Produttivo (D)	DD	
	Impianti tecnologici (T)	T	
	Produttivo (D)	DT	
	Infrastrutture (X)	XV	
Cantiere industriale CI.13	Produttivo (D)	DD	
	Tessuto storico (A)	AS	
	Produttivo (D)	DT	
Cantiere industriale CI.14	Produttivo (D)	DM	
	Servizi (F)	FF	
	Produttivo (D)	DTc	
	Infrastrutture (X)	XV	
Cantiere industriale CI.15	Tessuto agricolo (E)	EB	CO
	Servizi (F)	FFc	
	Servizi (F)	FP	
Cantiere di imbocco CI.27 (gallerie Forte Diamante, S.Rocco e Polcevera)	Infrastruttura	XA	
	Distretto di trasformazione	23 C - ambito 2	
	Tessuto Agricolo	EB	CO
	Impianti tecnologici	T	
Cantiere di imbocco CI.28 (gallerie Bric Du Vento, Baccan e Polcevera)	Infrastruttura	XV	
	Area di rispetto e salvaguardia	W	
	Infrastruttura	XA	
	Tessuto Agricolo	EB	CO
	Servizi	FP	
	Infrastruttura	XV	
Cantiere di imbocco CI.32 (galleria Morego lato A7 direzioni MI e GE)	Infrastruttura	XA	
	Tessuto Agricolo	EM	MA
Viabilità di servizio VS.08	Tessuto agricolo (E)	EB	CO

Con riferimento al Progetto Preliminare di PUC, adottato dal Consiglio Comunale con Delibera n. 92 del 7 Dicembre 2011, l'analisi è limitata alle aree di imbocco delle gallerie, dal momento che l'opera in progetto è prevista dal Piano. Le tipologie di ambiti adiacenti il tracciato di progetto o interessate dalle aree di imbocco delle gallerie sono riportate nella seguente tabella.

Tabella 7-17 Progetto Preliminare PUC: ambiti interessati

<i>Aree di imbocco</i>	<i>Ambiti di Piano</i>
Gallerie Monterosso GE	Ambito di riqualificazione del territorio del presidio ambientale (AR - PR)
	Ambito di riqualificazione urbanistica produttivo-industriale (AR – PI)
Gallerie Polcevera Sud, Bric du Vento SV e Baccan	Ambito di conservazione nel territorio non insediato (AC – NI)
Gallerie Polcevera Nord e San Rocco Nord	Ambito di conservazione nel territorio non insediato (AC – NI)
Galleria Forte Diamante MI	Ambito di conservazione nel territorio non insediato (AC – NI)
Galleria Morego	Ambito di riqualificazione delle aree di produzione agricola (AR – PA)

Sempre con riferimento alle parti in cui l’opera in progetto corre in superficie, nell’ambito in oggetto sono presenti i vincoli riportati nella seguente tabella.

Tabella 7-18 Beni paesaggistici e culturali presenti nell’ambito

Categoria	Riferimento normativo	Vincolo
Beni paesaggistici	Lettera g) dell’art. 142 del D.Lgs 42/2004	Vincolo paesaggistico relativo a “territori coperti da foreste e da boschi” nelle seguenti aree: <ul style="list-style-type: none"> • Cantiere di imbocco CI.27 (Forte Diamante lato MI, S.Rocco lato MI, Polcevera lato MI) • Cantiere di imbocco CI.28 (Bric Du Vento lato SV, Baccan lato SV e Polcevera lato SV) • Cantiere di imbocco CI.32 (galleria Morego lato A7 direzioni MI e GE) • Viadotto Orpea – parte • Viadotto Mercantile – parte • Cantiere industriale CI.13 • Viabilità di servizio VS.07
Beni culturali	Art. 10 del D.Lgs 42/2004	Immobile vincolato: Palazzo Pareto poi Bruzzo

In corrispondenza dell’area di imbocco della galleria Monterosso lato Genova e dell’area di cantiere industriale “imbocco frese” CI.13, l’opera in progetto risulta limitrofa all’immobile denominato Palazzo Pareto poi Bruzzo, situato in via al Santuario N.S. della Guardia n° 82-84, e dichiarato di interesse culturale ai sensi della legge 364/1909 (Codice Monumentale 02-013).

Nell’ambito in esame non sono presenti aree della Rete Natura 2000.

7.3.4 Inquadramento geologico-geomorfologico

Si ripercorre virtualmente il tracciato procedendo da ovest verso est, lungo la canna est, e da sud verso nord (cfr. elaborati GEO011, GEO014, GEO015 e GEO016 del PD). Nell'ambito in esame rientrano:

- circa 2 km degli assi 1 e 2 (rispettivamente canna Ovest ed Est dell'A10 bis), dal km 14+500 al km 16+600 (ultimo tratto delle gallerie Monterosso e viadotti Genova);
- circa 2 km dell'asse 3 (A7 direzione Nord), dal km 4+700 al km 6+600 (ultimo tratto della galleria Forte Diamante);
- circa 1,5 km dell'asse 4 (A12 direzione Est), dal km 0+000 al km 1+400 (primo tratto della galleria Bric du Vento);
- le quattro rampe dell'interconnessione di Bolzaneto:
 - rampa 1 (collegamento A7 Nord – Gronda Ovest) (galleria Baccan);
 - rampa 2 (collegamento A7 Sud – Gronda Ovest) (MI-SV) (galleria Polcevera, viadotto Mercantile);
 - rampa 3 (collegamento A7 Sud – A12 Est) (MI-GE) (galleria San Rocco, Viadotto Mercantile);
 - rampa 4 (collegamento A7 Nord – A7 Sud) (galleria Morego).

Assi 1 e 2

Galleria Monterosso (ultimo tratto):

- Vedi ambito Monterosso.

Viadotto Genova:

- le fondazioni intesseranno il substrato lapideo - costituito dalle argilliti della Formazione di Montanesi e dalle alternanze pelitico-arenacee della Formazione di Ronco - posto al di sotto di depositi alluvionali di natura ghiaioso-sabbiosa di spessore compreso tra 15 e 30 m circa.

Asse 3

Galleria Forte Diamante (tutta):

- Tratta 3+620 ÷ 6+430 circa: il tracciato interessa dapprima le sequenze pelitico-arenacee della Formazione di Ronco e, a partire dalla progressiva km 5+670 circa, le successioni argillitiche ad assetto scaglioso della Formazione di Montanesi. Quest'ultima Formazione nel suo complesso evidenzia una pseudostratificazione indotta da pieghe isoclinali strizzate a piccolo raggio, con immersione verso i quadranti orientali e vergenza mediamente verso W. Il passaggio tra le due formazioni si attua a mezzo di un orizzonte tettonico lungo il quale gli ammassi rocciosi risultano intensamente tettonizzati, con sviluppo di fenomeni di trascinamento (dragging) legati a piani di thrust secondari subparalleli alla stratificazione. La continuità del piano di sovrascorrimento risulta interrotta da diverse strutture tettoniche a direzione prevalentemente E-W e giacitura sub verticale, che saranno attraversate dagli scavi in sotterraneo alle progressive km 3+650, 4+555, 4+770, 4+945, 5+280, 5+460 e 5+560. L'effetto di tali piani di faglia può determinare l'intercettazione della Formazione di Montanesi, più probabile per motivi geometrici tra le progressive km 5+530 e 5+560. In tali situazioni lo scavo in sotterraneo avrà condizioni di fronte misto e condizioni di elevata tettonizzazione degli ammassi rocciosi. Per quanto concerne le principali problematiche di natura geologica si evidenziano:
 - possibili fenomeni di squeezing in corrispondenza dei tratti ad argillite prevalente e degli orizzonti tettonizzati all'interno della Formazione di Ronco;

- problemi di instabilità di porzioni del fronte nei tratti scavati all'interno delle alternanze pelitico-arenacee della Formazione di Ronco;
- problemi di instabilità del fronte e del cavo nei tratti di attraversamento delle zone tettonizzate e difficoltà connesse allo scavo in situazione di fronte misto.

Particolare attenzione dovrà inoltre essere prestata alla progettazione e realizzazione delle opere di imbocco che coinvolgono l'orizzonte più allentato ed alterato del substrato lapideo ed i sovrastanti depositi eluvio-colluviali con spessori complessivi di 8÷10 m. Per quanto concerne le problematiche di natura idrogeologica la ridotta permeabilità delle formazioni attraversate porta a ritenere probabili situazioni di stillicidio diffuso, con limitate venute in corrispondenza dell'attraversamento delle fasce tettonizzate e delle porzioni corticali più allentate dell'ammasso roccioso.

Viadotti Orpea e Secca:

- Tratta 6+430 ÷ 6+575: sequenze pelitico-arenacee della Formazione di Ronco che mostrano qui un assetto blandamente anticlinalico.

Asse 4

Galleria Bric du Vento (tutta):

- Tratta 0+000 ÷ 0+155: sequenze argillitiche della Formazione di Montanesi che nel complesso evidenziano una pseudostratificazione indotta da pieghe isoclinali strizzate a piccolo raggio con immersione verso i quadranti orientali e vergenza mediamente verso W.
- Tratta 0+155 ÷ 0+255: sequenze pelitico-arenacee della Formazione di Ronco, intercettate dal sondaggio MB33. La Formazione di Ronco, in questo contesto, costituisce il nucleo - con orientamento NNE-SSW - di una struttura a piega sinclinale isolato dal litosoma principale dell'unità. Il lato di monte del litosoma di Ronco è evoluto in una faglia normale, che ha ribassato il nucleo di Ronco isolandolo dagli affioramenti di ROC posti più ad E.
- Tratta 0+255÷ 0+600 circa: argilliti della Formazione di Montanesi, poi sequenze pelitico-arenacee della Formazione di Ronco.
- Tratta 0+600÷ 2+500: Formazione di Ronco. Il passaggio tra le due formazioni si attua a mezzo di un orizzonte tettonico lungo il quale gli ammassi rocciosi risultano fortemente tettonizzati con sviluppo di fenomeni di trascinamento (dragging) legati a piani di thrust secondari subparalleli alla stratificazione. In tale settore le giaciture dei piani di strato, mediamente orientate verso E, sono frequentemente legate alle pieghe isoclinali descritte per l'asse A7 e che caratterizzano il Ronco in tutto questo settore. Le indagini eseguite hanno inoltre evidenziato orizzonti ad intensa tettonizzazione, con sviluppo di brecce - costituite da clasti da spigolosi a subarrotondati immersi in matrice pelitico-argillitica con strutture fluidali - distribuiti in particolare tra le progressive 2+260 e 2+420 circa. Sono inoltre stati individuati diversi piani di faglia a giacitura subverticale e direzione prevalentemente E-W che disarticolano il piano di sovrascorrimento tra la Formazione di Ronco e le sottostanti Argilliti di Montanesi e che saranno intercettate alle progressive km 0+750, 0+770, 0+850, 1+240, 1+340 e 1+605 circa.

Interconnessione di Bolzaneto

Rampa 1 (collegamento A7 Nord – Gronda Ovest)

- A partire dal raccordo con l'asse A7 Nord lo scavo in sotterraneo si svilupperà all'interno delle sequenze pelitico-arenacee della Formazione di Ronco che

costituirà il fronte di scavo fino alla progressiva km 1+335, dove verrà intercettato il piano di sovrascorrimento che pone in contatto la Formazione di Ronco con le sottostanti argilliti della Formazione di Montanesi. In corrispondenza del contatto tettonico tra le due formazioni gli ammassi rocciosi risultano intensamente tettonizzati con sviluppo di fenomeni di trascinamento (dragging), legati a piani di thrust secondari subparalleli alla stratificazione. Nel tratto iniziale le giaciture dei piani di strato, mediamente orientate verso E, sono frequentemente legate a pieghe isoclinali alla mesoscala; si evidenziano pieghe di lunghezza compresa tra decine e centinaia di metri, con assi orientati grossomodo NE-SW, e orizzonti fortemente disturbati da pieghe metriche e decimetriche. Le argilliti della Formazione di Montanesi, nel complesso mostrano una pseudostratificazione indotta da pieghe isoclinali strizzate a piccolo raggio, con interruzione della continuità degli strati arenacei, con immersione verso i quadranti orientali e vergenza mediamente verso W. La continuità del piano di sovrascorrimento risulta interrotta da diverse strutture tettoniche a direzione prevalentemente E-W e giacitura subverticale che saranno attraversate dallo scavo in sotterraneo alle progressive km 0+265, 0+480, 0+640, 1+010, 1+105 e 1+170.

- Tra le progressive 1+640 e 1+750 circa verranno attraversate sequenze pelitico-arenacee della Formazione di Ronco che costituiscono un nucleo di una struttura a piega sinclinale (vedi asse A12).
- Tra le progressive 1+750 e l'imbocco della galleria Baccan, ubicato alla progressiva 1+915 circa, lo scavo interesserà nuovamente le sequenze argillitiche della Formazione di Montanesi. Per quanto concerne le problematiche di natura idrogeologica la ridotta permeabilità delle formazioni attraversate porta a ritenere probabili situazioni di stillicidio diffuso, con limitate venute in corrispondenza dell'attraversamento delle fasce tettonizzate e delle porzioni corticali più allentate dell'ammasso roccioso.
- Nel tratto terminale dell'asse di progetto, le fondazioni delle opere all'aperto interesseranno dapprima la Formazione di Montanesi ed il relativo orizzonte eluvio-colluviale e successivamente, a partire dalla progressiva km 1+955, terreni di riporto e depositi alluvionali di natura ghiaioso-sabbiosa che ricoprono il substrato lapideo con spessore di circa 30 m.

Rampa 2 (collegamento A7 Sud – Gronda Ovest) (MI-SV)

- Lo scavo in sotterraneo (galleria Polcevera), esteso tra le progressive km 0+205 e 0+755 circa avverrà interamente all'interno delle sequenze argillitiche a struttura scagliosa della Formazione di Montanesi, che nel complesso evidenzia una pseudostratificazione indotta da pieghe isoclinali strizzate a piccolo raggio, con interruzione della continuità degli strati arenacei, con immersione verso i quadranti orientali e vergenza mediamente verso W. In corrispondenza degli imbocchi della galleria gli scavi interesseranno depositi eluvio-colluviali con spessori di circa 2÷3 m ed il sottostante orizzonte di alterazione del substrato che mostra uno spessore di circa 5÷6 m. Per quanto concerne le problematiche di natura idrogeologica, la ridotta permeabilità delle formazioni attraversate porta a ritenere probabili situazioni di stillicidio diffuso, con limitate venute in corrispondenza dell'attraversamento delle fasce tettonizzate, delle porzioni corticali più allentate dell'ammasso roccioso e del piano di base della deformazione gravitativa di versante.
- Nei tratti all'aperto dell'asse di progetto le fondazioni delle opere d'arte interesseranno terreni di riporto e depositi alluvionali di natura ghiaioso-sabbiosa che ricoprono il substrato lapideo con spessore complessivo di circa 10 m nel tratto iniziale e di circa 30÷35 m nel tratto finale.

Rampa 3 (collegamento A7 Sud – A12 Est) (MI-GE)

- A partire dalla spalla nord del viadotto sul Torrente Secca, fino all'inizio del tratto in sotterraneo alla progressiva km 0+555 circa, il tracciato della Rampa interesserà prima per una trentina di metri la formazione delle Argilliti di Montanesi, quindi i depositi alluvionali antichi (km 0+035÷km 0+065, km 0+175÷km 0+450) e recenti (km 0+065÷km 0+180) del Torrente Secca. Il substrato al di sotto delle alluvioni si rinviene rispettivamente a 6 m da p.c. (Alr) e 10-14 m da p.c. (Ala).
- Alla progressiva km 0+447 il tracciato della Rampa, subito prima dell'imbocco della galleria, supera il rilevato dell'autostrada A7 (km 0+450÷km 0+545) e interessa infine per una decina di metri depositi di versante dello spessore di alcuni metri.
- Nel tratto in sotterraneo (galleria San Rocco), il tracciato si svilupperà all'interno delle successioni argillitiche ad assetto scaglioso della Formazione di Montanesi (km 0+555÷km 0+905, km 1+015÷km 1+485) e delle sequenze pelitico-arenacee della Formazione di Ronco (km 0+905÷km 1+015, km 1+485÷km 2+270). Il passaggio tra le due formazioni si attua a mezzo di un orizzonte tettonico lungo il quale gli ammassi rocciosi a contatto risultano intensamente tettonizzati con sviluppo di fenomeni di trascinamento (dragging) legati a piani di thrust secondari subparalleli alla stratificazione della galleria. Le giaciture dei piani di strato, mediamente orientate verso E, sono frequentemente legate a pieghe isoclinali alla mesoscala; si evidenziano pieghe di lunghezza compresa tra decine e centinaia di metri, con assi orientati grossomodo NE-SW e orizzonti fortemente disturbati da pieghe metriche e decimetriche. La continuità del piano di sovrascorrimento risulta interrotta da diverse strutture tettoniche a direzione prevalentemente E-W e giacitura subverticale che saranno attraversate dagli scavi in sotterraneo alle progressive km 1+015, 1+620, 1+680 e 2+090. Particolare attenzione dovrà inoltre essere prestata alla progettazione e realizzazione delle opere di imbocco che coinvolgono l'orizzonte più allentato ed alterato del substrato lapideo ed i sovrastanti depositi eluvio-colluviali con spessori complessivi di 8÷10 m. Per quanto concerne le problematiche di natura idrogeologica, la ridotta permeabilità delle formazioni attraversate porta a ritenere probabili situazioni di stillicidio diffuso, con limitate venute in corrispondenza dell'attraversamento delle fasce tettonizzate e delle porzioni corticali più allentate dell'ammasso roccioso.

Rampa 4 (collegamento A7 Nord – A7 Sud)

- L'asse di progetto si sviluppa sulle sequenze argillitiche della Formazione di Montanesi e sulle alternanze pelitico-arenacee della Formazione di Ronco che verranno incontrate al di sotto di depositi eluvio-colluviali e detritici di spessore mediamente pari a 3÷5 m. In tale tratta le principali problematiche saranno connesse all'apertura degli scavi in trincea all'interno delle sequenze argillitiche.

7.3.5 Caratterizzazione ambientale dei materiali

I prelievi ambientali eseguiti all'interno dell'ambito in esame sono riportati nella seguente tabella.

Tabella 7-19 Indagini ambientali – Ambito Bolzaneto

Punto	Profondità (m dal pc)	Campagna	Opera prevista
MB26	CA1: 123.00	2010-11-12	Galleria Forte Diamante
MB28	CA1: 113.0-113.34	2010-11-12	Galleria Forte Diamante
MB29	CA1: 102.00	2010-11-12	Gallerie Bric du Vento e San Rocco
MB30	CA1: 116.00	2010-11-12	Galleria Forte Diamante
MB31	CA1: 75.0-75.3	2010-11-12	Galleria Baccan
MB33	CA1: 104.00	2010-11-12	Galleria Bric du Vento
RE15	CA1: 0.00-1.00	2010-11-12	Viadotto Orpea
RE16	CA1: 0.00-1.00	2010-11-12	Viadotto Orpea
RE18	CA1: 0.00-1.00	2010-11-12	Galleria Morego
RE19	CA1: 0.00-0.90	2010-11-12	Galleria Morego
RE23	CA1: 0.00-1.00	2010-11-12	Viadotto Mercantile
PO3	CA1: 0.00-1.00; CA2: 2.00-3.00; CA3: 4.00-5.00; CA4: 7.00-8.00	2010-11-12	Viadotto Genova
VB1	CA1: 13.0-13.3	2010-11-12	Gallerie Monterosso

I risultati delle indagini ambientali relative alla campagna geognostica effettuata nel 2010-2011-2012 sono riportati nelle seguenti tabelle: la prima è relativa ai punti ubicati ad Est del Torrente Polcevera, la seconda è relativa a quelli ubicati ad Ovest del Torrente Polcevera.

Tabella 7-20 Indagini ambientali – Ambito Bolzaneto (Est Polcevera)

n.*	Parametro	Sondaggio Campione Profondità	RE15	RE16	RE23	RE18	RE19	MB28	MB31	MB26	MB29	MB30	MB33	Rif. **	
			CA1	CA1	CA1	CA1	CA1	CA1	CA1	CA1	CA1	CA1	CA1		
			0.00-1.00	0.00-1.00	0.00-1.00	0.00-1.00	0.00-0.90	113.0-113.34	75.0-75.3	123,00	102,00	116,00	104,00		
		U.d.m.												A	B
1	Antimonio	mg/Kg s.s.	1,75	< 1,00	< 1,00	< 1,00	< 1,00	< 1,00	< 1,00	< 1,00	< 1,00	< 1,00	< 1,00	10	30
2	Arsenico	mg/Kg s.s.	8,1	3,67	2,29	3,18	2,86	4,6	4	6	5,2	7,3	6	20	50
3	Berillio	mg/Kg s.s.	0,21	< 0,200	0,23	0,25	< 0,200	0,34	0,26	0,43	< 0,200	0,4	0,63	2	10
4	Cadmio	mg/Kg s.s.	0,22	< 0,200	< 0,200	< 0,200	0,25	< 0,200	< 0,200	< 0,200	0,25	< 0,200	< 0,200	2	15
5	Cobalto	mg/Kg s.s.	7,76	9,86	13,6	16,7	6,14	16,3	40,8	7,8	9,2	14,8	29,9	20	250
6	Cromo totale	mg/Kg s.s.	37,1	28,1	53,8	24,4	60,8	18	40,4	11,5	9,5	22,3	39,6	150	800
7	Cromo VI	mg/Kg s.s.	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	2	15
8	Mercurio	mg/Kg s.s.	< 0,200	< 0,200	< 0,200	< 0,200	< 0,200	< 0,200	< 0,200	< 0,200	0,24	< 0,200	0,2	1	5
9	Nichel	mg/Kg s.s.	39,1	39,9	95,5	41,8	40,6	49,5	75,8	25,6	24,1	58,5	100	120	500
10	Piombo	mg/Kg s.s.	123	8,2	16,1	12,2	45,9	16,2	9,1	10,2	11,9	16,4	16,7	100	1000
11	Rame	mg/Kg s.s.	45,6	36,5	34,3	75,8	25,5	36,2	42,4	14,7	25,8	40,7	112	120	600
12	Selenio	mg/Kg s.s.	0,56	0,54	< 0,50	1,14	0,65	0,96	1,32	0,71	1,2	1,1	2	3	15
13	Stagno	mg/Kg s.s.	4,82	< 0,200	1,2	0,24	2,06	< 0,200	0,33	0,37	0,32	0,38	0,39	1	350
14	Tallio	mg/Kg s.s.	< 0,200	< 0,200	< 0,200	< 0,200	< 0,200	< 0,200	< 0,200	< 0,200	< 0,200	< 0,200	< 0,200	1	10
15	Vanadio	mg/Kg s.s.	12,4	10,7	15,8	14,4	14,3	9,2	20,9	9	6	11	23,2	90	250
16	Zinco	mg/Kg s.s.	142	55,6	59,1	94,3	108	53,9	110,8	34	64,8	58,5	143	150	1500
17	Cianuri (liberi)	mg/Kg s.s.	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	1	100
18	Fluoruri	mg/Kg s.s.	1	< 1	1,2	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1,0	< 1,0	< 1,0	< 1,0	100	2000
19-24	COMPOSTI ORGANICI AROMATICI	-													
	Benzene	mg/Kg s.s.	< 0,050	< 0,050	< 0,050	< 0,050	< 0,050							0,1	2
	Etilbenzene (A)	mg/Kg s.s.	< 0,050	< 0,050	< 0,050	< 0,050	< 0,050							0,5	50
	Stirene (B)	mg/Kg s.s.	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05							0,5	50
	Toluene (C)	mg/Kg s.s.	< 0,050	< 0,050	< 0,050	< 0,050	< 0,050							0,5	50
	Xilene (D)	mg/Kg s.s.	< 0,01	0,2	< 0,01	< 0,01	< 0,01							0,5	50
	Sommatoria organici aromatici (A,B,C,D)	mg/Kg s.s.	< 0,1	0,2	< 0,1	< 0,1	< 0,1							1	100
94	Idrocarburi Leggeri C<12		< 1,00	< 1,00	< 1,00	< 1,00	< 1,00							10	250
95	Idrocarburi pesanti C>12		59	510	37	114	131							50	750

* Numero del parametro da D.Lgs 152/06

** D.Lgs 152/06, Allegato 5, Tabella 1, colonne A e B

Tabella 7-21 Indagini ambientali – Ambito Bolzaneto (Ovest Polcevera)

		Sondaggio	PO3				VB1	Rif. **	
		Campione	CA1	CA2	CA3	CA4	CA1		
		Profondità	0.00-1.00	2.00-3.00	4.00-5.00	7.00-8.00	13.0-13.3		
n.*	Parametro	U.d.m.						A	B
1	Antimonio	mg/Kg s.s.	1,77	6,4	3,81	5,3	5	10	30
2	Arsenico	mg/Kg s.s.	4,42	49	2,55	< 2.00	5	20	50
3	Berillio	mg/Kg s.s.	< 0.200	< 0.200	0,22	0,27	0,57	2	10
4	Cadmio	mg/Kg s.s.	0,58	0,73	0,46	0,66	< 0,05	2	15
5	Cobalto	mg/Kg s.s.	5,03	12,1	13,4	20,5	19,9	20	250
6	Cromo totale	mg/Kg s.s.	32,6	34,6	135	177	23,8	150	800
7	Cromo VI	mg/Kg s.s.	< 1	< 1	< 1	< 1	< 0,2	2	15
8	Mercurio	mg/Kg s.s.	< 0.200	< 0.200	< 0.200	< 0.200	0,0412	1	5
9	Nichel	mg/Kg s.s.	26,3	32,4	126,2	175	51	120	500
10	Piombo	mg/Kg s.s.	52,5	96,3	16,6	11,9	19	100	1000
11	Rame	mg/Kg s.s.	26,4	100,9	21,6	26,2	71,1	120	600
12	Selenio	mg/Kg s.s.	< 0.50	< 0.50	< 0.50	< 0.50	< 0,1	3	15
13	Stagno	mg/Kg s.s.	5,77	30,4	1,42	1,1	1	1	350
14	Tallio	mg/Kg s.s.	< 0.200	< 0.200	< 0.200	< 0.200	< 0,1	1	10
15	Vanadio	mg/Kg s.s.	14,9	33,3	28,2	47,9	15,8	90	250
16	Zinco	mg/Kg s.s.	80,3	230	43,2	59,3	102	150	1500
17	Cianuri (liberi)	mg/Kg s.s.	< 0.1	< 0.1	< 0.1	< 0.1	< 0,1	1	100
18	Fluoruri	mg/Kg s.s.	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	100	2000
19-24	COMPOSTI ORGANICI AROMATICI	-							
	Benzene	mg/Kg s.s.	< 0.050	< 0.050	< 0.050	< 0.050		0,1	2
	Etilbenzene (A)	mg/Kg s.s.	< 0.050	< 0.050	< 0.050	< 0.050		0,5	50
	Stirene (B)	mg/Kg s.s.	< 0.05	< 0.05	< 0.05	< 0.05		0,5	50
	Toluene (C)	mg/Kg s.s.	< 0.050	< 0.050	< 0.050	< 0.050		0,5	50
	Xilene (D)	mg/Kg s.s.	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01		0,5	50
	Sommatoria organici aromatici (A,B,C,D)	mg/Kg s.s.	< 0.1	< 0.1	< 0.1	< 0.1		1	100
94	Idrocarburi Leggeri C<12		< 1.00	< 1.00	< 1.00	< 1.00		10	250
95	Idrocarburi pesanti C>12		210	240	< 10.0	12,7		50	750

* Numero del parametro da D.Lgs 152/06
 ** D.Lgs 152/06, Allegato 5, Tabella 1, colonne A e B

I campioni MB31 ed MB33 prelevati a quota scavo segnalano la presenza di Cobalto con tenori superiori ai limiti di colonna A, ma decisamente inferiori ai limiti imposti per l'uso industriale, colonna B, che denotano comunque anche in questo caso un fondo naturale tipico delle litologie di origine sedimentarie. I prelievi più superficiali (RE15, RE16, RE18 e RE19), eseguiti in corrispondenza delle rampe autostradali previste a progetto, evidenziano concentrazioni di idrocarburi pesanti caratteristici dell'inquinamento da traffico stradale. Tuttavia è da segnalare che le concentrazioni rilevate sono comunque ampiamente al di sotto dei limiti indicati dalla colonna B.

Per quanto riguarda il parametro amianto, si rimanda alle considerazioni riportate al Paragrafo 5.2.

7.3.6 Classificazione dei terreni, volumi movimentati e metodiche di scavo

Nel seguito si riportano le caratteristiche relative ai siti di produzione e di riutilizzo presenti nell'ambito in esame.

- Litologie dominanti:

Sequenze pelitico-arenacee della Formazione di Ronco; Argilliti della Formazione di Montanesi; depositi alluvionali.

- Volumi:

Scavi: 2.214.439,2 mc non contenenti amianto

Riutilizzi: 544.935,44 mc

Si ricorda che lo smarino complessivamente prodotto in sponda est Polcevera viene conferito nel sito di Campursone (cfr. Tabella 7-3) e da lì destinato nei diversi ambiti ai vari utilizzi previsti: opera a mare, riempimento dell'arco rovescio delle gallerie, ripristino degli imbocchi.

- Classificazione ambientale:

Concentrazioni generalmente sotto i limiti di colonna A, ad eccezione di due campioni prelevati a quota scavo che presentano tenori di Cobalto superiori a tali limiti, ma decisamente inferiori ai limiti imposti per l'uso industriale (colonna B), che denotano comunque un fondo naturale tipico delle litologie di origine sedimentarie. Alcuni prelievi superficiali evidenziano concentrazioni di idrocarburi pesanti caratteristici dell'inquinamento da traffico stradale (concentrazioni superiori ai limiti di colonna A, ma ampiamente al di sotto dei limiti di colonna B).

- Caratteristiche di idoneità al riutilizzo:

Il materiale prodotto è idoneo per le tipologie di riutilizzo previste (opera a mare, sistemazione imbocchi, riempimento Campursone, arco rovescio, pavimentazioni bianche).

- Metodica di scavo:

Scavo in sotterraneo con metodi tradizionali.

Scavo all'aperto con mezzi meccanici.

- Pratica industriale per il riutilizzo

Vagliatura; frantumazione; stabilizzazione a cemento; riduzione elementi/materiali antropici.

7.4 AMBITO MONTEROSSO

7.4.1 Principali siti di produzione terre

I principali siti di produzione terre sono:

- Galleria Monterosso Ovest (tutta);
- Galleria Monterosso Est (tutta).

7.4.2 Principali siti di utilizzo terre

I principali siti di riutilizzo terre sono:

- Arco rovescio galleria Monterosso Ovest;
- Arco rovescio galleria Monterosso Est.

7.4.3 Inquadramento territoriale, urbanistico e vincoli

L'ambito ricade interamente all'interno del Comune di Genova, nella porzione territoriale oggetto della Variante 2009 al PUC, c. d. "Variantona", approvata con DCC n. 73/2010 e vigente in salvaguardia, e del Progetto Preliminare di PUC, adottato dal Consiglio Comunale con Delibera n. 92 del 7 Dicembre 2011.

Il tratto di progetto ricadente nell'ambito in esame è completamente in galleria, pertanto non sono presenti porzioni territoriali in cui l'opera corre in superficie, per le quali analizzare le indicazioni degli strumenti di pianificazione sopra richiamati.

Non essendoci parti in cui l'opera in progetto corre in superficie, nell'ambito in oggetto non sono presenti vincoli paesaggistici né culturali.

Con riferimento alle aree della Rete Natura 2000, si segnala un'intersezione, in sotterraneo, col SIC IT1331615 "Monte Gazzo" in corrispondenza delle gallerie Monterosso, per un'estensione pari a circa 1.000 m.

7.4.4 Inquadramento geologico-geomorfologico

Si ripercorre virtualmente il tracciato procedendo da ovest verso est, lungo la canna Est (cfr. elaborato GEO011 del PD). Nell'ambito in esame rientrano circa 4 km delle gallerie Monterosso, sugli assi 1 e 2 (rispettivamente canna Est ed Ovest dell'A10 bis), dal km 10+850 al km 15+000.

Assi 1 e 2

Galleria Monterosso (tutta):

- Tratta 9+590 ÷ 9+750 circa: serpentiniti prevalenti con fasce cataclastiche (sondaggio VB14); tali fasce cataclastiche, a direzione circa Nord-Sud, sembrano estendersi per lunghezze chilometriche dalla zona di Carpenara, a Nord, fino ad una probabile intersezione con il tracciato, a Sud. La potenza complessiva è di alcune decine di metri. Oltre la progressiva km 9+700 la roccia sembra essere meno fratturata.
- Tratta 9+750 ÷ 10+690 circa: prevalenti serpentiniti con relitti di peridotiti; è previsto un corpo di calcescisti tra le progressive km 10+060 e 10+100 circa, ma non si può escludere la presenza di questo litotipo anche nella parte iniziale della tratta e in particolare intorno al km 9+900 circa. Nella parte intermedia della tratta tra le km 10+500 e 10+600 circa possono essere presenti zone intensamente tettonizzate di potenza fino a decametrica con locale sviluppo di serpentinoscisti.
- Tratta 10+690 ÷ 10+910 circa: nel tratto iniziale compare una banda di potenza decametrica di metabasiti, con probabile presenza di SAC al contatto con i calcescisti, che dovrebbero proseguire fino a fine tratta e la cui presenza è confermata dal sondaggio VB12.
- Tratta 10+910 ÷ 11+400 circa: serpentiniti prevalenti con scarso grado di affioramento.
- Tratta 11+400 ÷ 11+515: contatto tra due grandi corpi di serpentiniti e di dolomia caratterizzato da una zona di deformazione che determina l'alternanza di serpentiniti, calcescisti, quarzoscisti e dolomie. In questo settore l'assetto geometrico complessivo è presumibile con buona affidabilità sulla base di due sondaggi, uno in asse con il tracciato (VB11) e uno proiettato (SGG4) e sulla base delle stazioni strutturali IGG45 e IGG12. La stazione IGG45 mette in evidenza una faglia con direzione subparallela al contatto e con inclinazione di 78°. Il sondaggio VB11, inclinato di 15°W, attraversa tutta la tratta. Alla progressiva km 11+430 circa il sondaggio ha rilevato una zona di faglia con presenza di gouge argilloso. Il

contatto con la dolomia è caratterizzato da una fascia brecciata e cementata da un network di vene carbonatiche con fibre di tremolite e con una potenza osservabile sul terreno di circa 15 m, e di 35 m proiettata a quota galleria (circa alla progressiva km 11+575).

- Tratta 11+515 ÷ 11+750: dolomie a stratificazione metrica mal definita, con giacitura sub-verticale. Il tratto di galleria che si sviluppa all'interno della Dolomia del Monte Gazzo presenta diffusi fenomeni carsici.
- Tratta 11+750 ÷ 12+040: contatto tra le dolomie, i Gessi del Rio Riasso (calcarei cavernosi con cavità da dissoluzione carsica di dimensioni decimetriche) e i calcari della serie di Gallaneto-Lencisa. Nel settore orientale della tratta, in base ai dati di superficie e del sondaggio VB10, è stata riconosciuta la presenza di tre fasce di potenza plurimetrica (massimo 20 m) di carniole tettoniche e brecce da dissoluzione localmente argillificate, poste nella zona di contatto tra le dolomie del Monte Gazzo e le serie Gallaneto-Lencisa in prossimità del piano della galleria. Si tratta di rocce derivanti da tettonizzazione e conseguente parziale dissoluzione dei litotipi carbonatici ed eventualmente gessosi all'interno di zone di taglio, nelle quali sono incluse anche scaglie di serpentiniti. Un fattore di rischio per lo scavo potrebbe essere costituito dalla possibile presenza di cavità carsiche di dimensioni anche metriche, con eventuali terre e limi residuali, fratture riempite da depositi travertinosi e venute d'acqua anche consistenti.
- Tratta 12+040 ÷ 12+170: serpentiniti di Case Bardane, interamente coinvolte nella zona di deformazione di Timone. L'involgimento complessivo della struttura è in media Nord-Sud. Sono presenti piani a basso angolo che determinano variazioni a scala plurimetrica nella localizzazione dei margini della zona di taglio principale. A questi sono associate zone cataclastiche con potenza plurimetrica e zone a gouge di potenza centimetrica. Le previsioni della geometria a quota tunnel sono condizionate dal sondaggio VB10, che vincola, ad Ovest, la posizione del contatto tra i calcari e le serpentiniti, e dal sondaggio VB8, posto ad Est della tratta, che vincola la posizione del contatto tra le serpentiniti e gli Scisti di Larvego.
- Tratta 12+170 ÷ 12+680: scisti di Larvego, argilloscisti e metabasalti talora foliati dell'Unità Figogna. La geometria interna dei litotipi è legata prevalentemente all'evento di piegamento 2. Il contatto in superficie appare subverticale, mentre tende a diventare a medio angolo in profondità, secondo i dati di sondaggio (VB7 e VB8). È possibile che il contatto sia ripiegato e parzialmente dislocato dall'evento deformativo 3 che sviluppa pieghe aperte e zone di taglio fragili in posizione di piano assiale delle pieghe. Nel corso dell'esecuzione del sondaggio VB8 è stata rinvenuta acqua in pressione.
- Tratta 12+680 ÷ 12+975: livello di serpentiniti del Bric dei Corvi compreso tra due corpi di metabasiti del Monte Figogna. Le serpentiniti fanno interamente parte della zona di deformazione di Scarpino, all'interno della quale le rocce sono organizzate in livelli di gouge (o rocce cataclastiche a matrice argillosa) di potenza fino a plurimetrica, fasce cataclastiche e zone massive ad intensa fratturazione. La zona di deformazione ha caratteristiche analoghe alla zona di deformazione di Timone, ma con maggiore presenza di gouge e prevalente presenza di brecce di faglia e cataclasi ricementate; l'inclinazione media dell'intera fascia di deformazione è di 40-50° verso Est. La superficie basale della zona di deformazione non sembra corrispondere ad un singolo piano di taglio, ma ad una zona di 15-20 metri molto deformata contraddistinta da più livelli cataclastici, piani con gouge a spaziatura metrica e potenza decimetrica, inoltre sono presenti litoni meno deformati costituiti da serpentiniti massive e da oficalci a tessitura brecciata. La zona è caratterizzata

da un buon grado di affioramento, una copertura non molto elevata, due sondaggi (VB7-VB7bis) e varie stazioni strutturali.

- Tratta 12+975 ÷ 13+900: tratta costituita interamente da metabasalti del Monte Figogna. La zona è estesa ma molto omogenea per quanto riguarda la composizione litologica e la geometria interna. Si può ipotizzare la presenza di alcune faglie individuali a spaziatura ettometrica, alle quali possono essere associate rocce di faglia, probabilmente ricementate.
- Tratta 13+960 ÷ 14+060: tratta al contatto tra le metabasalti del Monte Figogna, i metasedimenti silicei della Madonna della Guardia, i metacalcari di Erzelli e le argilliti di Murta. I metasedimenti silicei hanno andamento lenticolare e discontinuo in superficie; i metacalcari di Erzelli presentano assetto strutturale costante.
- Tratta 14+060 ÷ 15+760: tratta litologicamente omogenea, costituita interamente dalle meta-argilliti di Murta e di Costagiutta nella quale sono disponibili un sondaggio (VB1) e una stazione strutturale (ST21). La copertura non è mai elevata, ma il grado di affioramento è spesso molto basso. Il modello strutturale presenta una foliazione pervasiva sub-verticale e ondulata dall'evento deformativo 3 che sviluppa piani di taglio fragile, localmente associati a cataclasiti, in posizione di piano assiale delle pieghe di fase 3.

7.4.5 Caratterizzazione ambientale dei materiali

I prelievi ambientali eseguiti all'interno dell'ambito in esame o limitrofi ad esso sono riportati nella seguente tabella.

Tabella 7-22 Indagini ambientali – Ambito Monterosso e limitrofi

Punto	Profondità (m dal pc)	Campagna	Opera prevista
A7	Affioramenti	2006-07	-
A8	Affioramenti	2006-07	Gallerie Monterosso
A9	Affioramenti	2006-07	-
A10	Affioramenti	2006-07	-
A11	Affioramenti	2006-07	-
A13	Affioramenti	2006-07	-
VB6	CA1: 433-433.20	2010-11-12	Gallerie Monterosso
VB7	CA1: 258.0-258.3	2010-11-12	Gallerie Monterosso
VB7bis	CA1: 345-345.30	2010-11-12	Gallerie Monterosso
VB8	CA1: 190.0-190.3	2010-11-12	Gallerie Monterosso
VB10	CA1: 269-269.30	2010-11-12	Gallerie Monterosso
VB11	CA1: 185	2010-11-12	Gallerie Monterosso
VB12	CA1: 224	2010-11-12	Gallerie Monterosso
Pozzo 2	CA1: 215-215.25	2010-11-12	Gallerie Monterosso

I risultati delle indagini ambientali effettuate sono riportati nelle seguenti tabelle: la prima è relativa ai prelievi su affioramenti effettuati nel 2006-2007, mentre la seconda è relativa alla campagna geognostica effettuata nel 2010-2011-2012.

Tabella 7-23 Prelievi da affioramenti – Ambito Monterosso

n.*	Parametro	Sondaggio	A7	A8	A9	A10	A11	A13	Rif. **	
		Campione								
		Profondità	Affior.	Affior.	Affior.	Affior.	Affior.	Affior.		
U.d.m.									A	B
1	Antimonio	mg/Kg s.s.	<0.1	0,29	<0.1	0,43	0,21	0,38	10	30
2	Arsenico	mg/Kg s.s.	1,8	1,1	1	0,8	1,1	<0.5	20	50
3	Berillio	mg/Kg s.s.	<0.1	0,23	<0.1	0,16	<0.1	0,16	2	10
4	Cadmio	mg/Kg s.s.	0,53	0,1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	2	15
5	Cobalto	mg/Kg s.s.	61,3	18,4	42,8	8,4	2,7	1<1	20	250
6	Cromo totale	mg/Kg s.s.	356	79,9	328	55,4	70,2	15,3	150	800
7	Cromo VI	mg/Kg s.s.	<0.2	<0.2	2,8	<0.2	<0.2	<0.2	2	15
8	Mercurio	mg/Kg s.s.	<0.05	<0.1	0,11	0,1	<0.05	0,05	1	5
9	Nichel	mg/Kg s.s.	1392	110	1352	64,6	48,8	44,3	120	500
10	Piombo	mg/Kg s.s.	27,6	21,2	0,8	6,4	1,9	2,1	100	1000
11	Rame	mg/Kg s.s.	1403	63,7	10,5	43,9	15,4	51,4	120	600
12	Selenio	mg/Kg s.s.	0,65	2,08	0,16	1,83	0,23	1,79	3	15
13	Stagno	mg/Kg s.s.	1,26	3,63	1,06	2,32	1,22	2,69	1	350
14	Tallio	mg/Kg s.s.	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	1	10
15	Vanadio	mg/Kg s.s.	10	18	11	6,6	18,5	38,9	90	250
16	Zinco	mg/Kg s.s.	65,3	130,6	23,2	59,4	5,9	33,4	150	1500
17	Cianuri (liberi)	mg/Kg s.s.	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	1	100
18	Fluoruri	mg/Kg s.s.	<1	<1	<1	<1	<1	1,1	100	2000

* Numero del parametro da D.Lgs 152/06
** D.Lgs 152/06, Allegato 5, Tabella 1, colonne A e B

Tabella 7-24 Indagini ambientali – Ambito Monterosso

n.*	Parametro	Sondaggio	VB7	VB8	VB11	VB12	VB6	VB7bis	Pozzo 2	VB10	Rif. **	
		Campione	CA1	CA1	CA1	CA1	CA1	CA1	CA1	CA1		
		Profondità	258.0-258.3	190.0-190.3	185	224	433-433.20	345-345.30	215-215.25	269-269.30		A
U.d.m.												
1	Antimonio	mg/Kg s.s.	15	3	17	5	< 1	18	18	< 1	10	30
2	Arsenico	mg/Kg s.s.	2	2	< 1	23	< 1	1	< 1	4	20	50
3	Berillio	mg/Kg s.s.	0,27	0,15	< 0,05	0,31	0,08	0,05	< 0,05	1,49	2	10
4	Cadmio	mg/Kg s.s.	< 0,05	< 0,05	< 0,05	0,13	< 0,05	< 0,05	< 0,05	0,45	2	15
5	Cobalto	mg/Kg s.s.	6,4	7,2	57,8	25,2	5,2	91	71,8	17,5	20	250
6	Cromo totale	mg/Kg s.s.	11,8	14,3	1069	14,7	7,3	1746	1073	58,5	150	800
7	Cromo VI	mg/Kg s.s.	< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2	2	15
8	Mercurio	mg/Kg s.s.	0,036	0,0243	0,0005	0,0214	0,0043	0,0025	0,0487	0,0302	1	5
9	Nichel	mg/Kg s.s.	28,3	38	980	24,4	5,3	1605	1492	45,2	120	500
10	Piombo	mg/Kg s.s.	7	3	< 1	12	< 1	1	< 1	12	100	1000
11	Rame	mg/Kg s.s.	30,2	51,1	26,1	20	12,4	6,8	9,8	55	120	600
12	Selenio	mg/Kg s.s.	< 0,1	< 0,1	< 0,1	0,3	< 0,1	0,1	< 0,1	0,2	3	15
13	Stagno	mg/Kg s.s.	2,7	0,3	0,1	0,4	< 0,1	1,2	1,1	< 0,1	1	350
14	Tallio	mg/Kg s.s.	1,5	< 0,1	0,4	0,8	< 0,1	0,1	0,3	< 0,1	1	10
15	Vanadio	mg/Kg s.s.	8,5	8,8	19,7	19,3	22,6	28,1	21,5	56,1	90	250
16	Zinco	mg/Kg s.s.	64,9	54,7	39,2	53,8	21,3	40,7	439	121	150	1500
17	Cianuri (liberi)	mg/Kg s.s.	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	1	100
18	Fluoruri	mg/Kg s.s.	< 1	< 1	1	< 1	< 1	< 1	< 1	1	100	2000
19-24	COMPOSTI	-										
	Benzene	mg/Kg s.s.			< 0,005	< 0,005					0,1	2
	Etilbenzene (A)	mg/Kg s.s.			< 0,005	< 0,005					0,5	50
	Stirene (B)	mg/Kg s.s.			< 0,005	< 0,005					0,5	50
	Toluene (C)	mg/Kg s.s.			< 0,005	< 0,005					0,5	50
	Xilene (D)	mg/Kg s.s.			< 0,005	< 0,005					0,5	50
	Sommatoria	mg/Kg s.s.			< 0,005	< 0,005					1	100

* Numero del parametro da D.Lgs 152/06
** D.Lgs 152/06, Allegato 5, Tabella 1, colonne A e B

Dall'analisi dei dati, si evince che alcuni litotipi presentano tenori nelle concentrazioni di alcuni metalli pesanti (cromo e nichel soprattutto, ma anche cobalto, antimonio e stagno), tipici del proprio fondo naturale, superiori rispetto ai limiti definiti dalla normativa (cfr. campioni VB7, VB11, VB12, VB7bis e Pozzo 2). Ciò è riscontrabile per le caratteristiche proprie delle rocce ultrafemiche variamente serpentizzate, dove più facilmente si possono ritrovare valori elementali decisamente importanti.

Per quanto riguarda il parametro amianto, si rimanda all'analisi riportata al Paragrafo 5.2, nonché agli specifici elaborati progettuali (cfr. elaborati da GEO0178 a GEO0183 del PD).

7.4.6 Classificazione dei terreni, volumi movimentati e metodiche di scavo

Nel seguito si riportano le caratteristiche relative ai siti di produzione e di riutilizzo presenti nell'ambito in esame.

- Litologie dominanti:

Serpentiniti prevalenti con fasce cataclastiche o con relitti di peridotiti; calcescisti; serpentinoscisti; metabasiti e argilloscisti dell'Unità del Monte Figogna; dolomie del Monte Gazzo; gessi del Rio Riasso; scisti di Larvego; quarzoscisti; calcari della serie di Gallaneto-Lencisa; argilliti di Murta.

- Volumi:

Scavi: 559.170 mc non contenenti amianto e 2.215.055 mc con possibile contenuto di amianto

Riutilizzi: 334.800 mc

Si ricorda che lo smarino complessivamente prodotto in sponda ovest Polcevera viene conferito nel sito di Bolzaneto (cfr. Tabella 7-3) e da lì destinato nei diversi ambiti ai vari utilizzi previsti: opera a mare, riempimento dell'arco rovescio delle gallerie, discarica speciale.

- Classificazione ambientale:

Concentrazioni generalmente nella norma. Alcuni litotipi presentano concentrazioni di alcuni metalli pesanti (soprattutto cromo e nichel) superiori rispetto ai limiti definiti dalla normativa, tipici del proprio fondo naturale e correlabili alle caratteristiche proprie delle rocce ultrafemiche variamente serpentizzate.

- Caratteristiche di idoneità al riutilizzo:

Il materiale prodotto è idoneo per le tipologie di riutilizzo previste (opera a mare, arco rovescio).

- Metodica di scavo:

Scavo in sotterraneo con fresa meccanizzata di tipo EPB o HydroShield.

Scavo all'aperto con mezzi meccanici.

- Pratica industriale per il riutilizzo

Stabilizzazione a cemento; riduzione elementi/materiali antropici.

7.5 AMBITO VARENNA

7.5.1 Principali siti di produzione terre

I principali siti di produzione terre sono:

- Galleria Monterosso Ovest – vedi ambito Monterosso;
- Galleria Monterosso Est – vedi ambito Monterosso.
- Galleria Amandola Ovest – vedi ambito Amandola;
- Galleria Amandola Est – vedi ambito Amandola.
- Viadotto Varenna Est;
- Viadotto Varenna Ovest;
- Area cantiere di imbocco CI.25 (gallerie Monterosso lato SV e Amandola lato GE).

7.5.2 Principali siti di utilizzo terre

I principali siti di riutilizzo terre sono:

- Sistemazione imbocchi gallerie Monterosso lato SV;
- Sistemazione imbocchi gallerie Amandola lato GE.

7.5.3 Inquadramento territoriale, urbanistico e vincoli

L'ambito ricade interamente all'interno del Comune di Genova, nella porzione territoriale oggetto della Variante 2009 al PUC, c. d. "Variantona", approvata con DCC n. 73/2010 e vigente in salvaguardia. Le zone e sottozone complessivamente interessate, nelle porzioni territoriali in cui l'opera corre in superficie, sono riportate nella seguente tabella.

Tabella 7-25 PUC: zone territoriali interessate

<i>Aree</i>	<i>Zone</i>	<i>Sottozone</i>	<i>Regime normativo</i>
Viadotto Varenna Ovest	Tessuto agricolo	EM	MA
	Produttivo	DT	
	Tecnologici	T	
	Aree di rispetto e salvaguardia	We	
Viadotto Varenna Est	Produttivo	DT	
	Tecnologici	T	
	Aree di rispetto e salvaguardia	We	
Cantiere di imbocco CI.25 (gallerie Amandola lato GE e Monterosso lato SV)	Area di rispetto e salvaguardia	We	
	Produttivo	Dt	
	rete idrografica	H	
	Tessuto Agricolo	EM	MA
	Impianti tecnologici	T	
	Tessuto Agricolo	EE	MA
	Tessuto Agricolo	EB	CO

Con riferimento al Progetto Preliminare di PUC, adottato dal Consiglio Comunale con Delibera n. 92 del 7 Dicembre 2011, l'analisi è limitata alle aree di imbocco delle gallerie, dal momento che l'opera in progetto è prevista dal Piano. Le tipologie di ambiti adiacenti il tracciato di progetto o interessate dalle aree di imbocco delle gallerie sono riportate nella seguente tabella.

Tabella 7-26 Progetto Preliminare PUC: ambiti interessati

<i>Aree di imbocco</i>	<i>Ambiti di Piano</i>
Gallerie Amandola GE	Ambito di conservazione nel territorio non insediato (AC – NI)
Gallerie Monterosso SV	Ambito di conservazione nel territorio non insediato (AC – NI)

Sempre con riferimento alle parti in cui l'opera in progetto corre in superficie, nell'ambito in esame sono presenti i vincoli riportati nella seguente tabella.

Tabella 7-27 Beni paesaggistici e culturali presenti nell'ambito

Categoria	Riferimento normativo	Vincolo
Beni paesaggistici	Lettera g) dell'art. 142 del D.Lgs 42/2004	Vincolo paesaggistico relativo a "territori coperti da foreste e da boschi" nelle seguenti aree: <ul style="list-style-type: none"> • Viadotti Varenna Est ed Ovest – parte • Cantiere di imbocco CI.25 (gallerie Amandola lato GE e Monterosso lato SV)

Con riferimento alle aree della Rete Natura 2000, si segnala una situazione di prossimità (distanza di circa 100 m) tra il SIC IT1331501 "Praglia - Pracaban - Monte Leco - Punta Martin" ed i viadotti Varenna Est ed Ovest e l'imbocco delle gallerie Amandola Est ed Ovest lato GE (cantiere di imbocco CI.25) (cfr. figura seguente).

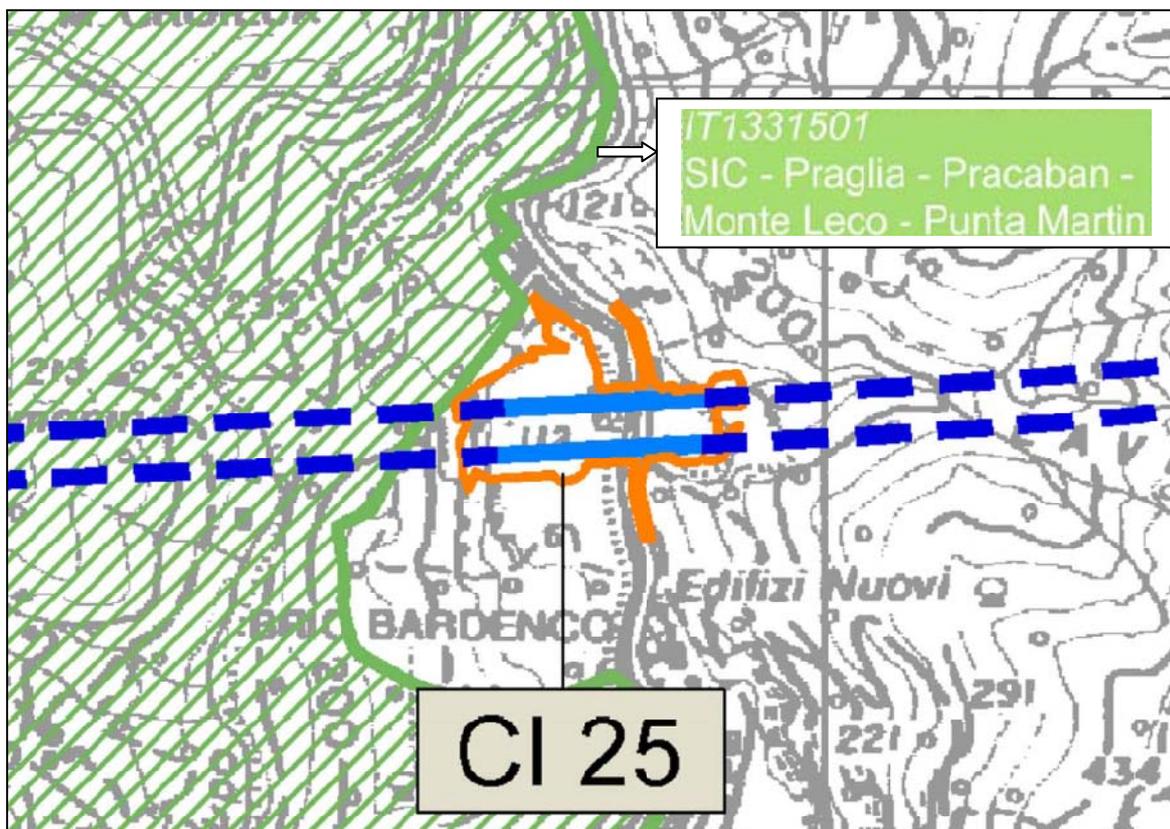


Figura 7-2 SIC IT1331501 ed area cantiere di imbocco gallerie Amandola lato GE

7.5.4 Inquadramento geologico-geomorfologico

Si ripercorre virtualmente il tracciato procedendo da ovest verso est, lungo la canna Est (cfr. elaborati GEO010 e GEO011 del PD). Nell'ambito in esame rientrano circa 4 km degli assi 1 e 2 (rispettivamente canna Ovest ed Est dell'A10 bis), dal km 8+100 al km 12+100 (ultimo tratto delle gallerie Amandola, viadotti Varenna e primo tratto delle gallerie Monterosso).

Assi 1 e 2

Galleria Amandola (ultimo tratto):

- vedi ambito Amandola.

Viadotti Varenna:

- Tratta 9+360 ÷ 9+590 circa: ripetizioni di metabasiti, serpentiniti e calcescisti, con possibili fasce di SAC; la struttura è spesso cataclastica con cemento carbonatico, come confermato dai sondaggi VB15 e VB16.

Galleria Monterosso (primo tratto):

- vedi ambito Monterosso.

7.5.5 Caratterizzazione ambientale dei materiali

I prelievi ambientali eseguiti all'interno dell'ambito in esame sono riportati nella seguente tabella.

Tabella 7-28 Indagini ambientali – Ambito Varenna

Punto	Profondità (m dal pc)	Campagna	Opera prevista
SGG5	CA1: 15-20; CA2: 36-40; CA3: 130-135; CA4: 145-150	2006-07	Viadotti Varenna, Gallerie Amandola
A14	Affioramenti	2006-07	Viadotti Varenna
VB14	CA1: 52.2-52.5	2010-11-12	Gallerie Amandola

I risultati delle indagini ambientali effettuate sono riportati nella seguente tabella.

Tabella 7-29 Indagini ambientali – Ambito Varenna

n.*	Parametro	Sondaggio Campione Profondità U.d.m.	VB14	A14	SGG5				Rif. **	
			CA1		CA1	CA2	CA3	CA4	A	B
			52.2-52.5	Affior.	15-20	36-40	130-135	145-150		
1	Antimonio	mg/Kg s.s.	14	0,28	0,24	0,13	0,24	0,25	10	30
2	Arsenico	mg/Kg s.s.	< 1	4,5	1	2,7	1,4	3,4	20	50
3	Berillio	mg/Kg s.s.	< 0,05	0,41	<0.1	0,2	<0.1	<0.1	2	10
4	Cadmio	mg/Kg s.s.	< 0,05	0,15	<0.1	0,29	<0.1	<0.1	2	15
5	Cobalto	mg/Kg s.s.	24,4	16,4	8,7	15,1	47,5	58	20	250
6	Cromo totale	mg/Kg s.s.	381	27,2	236	32,2	547	527	150	800
7	Cromo VI	mg/Kg s.s.	< 0,2	<0.2	<0.2	<0.2	<0.2	2,8	2	15
8	Mercurio	mg/Kg s.s.	0,0211	<0.05	0,1	0,1	0,21	<0.05	1	5
9	Nichel	mg/Kg s.s.	446	42,7	123	39,2	948	1492	120	500
10	Piombo	mg/Kg s.s.	< 1	15,2	2,1	6,5	2,4	0,6	100	1000
11	Rame	mg/Kg s.s.	16,4	46,6	62,9	43,7	900	28,5	120	600
12	Selenio	mg/Kg s.s.	< 0,1	<17	0,48	0,89	0,3	0,25	3	15
13	Stagno	mg/Kg s.s.	1	6,23	1,52	1,39	1,45	1,77	1	350
14	Tallio	mg/Kg s.s.	< 0,1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	1	10
15	Vanadio	mg/Kg s.s.	15,2	15,2	9	15,9	28,4	17,6	90	250
16	Zinco	mg/Kg s.s.	15,5	114,2	7,9	52,7	32,9	17,8	150	1500
17	Cianuri (liberi)	mg/Kg s.s.	< 0,1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	1	100
18	Fluoruri	mg/Kg s.s.	< 1	<1	<1	<1	<1	<1	100	2000

* Numero del parametro da D.Lgs 152/06
 ** D.Lgs 152/06, Allegato 5, Tabella 1, colonne A e B

Dall'analisi dei dati, si evince che alcuni litotipi presentano tenori nelle concentrazioni di alcuni metalli pesanti (nichel e rame soprattutto, ma anche cobalto, cromo, stagno e antimonio), tipici del proprio fondo naturale, superiori rispetto ai limiti definiti dalla normativa (cfr. campioni SGG5 e VB14). Ciò è riscontrabile per le caratteristiche proprie delle rocce ultrafemiche variamente serpentizzate, dove più facilmente si possono ritrovare valori elementali decisamente importanti.

Per quanto riguarda il parametro amianto, si rimanda all'analisi riportata al Paragrafo 5.2, nonché agli specifici elaborati progettuali (cfr. elaborati da GEO0178 a GEO0183 del PD).

7.5.6 Classificazione dei terreni, volumi movimentati e metodiche di scavo

Nel seguito si riportano le caratteristiche relative ai siti di produzione e di riutilizzo presenti nell'ambito in esame.

- Litologie dominanti:

Metabasiti; serpentiniti; calcescisti.

- Volumi:

Scavi: trascurabili

Riutilizzi: 310.170,87 mc

Si ricorda che lo smarino complessivamente prodotto in sponda ovest Polcevera viene conferito nel sito di Bolzaneto (cfr. Tabella 7-3) e da lì destinato nei diversi ambiti ai vari utilizzi previsti: opera a mare, riempimento dell'arco rovescio delle gallerie, discarica speciale.

- Classificazione ambientale:

Concentrazioni generalmente nella norma. Alcuni litotipi presentano concentrazioni di alcuni metalli pesanti (soprattutto nichel e rame) superiori rispetto ai limiti definiti dalla normativa, tipici del proprio fondo naturale e correlabili alle caratteristiche proprie delle rocce ultrafemiche variamente serpentizzate.

- Metodica di scavo:

Scavo all'aperto con mezzi meccanici.

7.6 AMBITO AMANDOLA

7.6.1 Principali siti di produzione terre

I principali siti di produzione terre sono:

- Galleria Amandola Ovest (tutta);
- Galleria Amandola Est (tutta).

7.6.2 Principali siti di utilizzo terre

I principali siti di riutilizzo terre sono:

- Arco rovescio galleria Amandola Ovest;
- Arco rovescio galleria Amandola Est.

7.6.3 Inquadramento territoriale, urbanistico e vincoli

L'ambito ricade interamente all'interno del Comune di Genova, nella porzione territoriale oggetto della Variante 2009 al PUC, c. d. "Variantona", approvata con DCC n. 73/2010 e vigente in salvaguardia, e del Progetto Preliminare di PUC, adottato dal Consiglio Comunale con Delibera n. 92 del 7 Dicembre 2011.

Il tratto di progetto ricadente nell'ambito in esame è completamente in galleria, pertanto non sono presenti porzioni territoriali in cui l'opera corre in superficie, per le quali analizzare le indicazioni degli strumenti di pianificazione sopra richiamati.

Non essendoci parti in cui l'opera in progetto corre in superficie, nell'ambito in oggetto non sono presenti vincoli paesaggistici né culturali.

Con riferimento alle aree della Rete Natura 2000, si segnala un'intersezione, in sotterraneo, col SIC IT1331501 "Praglia - Pracaban - Monte Leco -Punta Martin" in corrispondenza delle gallerie Amandola Est ed Ovest, per un'estensione pari a circa 2.400 m.

7.6.4 Inquadramento geologico-geomorfologico

Si ripercorre virtualmente il tracciato procedendo da ovest verso est, lungo la canna Est (cfr. elaborato GEO010 del PD). Nell'ambito in esame rientrano circa 4 km delle gallerie Amandola, sugli assi 1 e 2 (rispettivamente canna Ovest ed Est dell'A10 bis), dal km 3+800 al km 8+200.

Assi 1 e 2

Galleria Amandola (tutta):

- Tratta 3+330 ÷ 3+495 circa: calcescisti con giacitura ben controllata da affioramenti posti sulla verticale del tracciato e da sondaggi in asse (VV10 e VV11, interamente sviluppati in calcescisti); non sono visibili in superficie lenti di metabasiti o serpentiniti. La condizione geomeccanica generale dei calcescisti risulta abbastanza buona, con sviluppo di piani di fratturazione lungo i piani assiali di pieghe aperte dell'evento deformativo 3, e superfici di foliazione e/o di fratturazione spesso molto ossidate.
- Tratta 3+495 ÷ 3+595 circa: calcescisti con intercalazioni di corpi di serpentiniti ripiegate. La proiezione sul piano di progetto dei corpi di serpentiniti, la cui esistenza è probabile, è stata effettuata sulla base degli elementi mesostrutturali osservati in superficie.
- Tratta 3+595 ÷ 3+950 circa: alternanze ripetitive di calcescisti, metabasiti e serpentiniti dovute agli effetti del piegamento polifasico. La stazione di misura IGG 42 (progressiva km 3+620) riporta la presenza di una faglia immergente ad Ovest, con associata zona cataclastica di potenza plurimetrica. I sondaggi VV9 e SGG9 confermano l'esistenza di corpi di calcescisti di potenza ettometrica. Il sondaggio VV9 mette in evidenza lo sviluppo di due fasce cataclastiche, di potenza plurimetrica, una nei calcescisti e l'altra al contatto tra la scaglia di serpentiniti e i calcescisti.
- Tratta 3+950 ÷ 4+090 circa: al limite occidentale della tratta è presente una zona di faglia con cataclasi, proiettata sul piano della galleria in base alle stratigrafie del sondaggio VV8; il resto della tratta è contraddistinto da serpentiniti brecciate, fasce cataclastiche e gouge di faglia a spese di serpentiniti e subordinate metabasiti. Nella parte orientale della tratta, al contatto con i calcescisti, è possibile la presenza di livelli metrici di SAC, anche ripetuti.
- Tratta 4+090 ÷ 4+415: calcescisti prevalenti con presenza, intorno alle progressive km 4+230 e 4+400 di corpi di metabasiti di potenza decametrica; in una fascia compresa tra le progressive 4+350 e 4+500 circa, si ha il passaggio tra i calcescisti e il grande corpo di serpentiniti che contraddistingue il tracciato fino al km 5+700 circa. Tale passaggio, che avviene attraverso ripetizioni per piega dei due litotipi, corrisponde probabilmente al fianco di una piega macroscopica a direzione NW-SE

circa, risultato delle prime due fasi di piegamento regionale (Crispini et al., 1991), come suggerito anche dalla distribuzione delle giaciture della foliazione di riferimento; non si rilevano fasce cataclastiche di importanza significativa lungo il contatto calcescisti/serpentiniti. La direzione del contatto è localmente modificata dagli effetti di pieghe parassite e del piegamento di terza fase.

- Tratta 4+415 ÷ 5+700: settore costituito prevalentemente da serpentiniti con rare intercalazioni di metabasiti e metagabbri, con sporadici livelli decimetrici di rodingiti; giacitura della foliazione regionale di norma immergente verso i quadranti orientali a medio-alto angolo. L'assetto geometrico è conforme a quello dei settori adiacenti con caratteristiche relativamente costanti. Il sondaggio VV5 conferma la presenza di serpentiniti fino al piano di progetto e mette in evidenza la ricorrente presenza di fasce cataclastiche, a spaziatura da metrica a decametrica, contenenti talora livelli di gouge di potenza pluridecimetrica. Anche nelle porzioni non cataclastiche, la serpentinite è spesso costituita da una breccia ricementata e fittamente venata, con fratturazione a spaziatura media di ordine decimetrico. Il sondaggio conferma la presenza di sporadiche lenti di metagabbri con potenza plurimetrica, intercalate nelle serpentiniti. I primi 70 metri del sondaggio VV7 rilevano anche la presenza di calcescisti; ciò mette in evidenza l'alternanza di litotipi (calcescisti/serpentiniti/metabasiti) data da pieghe dell'evento deformativo 2.
- Tratta 5+700 ÷ 5+975 circa: serpentiniti brecciate e ricementate. Si tratta di breccie tettoniche appartenenti alla Zona cataclastica della Val Branega, con clasti di taglia variabile dal metro al centimetro, originate da processi frizionali post-metamorfici e completamente ricementate, con matrice quarzosa e/o carbonatica. Queste breccie sembrano connesse a piani di taglio contrazionali, semifragili e ad inclinazione medio-bassa, ripetuti alle diverse scale con spaziatura metrico-decametrica, ai quali si associa un clivaggio spaziato, immergente prevalentemente verso W e SW, che disloca e riorienta la foliazione metamorfica. In alcuni casi le breccie sono dislocate da faglie individuali a direzione NW-SE, che presentano fasce cataclastiche e breccie di faglia di potenza decimetrica.
- Tratta 5+975 ÷ 6+260 circa: le serpentiniti brecciate della tratta precedente passano gradualmente ad una zona di cataclasi intensa, corrispondente in superficie alla parte inferiore del versante destro dell'alta Val Branega. Le caratteristiche di tale fascia, che presenta potenza pluriettometrica, sono deducibili da un'ampia casistica di osservazioni dirette (affioramenti della Val Branega), riassunte in alcune stazioni di misura e dai sondaggi VV4 e SGG7. La zona di taglio responsabile della cataclasi si estende in direzione NW per almeno un chilometro, a partire dal fondo della Val Branega all'altezza della proiezione superficiale del tracciato di progetto e presenta immersione generale verso SW, con inclinazione media di 30-40 gradi; essa è caratterizzata da una serie di piani di taglio interni sub-paralleli, che sviluppano fasce di ultracataclasi e di gouge di spessore centimetrico-decimetrico. Sono inoltre presenti sistemi di faglie individuali NW-SE a spaziatura metrico-decametrica con associate fasce cataclastiche centimetrico-decimetriche; tali faglie sono state proiettate a livello del progetto in quanto la loro presenza è assai probabile.
- Tratta 6+260 ÷ 6+550 circa: questa tratta presenta caratteristiche simili a quelle della tratta precedente, ma con implicazione di scaglie tettoniche e/o boudins riferibili ad altre unità litologiche, quali calcescisti e marmi stratificati. La geometria della zona di taglio della Val Branega è complicata da una serie di piani di faglia cataclastici a direzione NE-SW che la dislocano intensamente, limitandone la prosecuzione verso SW. L'intersezione tra i due sistemi strutturali sopra descritti è ben documentata, oltre che dal quadro cartografico, anche alla mesoscala dalle

stazioni di misura. Nella parte orientale della tratta sono inoltre presenti in superficie brecce stratificate ora fluviali, ora di versante, di presumibile età quaternaria antica, interpretate dal CARG come “Brecce di Costa Cravara”, separate dal substrato metamorfico da faglie molto inclinate a direzione NW-SE. Le brecce sedimentarie, non proiettabili a quota tunnel, sono costituite da elementi e ciottoli di metabasalti listati in facies scisti blu, con locali megablocchi di quarziti e quarzo-micascisti (che ricordano il “Cristallino di Valosio”), mentre avvicinandosi al contatto con il substrato metamorfico si osserva un graduale aumento dei clasti di serpentiniti derivate dal substrato al quale passano stratigraficamente; le brecce tettoniche, che nella sezione geologica sono state proiettate al piano di progetto, sono analoghe a quelle descritte precedentemente e rappresentano il substrato geometrico delle brecce quaternarie.

- Tratta 6+550 ÷ 8+400 circa: tratta costituita da corpi di potenza etto metrico-chilometrica di peridotiti più o meno serpentinite che conservano relitti di strutture (foliazione mantellica) e di minerali mantellici. Tali corpi sono avvolti da fasce di serpentinite foliate e serpentinoscisti disposte parallelamente alla foliazione principale; la dimensione dei corpi di peridotiti è molto variabile, pertanto, la loro presenza, anche in corpi molto potenti, è da tenere in considerazione durante lo scavo. In questa tratta è inoltre teoricamente possibile la presenza di corpi di potenza limitata di metabasiti; la probabilità della loro effettiva presenza a quota tunnel è scarsa, in quanto in superficie è stato rilevato un solo corpo di metabasiti, nonostante l'elevato grado di affioramento. Nella tratta è stata indicata la presenza di alcune faglie (progressive km 7+900 e 8+170 circa) dedotte da analisi di foto aeree. I contatti tra le serpentinite e il corpo di metabasiti alle progressive km 8+440 e circa 8+500 sono stati interpretati come contatti litologici normali, corrispondenti alla foliazione metamorfica. Dal punto di vista idrogeologico si ritiene che le rocce lherzolitiche rappresentino un buon serbatoio per le acque sotterranee, che saturano le fratture e che vengono a giorno solo in corrispondenza di elementi meno permeabili. Le faglie principali si impostano nell'ambito delle serpentinite, determinando un sostanziale incremento della fissilità della roccia e generando un gauge di faglia minuto e scaglioso, con caratteristiche di bassissima permeabilità. In ragione di quanto sopra e delle elevate profondità alle quali si sviluppa la galleria, si prevede che le zone di faglia possano comportarsi come schermi impermeabili e che il loro attraversamento possa determinare venute d'acqua in pressione.
- Tratta 8+400 ÷ 8+980 circa: al bordo occidentale della tratta è presente un corpo di metabasiti (prasinite derivate da metabasalti) di potenza decametrica, con possibili lembi di calcescisti ripiegati all'interno; seguono serpentinite poco foliate con possibili relitti del clinopirosseno mantellico e presenza di corpi minori di peridotiti con contatti graduali in funzione del grado di serpentinite.
- Tratta 8+980 ÷ 9+360 circa: ripetizioni di metabasiti e calcescisti congiuntamente ripiegati e parzialmente scagliati. L'assetto strutturale è ben controllato dai dati di superficie e dai sondaggi VV1 ed SGG5. Sono presenti alcune faglie desunte dalla stazione IGG13 e da osservazioni puntuali. Un elemento degno di nota è rappresentato dalla presenza di abbondanti mineralizzazioni fibrose in corrispondenza delle zone di taglio.

7.6.5 Caratterizzazione ambientale dei materiali

I prelievi ambientali eseguiti all'interno dell'ambito in esame sono riportati nella seguente tabella.

Tabella 7-30 Indagini ambientali – Ambito Amandola

Punto	Profondità (m dal pc)	Campagna	Opera prevista
A15	Affioramenti	2006-07	Gallerie Amandola
A16	Affioramenti	2006-07	Gallerie Amandola
A17	Affioramenti	2006-07	Gallerie Amandola
VV5	CA1: 152-152.3	2010-11-12	Gallerie Amandola

I risultati delle indagini ambientali effettuate sono riportati nella seguente tabella.

Tabella 7-31 Indagini ambientali – Ambito Amandola

n.*	Parametro	U.d.m.	Sondaggio	VV5	A15	A16	A17	Rif. **	
			Campione	CA1				A	B
			Profondità	152-152.3	Affior.	Affior.	Affior.		
1	Antimonio	mg/Kg s.s.	10	0,71	<0.1	0,82	10	30	
2	Arsenico	mg/Kg s.s.	< 1	2,5	1,4	32,6	20	50	
3	Berillio	mg/Kg s.s.	< 0,05	<0.1	<0.1	<0.1	2	10	
4	Cadmio	mg/Kg s.s.	< 0,05	<0.1	<0.1	<0.1	2	15	
5	Cobalto	mg/Kg s.s.	29,3	58,7	37,7	48	20	250	
6	Cromo totale	mg/Kg s.s.	408	170	463	346	150	800	
7	Cromo VI	mg/Kg s.s.	< 0,2	<0.2	<0.2	<0.2	2	15	
8	Mercurio	mg/Kg s.s.	0,0262	0,11	<0.05	<0.05	1	5	
9	Nichel	mg/Kg s.s.	619	1684	1196	2786	120	500	
10	Piombo	mg/Kg s.s.	< 1	5	2	3,1	100	1000	
11	Rame	mg/Kg s.s.	5,9	18,8	15,4	22,4	120	600	
12	Selenio	mg/Kg s.s.	< 0,1	0,4	0,38	0,33	3	15	
13	Stagno	mg/Kg s.s.	0,3	7,38	12,1	2,49	1	350	
14	Tallio	mg/Kg s.s.	0,1	<0.1	<0.1	<0.1	1	10	
15	Vanadio	mg/Kg s.s.	16,1	3,1	10,1	26,6	90	250	
16	Zinco	mg/Kg s.s.	20,1	28	25,1	32,4	150	1500	
17	Cianuri (liberi)	mg/Kg s.s.	< 0,1	<0.1	<0.1	<0.1	1	100	
18	Fluoruri	mg/Kg s.s.	< 1	<1	<1	<1	100	2000	

* Numero del parametro da D.Lgs 152/06
 ** D.Lgs 152/06, Allegato 5, Tabella 1, colonne A e B

Dall'analisi dei dati, si evince che alcuni litotipi presentano tenori nelle concentrazioni di alcuni metalli pesanti (nichel soprattutto, ma anche cobalto, cromo e stagno), tipici del proprio fondo naturale, superiori rispetto ai limiti definiti dalla normativa (cfr. campione VV5). Ciò è riscontrabile per le caratteristiche proprie delle rocce ultrafemiche variamente serpentizzate, dove più facilmente si possono ritrovare valori elementari decisamente importanti.

Per quanto riguarda il parametro amianto, si rimanda all'analisi riportata al Paragrafo 5.2, nonché agli specifici elaborati progettuali (cfr. elaborati da GEO0178 a GEO0183 del PD).

7.6.6 Classificazione dei terreni, volumi movimentati e metodiche di scavo

Nel seguito si riportano le caratteristiche relative ai siti di produzione e di riutilizzo presenti nell'ambito in esame.

- Litologie dominanti:

Alternanze ripetitive di calcescisti, metabasiti e serpentiniti; meta gabbri; serpentiniti brecciate e ricementate della Zona cataclastica della Val Branega; peridotiti più o meno serpentinite; serpentiniti foliate e serpentinoscisti.

- Volumi:

Scavi: 2.682.728 mc con possibile contenuto di amianto

Riutilizzi: 324.000 mc

Si ricorda che lo smarino complessivamente prodotto in sponda ovest Polcevera viene conferito nel sito di Bolzaneto (cfr. Tabella 7-3) e da lì destinato nei diversi ambiti ai vari utilizzi previsti: opera a mare, riempimento dell'arco rovescio delle gallerie, discarica speciale.

- Classificazione ambientale:

Concentrazioni generalmente nella norma. Alcuni litotipi presentano concentrazioni di alcuni metalli pesanti (soprattutto nichel) superiori rispetto ai limiti definiti dalla normativa, tipici del proprio fondo naturale e correlabili alle caratteristiche proprie delle rocce ultrafemiche variamente serpentinite.

- Caratteristiche di idoneità al riutilizzo:

Il materiale prodotto è idoneo per le tipologie di riutilizzo previste (opera a mare, arco rovescio).

- Metodica di scavo:

Scavo in sotterraneo con fresa meccanizzata di tipo EPB o HydroShield.

Scavo all'aperto con mezzi meccanici.

- Pratica industriale per il riutilizzo

Stabilizzazione a cemento; riduzione elementi/materiali antropici.

7.7 AMBITO VESIMA E VOLTRI

7.7.1 Principali siti di produzione terre

I principali siti di produzione terre sono:

- Galleria Amandola Ovest – vedi ambito Amandola;
- Galleria Amandola Est – vedi ambito Amandola;
- Galleria Delle Grazie;
- Galleria Ciocia;
- Galleria Voltri Est;
- Galleria Voltri Ovest;
- Galleria Bric del Carmo;
- Galleria Borgonuovo Est;
- Galleria Borgonuovo Ovest;
- Area cantiere di imbocco Cl.17 (galleria Borgonuovo lato SV);
- Area cantiere di imbocco Cl.18 (galleria Borgonuovo lato GE);
- Area cantiere di imbocco Cl.19 (galleria Bric del Carmo lato Sud);
- Area cantiere di imbocco Cl.20 (galleria Voltri lato SV);
- Area cantiere di imbocco Cl.21 (galleria Voltri lato GE);
- Area cantiere di imbocco Cl.22 (galleria Ciocia lato AL);
- Area cantiere di imbocco Cl.23 (galleria Delle Grazie lato Sud);

- Area cantiere di imbocco Cl.24 (galleria Amandola lato SV);
- Viabilità di servizio VS.03;
- Viabilità di servizio VS.05;
- Viabilità di servizio VS.06;
- Viabilità di servizio VS.11.

7.7.2 Principali siti di utilizzo terre

I principali siti di riutilizzo terre sono:

- Sistemazione imbocchi galleria Bric del Carmo;
- Sistemazione imbocchi galleria Ciocia;
- Sistemazione imbocchi galleria Delle Grazie;
- Sistemazione imbocchi gallerie Voltri;
- Sistemazione imbocchi gallerie Borgonuovo;
- Sistemazione imbocchi gallerie Amandola lato SV;
- Arco rovescio galleria Ciocia;
- Arco rovescio gallerie Voltri;
- Arco rovescio gallerie Borgonuovo.

7.7.3 Inquadramento territoriale, urbanistico e vincoli

L'ambito ricade interamente all'interno del Comune di Genova, nella porzione territoriale oggetto della Variante 2009 al PUC, c. d. "Variantona", approvata con DCC n. 73/2010 e vigente in salvaguardia. Le zone e sottozone complessivamente interessate, nelle porzioni territoriali in cui l'opera corre in superficie, sono riportate nella seguente tabella.

Tabella 7-32 PUC: zone territoriali interessate

<i>Aree</i>	<i>Zone</i>	<i>Sottozone</i>	<i>Regime normativo</i>
Ampliamento Vesima Ovest Viadotto	Tessuto Agricolo	EM	MA
	Tessuto Agricolo	EM	MA
	Tessuto Agricolo	EB	CO
	Aree di rispetto e di salvaguardia	We	
Ampliamento Vesima Est Viadotto	Tessuto Agricolo	EM	MA
	Tessuto Agricolo	EM	MA
	Tessuto Agricolo	EB	CO
	Aree di rispetto e di salvaguardia	We	
Ampliamento Viadotto Beo	Tessuto agricolo	EM	MA
	Tessuto agricolo	EB	CO
	Area di rispetto e salvaguardia	We	
Ampliamento Viadotto Frana Viadotto Cerusa Ovest	Tessuti agricoli	EM	MA
	Tessuto agricolo Produttivo	EM DT	MA
Viadotto Cerusa Est	Tessuto agricolo	EM	MA
	Produttivo	DT	
	Impianti tecnologici	T	
Ampliamento viadotto Cerusa esistente	Produttivo	DD	
	Tessuti agricoli	EM	MA
	Tessuti agricoli	EB	CO

<i>Aree</i>	<i>Zone</i>	<i>Sottozone</i>	<i>Regime normativo</i>
Viadotto Leiro Est	Servizi	FFc	
	Tessuto Agricolo	EM	MA
	Tessuti agricoli	EM	MA
	Produttivo	DT	
Viadotto Leiro Ovest	Tessuto Agricolo	EM	MA
	Servizi	FFc	
Ampliamento viadotto Leiro	Servizi	FUa	
Ampliamento Viadotto Casanova	Tessuto agricolo	EM	MA
Cantiere industriale CI.01 (1)	Tessuto agricolo (E)	EB	CO
	Tessuto agricolo (E)	EM	MA
Cantiere industriale CI.01 (2)	Infrastrutture (X)	XA	
	Infrastrutture (X)	XA	
Cantiere industriale CI.02	Area di rispetto e salvaguardia (W)	We	
	Distretto	6a	
Cantiere di imbocco CI.17 (galleria Borgonuovo lato SV)	Tessuto Agricolo	EB	CO
	Tessuto Agricolo	EM	MA
	Infrastruttura	XA	
Cantiere di imbocco CI.18 (galleria Borgonuovo lato GE)	Tessuto Agricolo	EM	MA
Cantiere di imbocco CI.19 (galleria Bric Del Carmo lato Sud)	Tessuto Agricolo	EM	MA
Cantiere di imbocco CI.20 (galleria Voltri lato SV)	Tessuto Agricolo	EM	MA
	Infrastruttura	XA	
Cantiere di imbocco CI.21 (galleria Voltri lato GE)	Tessuto Agricolo	EM	MA
Cantiere di imbocco CI.22 (galleria Ciocia lato AL)	Tessuto Agricolo	EM	MA
	Infrastruttura	XA	
Cantiere di imbocco CI.23 (galleria Delle Grazie lato Sud)	Infrastruttura	XA	
	Servizi	FUa	
Cantiere di imbocco CI.24 (galleria Amandola lato SV)	Tessuto Agricolo	EM	MA
	Tessuto Agricolo	EE	MA
Viabilità di servizio VS.02	Infrastrutture (X)	XA	
Viabilità di servizio VS.03	Tessuto agricolo (E)	EM	MA
Viabilità di servizio VS.04	Tessuto agricolo (E)	EM	MA
Viabilità di servizio VS.05	Tessuto agricolo (E)	EM	MA
Viabilità di servizio VS.06	Tessuto agricolo (E)	EE	MA
	Servizi (F)	FFc	
	Servizi (F)	FP	

Con riferimento al Progetto Preliminare di PUC, adottato dal Consiglio Comunale con Delibera n. 92 del 7 Dicembre 2011, l'analisi è limitata alle aree di imbocco delle gallerie, dal momento che l'opera in progetto è prevista dal Piano. Le tipologie di ambiti adiacenti il

tracciato di progetto o interessate dalle aree di imbocco delle gallerie sono riportate nella seguente tabella.

Tabella 7-33 Progetto Preliminare PUC: ambiti interessati

<i>Aree di imbocco</i>	<i>Ambiti di Piano</i>
Gallerie Borgonuovo SV	Ambito di riqualificazione delle aree di produzione agricola (AR – PA)
Gallerie Borgonuovo GE e Bric Carmo Nord	Ambito di conservazione nel territorio non insediato (AC – NI)
Galleria Bric Carmo Sud	Ambito di conservazione nel territorio non insediato (AC – NI)
Gallerie Voltri SV	Ambito di conservazione nel territorio non insediato (AC – NI)
Gallerie Voltri GE e Ciocia Est	Ambito di riqualificazione delle aree di produzione agricola (AR – PA)
Galleria Ciocia Nord	Ambito di conservazione nel territorio non insediato (AC – NI)
Gallerie Amandola SV	Ambito di riqualificazione del territorio del presidio ambientale (AR - PR)
	Ambito di conservazione nel territorio non insediato (AC – NI)
Galleria Delle Grazie	Servizi territoriali e di quartiere di valore storico paesaggistico
	Parchi urbani e regionali

Sempre con riferimento alle parti in cui l'opera in progetto corre in superficie, nell'ambito in esame sono presenti i vincoli riportati nella seguente tabella.

Tabella 7-34 Beni paesaggistici e culturali presenti nell'ambito

Categoria	Riferimento normativo	Vincolo
Beni paesaggistici	Lettere a) e b) dell'art. 136 del D.Lgs 42/2004	Bellezze "individue" o singole: Terreni presso la Villa Brignole-Sale
	Lettera c) dell'art. 142 del D.Lgs 42/2004	Vincolo paesaggistico relativo a "fiumi, torrenti e corsi d'acqua" nelle seguenti aree: <ul style="list-style-type: none"> • tratto di Vesima (includere l'area del cantiere industriale CI.01 e la viabilità di servizio VS.02) • attraversamento del torrente Leiro (includere le aree dei cantieri di imbocco CI.21 e CI.24 e la viabilità di servizio VS.06) • viabilità di servizio VS.04
	Lettera g) dell'art. 142 del D.Lgs 42/2004	Vincolo paesaggistico relativo a "territori coperti da foreste e da boschi" nelle seguenti aree: <ul style="list-style-type: none"> • Cantieri industriali CI.01 e CI.02 • Cantiere di imbocco CI.17 (galleria Borgonuovo Lato SV) • Viabilità di servizio VS.02 • Gallerie Borgonuovo Est ed Ovest lato GE e cantiere di imbocco CI.18 • Viadotti Cerusa Est ed Ovest – parte • Cantiere di imbocco CI.19 (galleria Bric del Carmo lato Sud) • Cantieri di imbocco CI.20 e CI.21 (gallerie Voltri lato SV e lato GE) • Cantiere di imbocco CI.24 (galleria Amandola Lato SV) • Viabilità di servizio VS.03, VS.04, VS.05 e VS.06
Beni culturali	Lettera a) dell'art. 142 del D.Lgs 42/2004	Vincolo paesaggistico relativo a "territori costieri" nelle seguenti aree: <ul style="list-style-type: none"> • Aree dei cantieri industriali CI.01, CI.02, CI.03 e CI.04 • Area del cantiere di imbocco CI.19 (galleria Bric Del Carmo Lato Sud)
	Art. 10 del D.Lgs 42/2004	Immobile vincolato: Cimitero del Leira

L'opera in progetto interessa l'area vincolata "Terreni presso la Villa Brignole-Sale", dichiarata di notevole interesse pubblico ai sensi dell'articolo 2 della legge 778/22 con decreti dell'allora Ministero dell'Educazione Nazionale del 18.12.1929 (cfr. figura seguente). Nello specifico, i tratti ricadenti all'interno di detta area vincolata sono costituiti dalle rampe di raccordo tra la Gronda e l'attuale A10 e dall'area del cantiere d'imbocco della Galleria delle Grazie CI.23 (interconnessione di Voltri). Si ricorda che l'assetto infrastrutturale all'origine di detta interferenza discende dalle scelte operate in sede di Dibattito Pubblico, a fronte della richiesta di semplificazione dell'Interconnessione di Voltri.



Figura 7-3 Beni paesaggistici ex art. 136 lett. a) b) D.Lgs 42/2004: Area “Terreni presso Villa Brignole Sale” (Fonte: immagine tratta da www.liguriavincoli.it)

Altro bene vincolato, interessato dalla realizzazione del viadotto Leiro Est ed Ovest, è il Cimitero del Leira (Codice monumentale 27-033). Occorre tuttavia evidenziare che nei fatti detto interessamento non si configura come effettivo, in quanto il tracciato autostradale supera l'area del cimitero in viadotto.

Con riferimento alle aree della Rete Natura 2000, si segnalano le seguenti situazioni:

- Adiacenza, per un tratto pari a circa 80 metri (cfr. figura seguente), tra il SIC IT1331402 “Beigua - Monte Dente - Gargassa – Pavaglione” e la ZPS IT1331578 “Beigua – Turchino” e l'ampliamento del Viadotto Vesima Ovest e l'imbocco della Galleria Borgonuovo Ovest lato SV (cantiere di imbocco Cl.17);
- Intersezione, in sotterraneo, con la ZPS IT1331578 “Beigua – Turchino”, in corrispondenza delle gallerie Borgonuovo Est ed Ovest, per un'estensione pari a circa 300 metri.

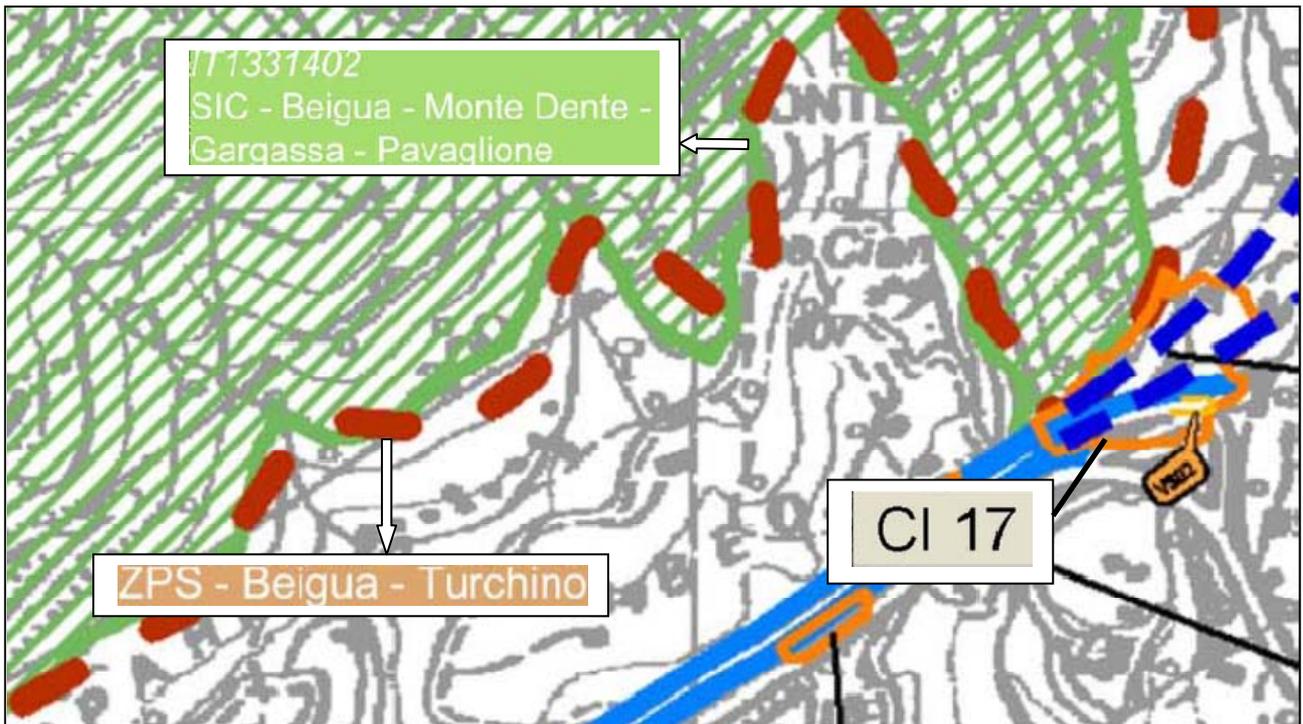


Figura 7-4 SIC IT1331402 ed area cantiere di imbocco gallerie Borgonuovo lato SV

7.7.4 Inquadramento geologico-geomorfologico

Si ripercorre virtualmente il tracciato procedendo da ovest verso est, lungo la canna Est (cfr. elaborati GEO010 e GEO013 del PD). Nell'ambito in esame rientrano circa i primi 4 km degli assi 1 e 2 (rispettivamente canna Ovest ed Est dell'A10 bis), dal km 0 al km 3+950 (gallerie Borgonuovo, viadotti Cerusa, gallerie Voltri, viadotti Leiro ed il primo tratto della galleria Amandola), nonché le gallerie dell'interconnessione di Voltri (gallerie Bric del Carmo, Ciocia e Madonna delle Grazie).

Assi 1 e 2

Gallerie Borgonuovo:

- Tratta 0 ÷ 0+040 circa: viadotto e zona d'imbocco impostati su calcescisti prevalenti e sui depositi quaternari.
- Tratta 0+040 ÷ 0+154 circa: calcescisti prevalenti.
- Tratta 0+154 ÷ 0+210 circa: è previsto un corpo di serpentiniti, affiorante in superficie in condizioni d'affioramento scarse e con grado di fratturazione intenso; è presente una faglia che borda ad Est il corpo di serpentiniti.
- Tratta 0+210 ÷ 0+350 circa: calcescisti con giacitura estrapolabile al piano di progetto.
- Tratta 0+350 ÷ 1+000 circa: calcescisti con possibili intercalazioni di serpentiniti. Intorno alla km 0+ 600 circa potrebbe essere presente un corpo di serpentiniti, che rappresenta la proiezione al piano di progetto del corpo affiorante sulla verticale della canna Ovest.
- Tratte 1+000 ÷ 1+360 circa: in questo tratto ci si aspetta di incontrare prevalentemente serpentiniti, estesamente affioranti in superficie, dove presentano caratteri deformativi abbastanza costanti in termini di giaciture delle foliazioni e di elementi geometrici delle pieghe.
- Tratta 1+360 ÷ 1+585 circa: calcescisti fino alla progressiva 1+450, limitati verso est da una fascia plurimetrica di litotipi ad elevato contenuto in fibre di amianto (SAC)

che si sviluppa al contatto con serpentiniti foliate e localmente cataclasate, fino a fine tratta (Sondaggio VV20).

- Tratta 1+585 ÷ 2+160 circa: fatta eccezione per la fascia di contatto con la tratta precedente, dove potrebbero essere presenti SAC, il resto della tratta dovrebbe essere costituito unicamente da calcescisti. Alla progressiva 2+015 è stata proiettata una faglia che potrebbe presentare una fascia metrica di cataclasi.

Viadotti Cerusa:

- Tratta 2+160 ÷ 2+621 circa: calcescisti prevalenti e depositi quaternari.

Gallerie Voltri:

- Tratta 2+621 ÷ 2+890 circa: alternanze di metabasiti e calcescisti nella parte occidentale della tratta, con presenza di SAC disposti al contatto tra i due litotipi, che sono stati osservati sia in affioramento, sia nel sondaggio VV16; il sondaggio SGG 10 conferma che le metabasiti continuano in profondità fino alla quota del progetto.

Viadotti Leiro:

- Tratta 2+890 ÷ 3+330 circa: calcescisti prevalenti e depositi quaternari.

Galleria Amandola (primo tratto):

- vedi ambito Amandola.

Interconnessione di Voltri

Galleria Bric del Carmo:

- tratta litologicamente omogenea costituita da calcescisti con possibili intercalazioni di metabasiti e/o metagabbri di potenza metrica o plurimetrica. Le metabasiti possono essere bordate, al contatto con i calcescisti, da livelli più o meno sottili e discontinui a prevalenti SAC.

Galleria Ciocia: la galleria è suddivisibile in due tratte omogenee:

- prima tratta costituita da una massa di metabasiti foliate comprendenti prasiniti e metagabbri, con scistosità immergente ad alto angolo (60- 70°). Le metabasiti sono probabilmente bordate, al contatto con i calcescisti, da livelli discontinui di SAC. All'interno delle metabasiti sarà possibile incontrare alcuni piani di taglio duttile di potenza metrica, con locale riattivazione cataclastica e possibile sviluppo di SAC;
- seconda tratta caratterizzata da prevalenti scisti carbonatici, con possibili subordinate intercalazioni di metabasiti con potenza di ordine metrico o plurimetrico, localmente associate a piani di taglio duttile e/o SAC.

Galleria Madonna delle Grazie: la galleria è suddivisibile in quattro tratte omogenee:

- nella Tratta 1 sono presenti metabasiti foliate con giacitura ad alto angolo (60-70°); il contatto con i calcescisti adiacenti può essere sottolineato da uno o più livelli decimetrico-metrici a SAC;
- nella Tratta 2 prevalgono calcescisti filladici con tessitura fortemente foliata. Al loro interno potranno essere rinvenute intercalazioni di metabasiti di potenza metrico-decametrica, eventualmente bordate da piani di taglio duttile e/o SAC, in particolare tra le progressive 0+350 e 0+430 circa;
- nella Tratta 3 si attraverseranno alternanze ripetute di calcescisti, via via meno importanti, prasiniti foliate, metagabbri, SAC e serpentiniti. Potranno essere

incontrati piani di taglio duttile con SAC e possibili orizzonti di riattivazione cataclastica, di potenza metrica o plurimetrica;

- nella Tratta 4 la galleria rientra in prevalenti calcescisti, con locali e subordinate intercalazioni di metabasiti e/o SAC, la cui posizione è difficilmente prevedibile fuorché nella parte terminale della tratta (progressiva km 1+300 ÷ 1+320 circa), dove un livello plurimetrico a prevalenti SAC può essere proiettato a partire dagli affioramenti di superficie.

7.7.5 Caratterizzazione ambientale dei materiali

I prelievi ambientali eseguiti all'interno dell'ambito in esame sono riportati nella seguente tabella.

Tabella 7-35 Indagini ambientali – Ambito Voltri e Vesima

Punto	Profondità (m dal pc)	Campagna	Opera prevista
A12	Affioramenti	2006-07	Gallerie Borgonuovo
VV16	CA1: 25.0-25.2	2010-11-12	Gallerie Voltri
RO1	CA1: 30.0-30.2	2010-11-12	Galleria Delle Grazie
VV22	CA1: 210	2010-11-12	Gallerie Borgonuovo
VV27	CA1: 125.5-125.65	2010-11-12	Gallerie Borgonuovo
VV29	CA1: 149.70-149.90	2010-11-12	Gallerie Borgonuovo
VV30	CA1: 181.00-181.30	2010-11-12	Gallerie Borgonuovo

I risultati delle indagini ambientali effettuate sono riportati nella seguente tabella.

Tabella 7-36 Indagini ambientali – Ambito Voltri e Vesima

n.*	Parametro	U.d.m.	Sondaggio	VV16	RO1	VV22	VV27	VV29	VV30	A12	Rif. **		
			Campione	CA1	CA1	CA1	CA1	CA1	CA1	CA1	Affior.	A	B
			Profondità	25.0-25.2	30.0-30.2	210	125.5-125.65	149.70-149.90	181.00-181.30				
1	Antimonio	mg/Kg s.s.		3	2	28	1	< 1,00	< 1,00	0,25	10	30	
2	Arsenico	mg/Kg s.s.		47	1	2	3,8	4,1	5,4	5,4	20	50	
3	Berillio	mg/Kg s.s.		0,07	0,12	0,19	< 0,2	0,2	0,2	0,24	2	10	
4	Cadmio	mg/Kg s.s.		0,25	< 0,05	< 0,05	< 0,2	< 0,200	< 0,200	<0.1	2	15	
5	Cobalto	mg/Kg s.s.		9,6	5,2	60,6	13,1	12,7	11,9	19,8	20	250	
6	Cromo totale	mg/Kg s.s.		135	7,1	1357	13,5	12	15,6	87	150	800	
7	Cromo VI	mg/Kg s.s.		< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 1	< 1	< 1	<0.2	2	15	
8	Mercurio	mg/Kg s.s.		0,008	0,018	0,0251	< 0,200	< 0,200	< 0,200	<0.05	1	5	
9	Nichel	mg/Kg s.s.		93,3	14,2	1084	28,9	27,3	27,8	119	120	500	
10	Piombo	mg/Kg s.s.		< 1	3	1	7,4	7,9	10,5	11,7	100	1000	
11	Rame	mg/Kg s.s.		1,3	25,3	33,8	30,5	32,5	32,5	59,7	120	600	
12	Selenio	mg/Kg s.s.		< 0,1	< 0,1	< 0,1	4	1,1	1,5	1,51	3	15	
13	Stagno	mg/Kg s.s.		0,1	0,7	2,3	< 0,200	0,2	0,71	5,42	1	350	
14	Tallio	mg/Kg s.s.		< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,200	< 0,200	< 0,200	<0.1	1	10	
15	Vanadio	mg/Kg s.s.		9,2	6,2	42,8	11,3	10,2	13,1	17,4	90	250	
16	Zinco	mg/Kg s.s.		9,9	26,1	42,9	56,5	55,8	68,9	94,9	150	1500	
17	Cianuri (liberi)	mg/Kg s.s.		< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	<0.1	1	100	
18	Fluoruri	mg/Kg s.s.		< 1	< 1	< 1	< 1,0	< 1,0	2,6	<1	100	2000	

* Numero del parametro da D.Lgs 152/06
 ** D.Lgs 152/06, Allegato 5, Tabella 1, colonne A e B

Dall'analisi dei dati, si evince che alcuni litotipi presentano tenori nelle concentrazioni di alcuni metalli pesanti (cromo e nichel soprattutto, ma anche cobalto, stagno e arsenico), tipici del proprio fondo naturale, superiori rispetto ai limiti definiti dalla normativa (cfr.

campioni VV16 e VV22). Ciò è riscontrabile per le caratteristiche proprie delle rocce ultrafemiche variamente serpentizzate, dove più facilmente si possono ritrovare valori elementali decisamente importanti.

Per quanto riguarda il parametro amianto, si rimanda all'analisi riportata al Paragrafo 5.2, nonché agli specifici elaborati progettuali (cfr. elaborati da GEO0178 a GEO0183 del PD).

7.7.6 Classificazione dei terreni, volumi movimentati e metodiche di scavo

Nel seguito si riportano le caratteristiche relative ai siti di produzione e di riutilizzo presenti nell'ambito in esame.

- Litologie dominanti:

Calcescisti; serpentiniti, cataclasiti; calcescisti con possibili intercalazioni di metabasiti e/o metagabbri; metabasiti foliate; scisti carbonatici; calcescisti filladici.

- Volumi:

Scavi: 1.773.321,9 mc con possibile contenuto di amianto

Riutilizzi: 607.474,62 mc

Si ricorda che lo smarino complessivamente prodotto in sponda ovest Polcevera viene conferito nel sito di Bolzaneto (cfr. Tabella 7-3) e da lì destinato nei diversi ambiti ai vari utilizzi previsti: opera a mare, riempimento dell'arco rovescio delle gallerie, discarica speciale.

- Classificazione ambientale:

Concentrazioni generalmente nella norma. Alcuni litotipi presentano concentrazioni di alcuni metalli pesanti (soprattutto cromo e nichel) superiori rispetto ai limiti definiti dalla normativa, tipici del proprio fondo naturale e correlabili alle caratteristiche proprie delle rocce ultrafemiche variamente serpentizzate.

- Caratteristiche di idoneità al riutilizzo:

Il materiale prodotto è idoneo per le tipologie di riutilizzo previste (opera a mare, arco rovescio).

- Metodica di scavo:

Scavo in sotterraneo con fresa meccanizzata di tipo EPB o HydroShield (gallerie Borgonuovo) o con metodi tradizionali (gallerie Delle Grazie, Ciocia, Voltri Est, Voltri Ovest, Bric del Carmo).

Scavo all'aperto con mezzi meccanici.

- Pratica industriale per il riutilizzo

Vagliatura; frantumazione; stabilizzazione a cemento; riduzione elementi/materiali antropici.

7.8 AMBITO OPERA A MARE

7.8.1 Principali siti di produzione terre

Nell'ambito opera a mare non sono previsti siti di produzione terre.

7.8.2 Principali siti di utilizzo terre

I principali siti di riutilizzo terre sono:

- Opera a mare.

Si ricorda che l'opera a mare, con superfici trattate in modo idoneo, rientra nel campo dell'utilizzo dello smarino come "sottoprodotto", ai sensi del DM 161/2012.

Dalla figura seguente si può osservare che il riempimento della colmata è costituito da due materiali distinti:

- il nucleo è realizzato utilizzando gli scavi potenzialmente amiantiferi provenienti dalle gallerie della destra Polcevera, relativamente ai volumi che presenteranno un tenore di fibre amiantifere inferiore ai limiti indicati nell'Allegato 5, Titolo V, Parte IV, Tabella 1, Colonna B del D.Lgs 152/2006 (Siti ad uso commerciale e industriale). Tali materiali potranno presentare contenuti importanti di metalli pesanti, caratteristici del fondo naturale;
- lo strato protettivo superiore (detto "capping") verrà realizzato utilizzando i materiali non amiantiferi provenienti dalle gallerie della sinistra Polcevera.

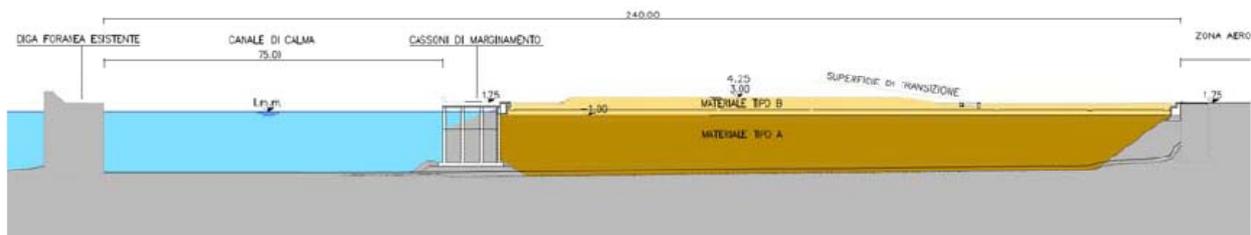


Figura 7-5 – La sezione del riempimento nel Canale di Calma

Nel contesto progettuale la gestione dei materiali depositati nell'opera a mare è supportata, così come delineato dalla normativa nazionale e regionale, da un'Analisi di Rischio sanitario ambientale (cfr. elaborato APG0007 del PD) finalizzata alla verifica dell'ammissibilità del riutilizzo del materiale. Questo tipo di verifica è stata sviluppata proprio in relazione al contenuto minero-chimico naturale potenzialmente superiore ai limiti di legge, ai fini stessi del riempimento dell'opera a mare, in ottemperanza anche alla DGR Liguria 859/2008.

7.8.3 Inquadramento territoriale, urbanistico e vincoli

L'ambito ricade interamente all'interno del Comune di Genova, nella porzione territoriale oggetto della Variante 2009 al PUC, c. d. "Variantona", approvata con DCC n. 73/2010 e vigente in salvaguardia.

Le aree limitrofe all'opera a mare (cantiere industriale CI.04) sono classificate come zone disciplinate dal Piano Territoriale di Coordinamento per gli Inseadimenti Produttivi per l'Area Centrale Ligure (PTC IP ACL), approvato con DCR n. 95 del 31 luglio 1992; la zona di progetto è inserita nel distretto 4 Ponente, che comprende sia l'area di intervento 10 (Aeroporto) che l'area di intervento 12 (Polo siderurgico di Cornigliano); il distretto è considerato un distretto di trasformazione e le funzioni previste sono AE2 "direzionalità/terziario avanzato" e AE3 "industria ad alta tecnologia".

Nell'ambito in esame non sono presenti aree di imbocco delle gallerie, pertanto non risulta pertinente l'analisi del Progetto Preliminare di PUC, adottato dal Consiglio Comunale con Delibera n. 92 del 7 Dicembre 2011.

Il canale di calma in cui verrà realizzata l'opera a mare, essendo un'area marina, non rientra nella pianificazione ordinaria ed è soggetto solo al regolamento operativo emesso dall'Autorità Portuale di Genova, come previsto dal Piano Regolatore Portuale, approvato

con Deliberazione del Consiglio Regionale n. 35 del 31 luglio 2001. La zona di progetto è situata all'interno dell'area territoriale di Cornigliano Aeroporto, ma l'area in cui è prevista l'opera a mare risulta esterna agli ambiti territoriali individuati e per essa non è previsto alcuno sviluppo specifico.

Nell'ambito in oggetto non sono presenti vincoli paesaggistici né culturali, né aree della Rete Natura 2000.

7.8.4 Inquadramento geologico-geomorfologico

Nell'ambito del presente progetto è stato eseguito un rilievo di dettaglio della batimetria del canale di calma e delle zone adiacenti; la profondità del fondale si aggira sui 10 m circa, con variazioni comprese fra i -4,5 m e i -14,5 m.

L'andamento delle linee batimetriche mette in evidenza l'influenza delle correnti rispetto all'ostacolo costituito dalle dighe portuali, che tendono a mantenere il materiale in sospensione all'interno del porto. Tale materiale tende quindi a depositarsi parzialmente nella zona antistante la foce del Torrente Polcevera e in minima parte a fuoriuscire dalla bocca di porto a seguito dell'azione della marea. Una parte dei detriti del Polcevera entra nel canale di calma, depositandosi in prevalenza nel tratto più orientale del canale, in quanto la corrente litoranea che si sviluppa nel canale di calma sotto l'influenza dei venti prevalenti spinge le acque del canale da est verso ovest favorendo l'ingresso dei detriti nel canale. La deposizione di tale materiale viene favorita nelle aree in cui le velocità delle correnti parallele alla costa provenienti dalla bocca orientale del canale sono minori, ossia lungo il margine aeroportuale.

In corrispondenza del canale artificiale dello stabilimento ILVA, è ben evidente una trincea profonda circa un paio di metri rispetto al piano del fondale, realizzata per la posa di una condotta di scarico.

Lungo la piattaforma aeroportuale si individuano aree a bassa profondità, -4, -5 m. È probabile che si tratti di accumuli detritici generati dagli apporti di materiale solido trasportati dai torrenti (Rio Secco e Rio Roncallo) che sottopassano l'aeroporto. Il confronto con le profondità all'esterno della diga foranea evidenzia l'alterazione del regime sedimentologico naturale, indotta dalla presenza della struttura, ultimata nel 1962; all'interno del canale le profondità sono generalmente inferiori di quelle immediatamente esterne a causa del prevalere dei fenomeni di sedimentazione.

Per quanto attiene alla stratigrafia dei sedimenti, la stessa è stata analizzata a partire dai sondaggi eseguiti all'interno del canale stesso per la caratterizzazione geotecnica. I prelievi sono stati eseguiti lungo la diga foranea, a circa 22 m di distanza dalla stessa, e lungo la banchina aeroportuale, ad una distanza di circa 13 m.

Nel seguito si richiamano sinteticamente le caratteristiche principali degli strati superficiali (fino a -10 m dal piano fondale), all'interno dei quali sono stati ricavati i campioni per la caratterizzazione chimico fisica.

Considerando i profili stratigrafici dei campioni situati lungo il margine aeroportuale, si può osservare la presenza di uno strato di materiali fini (essenzialmente limi) per una profondità di circa un metro, sotto il quale è presente uno strato di sabbie fini. Nel caso dei sondaggi situati lungo il margine della diga foranea, nei due campioni più occidentali si riscontrano trovanti e ghiaie (probabilmente parte del materiale della diga) nei primi 3- 4 m, cui segue uno strato di sabbie fini con presenza di limi, seguito da uno strato di limo-limo sabbioso fino ai 10 m di profondità. I due campioni orientali invece presentano in superficie (primi 3 metri) uno strato di argille nerastre, incoerenti, seguite dallo strato sabbioso e dai

limi con potenza variabile. In un solo campione (SJ8) si riscontra la presenza di argille anche in profondità.

I profili stratigrafici confermano i risultati derivati dagli studi modellistici sulle correnti e sul trasporto solido e portano a ritenere che la presenza in superficie di strati fini sia la conseguenza della costruzione della diga, la quale ha reso possibile la sedimentazione anche delle frazioni più fini di origine fluviale; in quest'ottica si potrebbe affermare che lo strato sabbioso che si incontra sotto le frazioni fini sia effettivamente rappresentativo dei fondali originariamente presenti prima della costruzione della diga.

7.8.5 Caratterizzazione ambientale dei materiali

I prelievi ambientali eseguiti all'interno dell'ambito in esame, finalizzati alla descrizione delle caratteristiche chimiche dei sedimenti dei fondali nel canale di calma, sono riportati nella seguente tabella. Per ciascun sondaggio sono stati prelevati 4 campioni a diverse profondità, in modo da caratterizzare i principali orizzonti sedimentari dei fondali. I campioni più profondi sono relativi ad un orizzonte di circa 8-9 m, ritenuto sufficiente a rappresentare condizioni attribuibili al fondo naturale o comunque a condizioni preindustriali.

Tabella 7-37 Indagini ambientali – Ambito Opera a mare

Punto	Profondità (m dal pc)	Campagna	Opera prevista
SJ1	CA1: 0.50-1.00; CA2: 2.70-3.00; CA3: 6.00-6.30; CA4: 8.40-8.80	2010-11-12	Opera a mare
SJ2	CA1: 0.50-1.50; CA2: 2.80-3.00; CA3: 4.50-4.85; CA4: 8.00-8.20	2010-11-12	Opera a mare
SJ3	CA1: 1.00-1.40; CA2: 2.80-3.00; CA3: 5.00-5.30; CA4: 8.00-8.30	2010-11-12	Opera a mare
SJ5	CA1: 0.50-1.00; CA2: 2.50-2.90; CA3: 5.00-5.20; CA4: 8.00-8.40	2010-11-12	Opera a mare
SJ6	CA1: 0.50-1.00; CA2: 2.70-3.00; CA3: 5.40-5.60; CA4: 8.40-8.60	2010-11-12	Opera a mare
SJ8	CA1: 0.50-1.00; CA2: 3.60-4.00; CA3: 5.00-5.40; CA4: 7.00-7.20	2010-11-12	Opera a mare
SJ9	CA1: 0.70-1.00; CA2: 2.70-3.00; CA3: 5.50-5.80; CA4: 8.50-8.80	2010-11-12	Opera a mare

I risultati delle indagini ambientali effettuate sono riportati nella seguente tabella.

Tabella 7-38 Indagini ambientali – Ambito Opera a mare

Campione	Profondità	Arsenico	Cobalto	Cromo totale	Nichel	Piombo	Rame	Vanadio	Zinco
U.d.m.	(m)	(mg/kg)	(mg/kg)	(mg/kg)	(mg/kg)	(mg/kg)	(mg/kg)	(mg/kg)	(mg/kg)
SJ1-CA1	0.50-1.00	3,56	17,26	124,39	290,47	30,67	26,97	59,03	139,33
SJ1-CA2	2.70-3.00	12,48	20,61	210,07	338,94	27,49	18,97	85,56	135,35
SJ1-CA3	6.00-6.30	12,09	14,11	117,61	199,51	5,91	17,17	68,3	131,69
SJ1-CA4	8.40-8.80	10,04	15,75	144,16	213,12	6,11	18,09	65,96	87,88
SJ2-CA1	0.50-1.50	2,66	4,27	20,9	30,57	20,37	20,43	17,38	65,33
SJ2-CA2	2.80-3.00	5,77	4,06	20,66	33,67	7,39	24,12	4,93	77,09
SJ2-CA3	4.50-4.85	10,85	17,01	107,02	219,88	9,72	23,63	57,6	132,22
SJ2-CA4	8.00-8.20	15,73	15,15	126,88	176,81	4,91	17,23	64,67	122,11
SJ3-CA1	1.00-1.40	6,12	6,95	33,84	54,75	138,98	44,59	42,16	140,09
SJ3-CA2	2.80-3.00	10,15	13,65	57,48	166,63	8,77	15,95	43,04	117,95
SJ3-CA3	5.00-5.30	4,62	13,08	80,22	186,53	7,74	16,19	52,92	123,39
SJ3-CA4	8.00-8.30	11,06	16,07	161,79	249,71	9,91	16,46	71,58	110,95
SJ5-CA1	0.50-1.00	6,57	10,83	10,35	56,93	17,59	16,02	22,6	73,11
SJ5-CA2	2.50-2.90	5,22	6,52	52,64	67,46	19,08	16,96	32,22	57,09
SJ5-CA3	5.00-5.20	8,95	12,01	48,45	130,13	6,54	16,23	38,95	50,31
SJ5-CA4	8.00-8.40	14,67	14,94	119,43	179,68	5,82	16,71	65,69	108,17
SJ6-CA1	0.50-1.00	14	13,79	103,97	146,58	99,57	74,23	81,75	95,96
SJ6-CA2	2.70-3.00	11,61	12,3	63,53	127,37	7,81	17,8	51,21	66,1
SJ6-CA3	5.40-5.60	11,48	14,59	122,87	165,06	29,24	24,34	67,94	112,05
SJ6-CA4	8.40-8.60	12,08	13,88	143,56	180,66	10,58	15,42	71,41	119,31
SJ8-CA1	0.50-1.00	8,54	10,87	173,06	122,01	141,58	72,6	98,55	145,3
SJ8-CA2	3.60-4.00	5,22	12,29	42,65	108,57	9,57	23,68	47,58	92,3
SJ8-CA3	5.00-5.40	9,66	12,74	49,32	113,08	8,88	21,28	52,99	87,42
SJ8-CA4	7.00-7.20	7,96	13,02	76,34	135,65	9,35	23,91	53,22	79,08
SJ9-CA1	0.70-1.00	5,71	12,69	20,31	69,49	91,37	66,24	40,17	74,56
SJ9-CA2	2.70-3.00	7,23	14,41	82,72	112,55	122,57	94,37	133,1	131,1
SJ9-CA3	5.50-5.80	9,52	19,07	69,63	169,92	35,72	38,96	56,76	125,27
SJ9-CA4	8.50-8.80	8,72	18,07	57,36	144,66	14,84	44,61	44,09	89,69
Rif. A*		20	20	150	120	100	120	90	150
Rif. B*		50	250	800	500	1000	600	250	1500

* D.Lgs 152/06, Allegato 5, Tabella 1, colonne A e B

I campioni CA1 dei sondaggi situati lungo il margine aeroportuale (SJ1, SJ3 e SJ6) sono rappresentativi degli strati limosi superficiali, con l'eccezione del punto SJ3 ove il campione è stato prelevato nell'orizzonte sabbioso per l'impossibilità di campionare lo strato sovrastante. Gli altri campioni (CA2, CA3 e CA4) sono tutti riferiti allo strato sabbioso (sabbie fini con componenti limose), seppur a differenti profondità.

Per quanto riguarda, invece, i sondaggi situati lungo la diga foranea, solo i campioni superficiali dei sondaggi SJ8 e SJ9 sono rappresentativi dei sedimenti a granulometria fine presenti in superficie, essendo gli altri due (SJ2 e SJ5) collocati all'interno della struttura di imbasamento della scogliera. I campioni più profondi sono invece ricavati all'interno di strati sabbiosi o limosi a seconda delle caratteristiche stratigrafiche del sondaggio.

Dall'analisi visiva l'argilla ed il limo superficiali appaiono di colore "nerastro"; ciò in genere è tipico di sedimenti fini, soggetti ad accumulo di sostanze organiche, ove prevalgono condizioni di deficit di ossigeno e quindi la degradazione delle sostanze organiche è essenzialmente svolta da batteri anaerobi obbligati o facoltativi che portano alla formazione di composti ridotti (es. solfuri). È una situazione che si riscontra spesso in ambienti portuali o in zone a debole ricambio.

Il riferimento alla profondità del campione ed alla granulometria dello stesso riveste una notevole importanza nell'interpretazione dei dati chimici; è infatti noto in letteratura che generalmente i contenuti di elementi in traccia sono più elevati nelle zone ove sono predominanti le frazioni fini, in quanto queste hanno una maggiore capacità di adsorbire le sostanze presenti in soluzione e accumularle nel sedimento. Per questo motivo spesso gli standard di qualità dei sedimenti vengono messi in relazione al contenuto di pelite (la frazione con granulometria inferiore a 60 micron) o al contenuto di carbonio organico, anch'esso in grado di intrappolare le sostanze organiche di sintesi presenti in soluzione, specialmente quelle non polari, a bassa solubilità in acqua.

La profondità del campione invece, come è intuibile, è generalmente un indicatore dell'età del sedimento e quindi è utile per discriminare i contributi di elementi di origine antropica da quelli di origine naturale; è infatti possibile che alcuni elementi siano presenti con concentrazioni naturali (cui si riferisce abitualmente con il termine "fondo naturale") con valori molto diversi a seconda del luogo e delle loro caratteristiche mineralogiche; tanto che a livello nazionale APAT (ora ISPRA) prevede vengano definiti valori di riferimento locali (Livelli Chimici di Base locali) per i sedimenti delle diverse aree costiere.

Lo stato di qualità dei sedimenti è stato valutato analizzando una caratterizzazione di tipo generale dei sedimenti presenti nel canale di calma, confrontandoli con gli standard di riferimento (in primis i valori riportati dal DM 56/09 per i sedimenti marini) e con altri dati sito specifici rilevati in ambiti limitrofi, allo scopo di evidenziare, nel caso dei metalli, l'eventuale presenza di livelli di fondo naturali superiori a quelli di legge. Successivamente è stata valutata la compatibilità dei sedimenti che si trovano nella zona di futura realizzazione della cassa di colmata. In questo secondo caso i risultati delle indagini svolte sono stati confrontati con il limite normativo indicato dal D.Lgs 152/2006 (allegato 5 del titolo V della parte quarta) per i suoli destinati ad uso industriale. Benché tale valore si riferisca a terreni emersi, è stato ritenuto corretto utilizzarlo, in primo luogo perché è lo stesso che viene adottato per valutare la qualità del materiale da impiegare per la costruzione della colmata, in secondo luogo perché è quello impiegato dalla Regione Liguria per autorizzare il riutilizzo di sedimenti dragati per la realizzazione di casse di colmata o vasche in ambito costiero, ai sensi dell'art 109 del D.Lgs 152/06.

Come si è potuto notare, i valori riscontrati nel canale di calma (vedi tabella precedente) si mantengono generalmente nei limiti previsti dalla legge, anche se per alcuni parametri si ottengono valori superiori (soprattutto Nichel, ma in qualche caso Cromo e Cobalto).

Ciò non deve sorprendere, considerato che sia i valori di legge che i livelli chimici di base proposti da ICRAM, seppure con finalità diverse, sono stati sviluppati per sedimenti marini costieri non soggetti ad alterazione antropica e non per aree portuali quali quella in esame; e neppure deve stupire, considerato che i valori in metalli pesanti indicano un arricchimento naturale dei sedimenti dovuto alle caratteristiche litologiche dei bacini imbriferi dei corsi d'acqua che sfociano nell'area di studio. Tale ipotesi trova una ragionevole conferma per quanto riportato anche nella Relazione di caratterizzazione (cfr. elaborato APG0006 del PD) e negli studi condotti da ARPAL sulle rocce che formano il Gruppo di Voltri.

È già stato messo in luce l'elevato contenuto di cromo, nichel e cobalto nei suoli su ultramafiti (principale sorgente geochimica dei metalli pesanti) del Gruppo di Voltri; in particolare nelle serpentiniti dove si raggiungono concentrazioni superiori a 1.900 mg/kg s.s. di cromo, 2.500 mg/ kg s.s. di nichel e 125 mg/kg s.s. di cobalto. Elevati valori di tali composti sono stati rilevati anche negli "stream sediments" e negli arenili originatisi dallo stesso gruppo. Riesaminando i dati ottenuti nelle stazioni situate lungo il canale di calma, si riscontrano valori del medesimo ordine di grandezza, con concentrazioni generalmente

più elevate nei campioni profondi (medie di 118,5 mg/kg s.s. di cromo e 182,9 mg/kg s.s. di nichel) e inferiori nei campioni superficiali (medie di 69,6 mg/kg s.s. di cromo e 110,1 mg/kg s.s. di nichel). Un'analisi delle correlazioni esistenti fra i diversi parametri ha evidenziato correlazioni lineari significative tra un gruppo di metalli (cromo, nichel e cobalto) e, in misura minore, tra vanadio e zinco ed un altro gruppo di parametri (piombo, stagno, cadmio, rame e berillio e gli idrocarburi a lunga catena C>12). Considerando gli idrocarburi pesanti come tracciante di contaminazione di origine antropica, i risultati dell'analisi fanno ipotizzare che per questi metalli il contributo antropico sia significativo e da ricondursi alle fonti presenti nella zona, quali l'attività siderurgica e le attività portuali. In questo caso l'analisi della distribuzione degli analiti dei sedimenti a diverse profondità evidenzia generalmente differenze significative con i valori maggiori riscontrati negli strati superficiali.

7.8.6 Classificazione dei terreni, volumi movimentati e metodiche di scavo

Nel seguito si riportano le caratteristiche relative ai siti di produzione e di riutilizzo presenti nell'ambito in esame.

- Litologie dominanti del substrato:

Limi; sabbie fini; trovanti e ghiaie; argille nerastre, incoerenti.

- Volumi:

Scavi: 0 mc

Riutilizzi: 8.659.440,45 mc

Si ricorda che lo smarino complessivamente prodotto (cfr. Tabella 7-3) viene conferito nei siti di Campursone (smarino proveniente da sponda est Polcevera) e Bolzaneto (smarino proveniente da sponda ovest Polcevera) e da lì destinato nei diversi ambiti ai vari utilizzi previsti: opera a mare, riempimento dell'arco rovescio delle gallerie, ripristino degli imbocchi, discarica speciale.

- Classificazione ambientale:

Concentrazioni generalmente nella norma. Alcuni parametri (soprattutto Nichel) presentano concentrazioni superiori rispetto ai limiti definiti dalla normativa, ma tipici del fondo naturale (i valori in metalli pesanti indicano un arricchimento naturale dei sedimenti dovuto alle caratteristiche litologiche dei bacini imbriferi dei corsi d'acqua che sfociano nell'area di studio).

8 CARATTERIZZAZIONE AMBIENTALE DEI MATERIALI DI SCAVO IN CORSO D'OPERA

8.1 MODALITÀ DI CARATTERIZZAZIONE

Il Regolamento, all'allegato 7, stabilisce che la caratterizzazione ambientale può essere eseguita in corso d'opera:

- a. nel caso di comprovata impossibilità ad eseguire un'indagine ambientale propedeutica in fase di progettazione;
- b. qualora si faccia ricorso a metodologie di scavo in grado di determinare una potenziale contaminazione dei materiali da scavo.

Secondo l'allegato 1, qualora si ravvisi, già in fase progettuale, la necessità di effettuare una caratterizzazione ambientale in corso d'opera, le modalità di esecuzione della stessa, a cura dell'esecutore, dovranno essere rispettose di quanto indicato in allegato 8 parte A. L'attività di caratterizzazione in corso d'opera è effettuata dall'esecutore sotto la propria responsabilità, in quanto l'esecutore, una volta che il Proponente ne comunica gli estremi all'Autorità competente, fa suo il Piano di Utilizzo e lo attua divenendone responsabile (art. 1, c. 1, lett. r per la definizione di esecutore e art. 9 in merito alla realizzazione del piano di utilizzo).

A tal fine, in conformità all'Allegato 8 parte A del Regolamento, vengono definiti nel presente documento i criteri generali di esecuzione della caratterizzazione ambientale in corso d'opera.

La caratterizzazione durante l'esecuzione dell'opera potrà essere condotta, in base alle specifiche esigenze operative e logistiche della cantierizzazione, in una delle modalità indicate all'Allegato 8 parte A:

- su cumuli all'interno delle opportune aree di cantierizzazione;
- direttamente sull'area di scavo e/o sul fronte di avanzamento;
- nell'intera area di intervento.

Considerato il contesto litologico attraversato, nei siti dove è prevista la presenza di fibre amiantifere, la caratterizzazione del materiale di scavo avverrà in virtù di un processo di controllo innovativo, che prevede in luogo della caratterizzazione su cumuli, l'analisi chimica da prelievi eseguiti in silos di stoccaggio. Questo tipo di soluzione, come detto innovativo, è progettato per questo procedimento e per mitigare il più possibile le criticità rilevate, legate soprattutto alla presenza di fibre amiantifere, mantenendo così il materiale non a contatto con l'atmosfera.

I criteri generali alla base dell'esecuzione della caratterizzazione ambientale in corso d'opera sono:

1. l'Impresa esecutrice ha l'obbligo di effettuare per le opere all'aperto la caratterizzazione dei materiali da scavo relativi ai punti risultati inaccessibili in fase progettuale (zone di imbocco, viabilità, ecc.) e nelle zone potenzialmente amiantifere;
2. l'Impresa esecutrice ha l'obbligo di effettuare la caratterizzazione dei materiali da scavo che avranno origine dallo scavo in sotterraneo; la caratterizzazione può avvenire:
 - su cumuli, all'interno delle previste aree di cantierizzazione;
 - in appositi silos, all'interno delle previste aree di cantierizzazione;
 - preventiva o in avanzamento, nell'indisponibilità di apposite aree di caratterizzazione.

Relativamente ai due punti precedenti, si precisa che per caratterizzazione si intende la caratterizzazione ambientale di cui agli allegati 1, 2 e 4 del Regolamento, svolta per attestare la sussistenza dei requisiti di compatibilità ambientale. Tale attività è relativa ad aree che non è stato possibile indagare in fase propedeutica (principalmente a causa del divieto di accesso da parte della proprietà privata o per le particolari condizioni morfologiche del sito) o a materiali la cui caratterizzazione effettuata in fase propedeutica (contenuto elevato in amianto e/o metalli pesanti) si ritiene necessiti di un maggiore approfondimento, esplicabile solo in fase realizzativa (scavo della galleria), al fine di determinarne la destinazione finale.

Nell'ambito della cantierizzazione sono stati previsti dei siti di deposito intermedio in attesa di utilizzo e per la caratterizzazione delle terre in corso d'opera. Tali siti sono localizzati all'interno delle aree di cantiere industriale CI.04 (a Cornigliano), CI.06 (a Genova Est), CI.12 e CI.14 (a Bolzaneto).

I siti di deposito hanno superficie e volumetria sufficiente a garantire il tempo di permanenza necessario per l'effettuazione del campionamento ed analisi delle rocce e terre ivi depositate, nonché per una agevole movimentazione dei mezzi.

Sono realizzati con:

- sistema di regimazione e convogliamento delle acque superficiali;
- impianto di raccolta e gestione delle acque di dilavamento;
- impermeabilizzazione della superficie a tutela del terreno sottostante;
- adozione di misure idonee a ridurre al minimo i disturbi ed i rischi causati da produzione di polvere e di materiali trasportati dal vento;
- eventuale verifica dell'impatto acustico.

I siti di deposito, inoltre, devono essere compartimentati in modo da poter identificare, con opportuna segnalazione, i diversi cumuli di materiale (o silos), per evitare la commistione tra le rocce e terre di scavo già analizzate e quelle in corso di indagine.

Come già anticipato, laddove non vi è spazio sufficiente per predisporre un cumulo o un silos, si farà ricorso alla tecnica di campionamento preventiva o in avanzamento; l'adozione di tale tecnica risulta, infatti, indispensabile in quanto il materiale, prima di poter essere movimentato al di fuori del sito di produzione, deve essere qualificato, definendo in particolare se si tratta di terre da scavo, quindi estranee alla gestione dei rifiuti, o di rifiuti.

Le modalità di caratterizzazione, di campionamento e di analisi in fase di corso d'opera sono da riferirsi a quanto riportato negli allegati 2, 4 e 8 parte A del Regolamento.

8.2 CARATTERIZZAZIONE DI VERIFICA IN CORSO D'OPERA O FINALE

In relazione a quanto indicato in allegato 8 parte B del Regolamento, è fatta salva la possibilità da parte dell'Autorità di controllo di eseguire controlli ed ispezioni in contraddittorio direttamente sull'area di destinazione, sia a completamento che durante la posa in opera del materiale, utilizzando gli stessi criteri adottati per il controllo in corso d'opera.

A tal riguardo, si precisa che il controllo finale è ovviamente eseguibile nei siti a terra, ma non potrà essere eseguito sull'opera a mare, a causa delle particolari procedure realizzative di tale opera, previste per evitare qualunque possibile rilascio di fibre di amianto verso l'ambiente circostante (sia in atmosfera che nelle acque marine). Infatti, una

volta completato il riempimento alla quota -1,0 m s.m.m., scelto al fine di assicurare che il materiale depositato proveniente dalle formazioni potenzialmente amiantifere sia sempre sotto il livello medio mare, si procederà alla stesa di uno strato di materiale non contenente amianto sino alla quota di +0,30m, quindi alla posa del sandwich formato da geotessile, geogriglia di captazione dell'acqua, membrana di impermeabilizzazione, e quindi alla posa di un secondo strato di materiale da scavo proveniente dalle formazioni non amiantifere, che conterrà anche il sistema dei drenaggi superficiali.

9 GESTIONE E TRASPORTO IN FASE DI CANTIERE

Considerata la peculiarità del territorio attraversato dal progetto (presenza di amianto nei terreni in sponda destra del torrente Polcevera), è stata prevista una specifica organizzazione per gli scavi, variabile in funzione delle caratteristiche dei materiali attraversati, e sono state elaborate delle apposite procedure di scavo in terreni potenzialmente amiantiferi, sia per lo scavo in sotterraneo (metodo tradizionale e scavo meccanizzato) che per lo scavo all'aperto (cfr. Capitolo 6).

Inoltre, sono stati studiati in dettaglio i percorsi dei mezzi d'opera impiegati nei trasporti dei materiali da scavo, utilizzati per la realizzazione del progetto, e sono state individuate modalità di trasporto innovative.

9.1 ORGANIZZAZIONE DEGLI SCAVI

9.1.1 Scavi in terreni potenzialmente amiantiferi

Gli scavi in sponda destra del Polcevera (Ambiti Bolzaneto - parte, Monterosso, Amandola, Voltri e Vesima) interessano terreni potenzialmente amiantiferi.

Lo smarino delle gallerie realizzate con scavo meccanizzato (Monterosso, Amandola e Borgonuovo) viene trasferito via nastro sino all'imbocco della galleria Monterosso lato Genova, a Bolzaneto (cantiere Cl.13), dove viene caratterizzato (cantiere Cl.14) e destinato ai vari utilizzi previsti dalla normativa a seconda del tenore amiantifero delle rocce: a) opera a mare, b) riempimento dell'arco rovescio delle gallerie oppure c) discarica speciale.

Anche lo smarino delle interconnessioni di Voltri e Vesima (contesti potenzialmente amiantiferi) deve essere portato a Bolzaneto, per la caratterizzazione e la conseguente individuazione della destinazione finale.

Per ridurre la quantità di smarino con origine a Voltri che transita su autostrada, è previsto che gli scavi delle gallerie Delle Grazie e Bric del Carmo – che non si trovano sul percorso critico del programma lavori – vengano scavate solo dopo che le TBM avranno attraversato le vallate del Cerusa e Leiro: in tal modo lo smarino potrà quindi essere trasportato fino a Bolzaneto utilizzando i tunnel già realizzati ed i nastri delle frese. Viene quindi movimentato via autostrada solo lo smarino derivante dallo scavo delle gallerie Ciocia e Voltri (al netto delle quantità reimmesse negli archi rovesci delle gallerie).

Inoltre, dovranno essere trasportati a Bolzaneto, lungo viabilità locali e viabilità di servizio, gli scavi, potenzialmente amiantiferi, dei seguenti imbocchi:

- imbocco Amandola lato SV, in Val Leira;
- imbocco Borgonuovo lato GE, in Val Cerusa;
- imbocco Borgonuovo, lato SV, a Vesima;
- imbocchi Amandola lato GE e Monterosso lato SV, in Val Varena.

9.1.2 Scavi in terreni non amiantiferi

Gli scavi in sponda sinistra del Polcevera (Ambiti Bolzaneto - parte, Torbella, Genova Est e Genova Ovest) interessano terreni non amiantiferi.

A Bolzaneto, gli scavi tradizionali si sviluppano dall'imbocco a cui convergono le gallerie San Rocco, Forte Diamante (in parte) e Polcevera (cantiere di imbocco Cl.27), che è collegato da piste di cantiere a Via Salita Bocchettina: da qui gli autocarri che devono trasportare gli scavi all'Opera a mare accedono allo svincolo di Bolzaneto.

Dalla galleria Polcevera (cantiere di imbocco Cl.28) si accede poi all'imbocco delle gallerie Baccan e Bric du Vento (in parte) che vengono smarinate da Via Salita Bocchettina fino al momento in cui è transitabile il viadotto Genova (a partire dalla metà del 4° anno di cantiere, cioè dal semestre n.8). Da quel momento in poi, parte dello smarino sarà trasportato al di là del Polcevera senza interessare le viabilità esterne; infatti, sull'imbocco Monterosso (cantiere Cl.13) si libera l'area inizialmente occupata dal cantiere del viadotto e il materiale proveniente dalla sponda sinistra del Polcevera può venire stoccato per far fronte alle progressive necessità di ripristino degli imbocchi dell'intera tratta Bolzaneto-Vesima. Solo verso la fine dei lavori, saranno necessari ulteriori materiali per completare il ripristino degli imbocchi: tali materiali, non più reperibili dagli scavi delle gallerie dell'ambito Bolzaneto, saranno trasportati dall'ambito Genova Est, che ha a disposizione il sito di Campursone (Cl.06) per l'accumulo di smarino destinato a colmare queste necessità durante il corso dei lavori.

Lo smarino della galleria Morego converge nel cantiere di imbocco Cl.32.

Sulla zona di Torbella (cantiere di imbocco Cl.26) – impostata direttamente sull'autostrada A12, quindi senza sbocchi sulle viabilità locali - confluiscono gli scavi di diversi imbocchi di galleria: Torbella Est, Torbella Ovest, Forte Diamante (in parte), Bric du Vento (in parte) e Granarolo (in parte). Per poter gestire al meglio i flussi di smarino, il cantiere è dotato di un "mini svincolo" con rampe che lo connettono a tutte le direzioni su entrambe le carreggiate. I volumi di smarino previsti saranno, pertanto, immessi in autostrada per raggiungere Cornigliano, al netto delle quantità relative al ripristino degli imbocchi ed al riempimento dell'arco rovescio delle gallerie. Verso la fine dei lavori, saranno necessari ulteriori materiali per completare il ripristino degli imbocchi: tali materiali, non più reperibili dagli scavi delle gallerie dell'ambito Torbella, saranno trasportati, anche in questo caso, dall'ambito Genova Est, che ha a disposizione il sito di Campursone.

Anche l'ambito di Genova Est è impostato direttamente sull'autostrada A12, senza alcuna interferenza sulle viabilità locali (cantiere di imbocco Cl.29). Ai volumi di smarino previsti dallo scavo delle gallerie Montesperone, Forte Begato, Campursone e galleria di emergenza si aggiungono ulteriori 500.000 mc che – benché scavati a Genova Ovest – vengono trasportati a Genova Est utilizzando la galleria di emergenza, allo scopo di ridurre le interferenze delle operazioni di scavo con il piazzale di stazione del casello. Quota parte dei materiali scavati sarà utilizzata per il ripristino degli imbocchi ed il riempimento dell'arco rovescio delle gallerie (anche negli altri ambiti, come già ricordato) o progressivamente depositata definitivamente nel sito Cl.06 (Campursone), senza alcun impatto sull'esterno. Pertanto, solo i materiali destinati alla realizzazione del capping dell'opera a mare e quelli per il completamento dei riempimenti di imbocchi e archi rovesci in altri ambiti saranno effettivamente immessi in autostrada (i primi diretti a Cornigliano, i secondi a Torbella e/o Bolzaneto).

Nell'ambito di Genova Ovest, l'imbocco delle gallerie Moro 1 e Granarolo (in parte) è direttamente prospiciente al piazzale di stazione dello svincolo di Genova Ovest (cantiere di imbocco Cl.30): non si hanno quindi interferenze con le viabilità esterne ma si crea una perturbazione molto importante con il traffico autostradale, data la necessità di consentire le manovre di ingresso/uscita degli autocarri che trasportano lo smarino. Per ridurre le eventuali interferenze con l'esercizio autostradale, è stato deciso di trasportare la maggior parte del materiale (circa 500.000 mc) - tramite la galleria di emergenza, che sarà scavata in anticipo rispetto agli altri lavori - a Genova Est, dove l'imbocco (cantiere di imbocco Cl.29) offre spazi più ampi e meno interferenti con il traffico. L'utilizzo della galleria diventa possibile a partire dalla metà del 3° anno di cantiere, cioè dal semestre n.6. Quota parte

dei materiali scavati sarà utilizzata per il ripristino degli imbocchi ed il riempimento dell'arco rovescio delle gallerie; pertanto, in questo modo, solo minimi volumi di smarino saranno immessi in autostrada per raggiungere Cornigliano.

Lo smarino della galleria Moro 2 converge nel cantiere di imbocco CI.31.

La seguente Tabella riassume quanto sopra descritto e riporta il quadro organizzativo degli scavi previsti.

Tabella 9-1 – Quadro organizzativo degli scavi

Cantiere di uscita terre	Ambito	Gallerie
<i>Ovest Polcevera</i>		
CI.13	Monterosso	Monterosso Ovest; Monterosso Est; Amandola Ovest; Amandola Est; Borgonuovo Ovest; Borgonuovo Est; Bric del Carmo; Delle Grazie
CI.21	Vesima e Voltri	Voltri Ovest; Voltri Est
CI.22	Vesima e Voltri	Ciocia
<i>Est Polcevera</i>		
CI.27	Bolzaneto	Forte Diamante (parte); San Rocco; Polcevera
CI.28	Bolzaneto	Bric du Vento (parte); Baccan
CI.32	Bolzaneto	Morego
CI.26	Torbella	Bric du Vento (parte); Granarolo (parte); Forte Diamante (parte); Torbella Est; Torbella Ovest
CI.29	Genova Est	Monte Sperone; Forte Begato; Campursone; quota parte (circa 2/3) del volume di scavo di Genova Ovest (trasferito via cunicolo di emergenza)
CI.30	Genova Ovest	Granarolo (parte); Moro 1
CI.31	Genova Ovest	Moro 2

9.2 VIABILITÀ INTERESSATA DALLA MOVIMENTAZIONE MATERIALI

I percorsi attraverso i quali avviene la movimentazione dei materiali da scavo dal luogo di produzione al sito di caratterizzazione/cantiere, e da quest'ultimo al sito di destinazione finale, nel caso specifico del presente intervento, sono individuabili in parte direttamente con l'asse autostradale, in quanto le aree di cantiere sono in adiacenza all'autostrada esistente, in parte con la viabilità ordinaria e la viabilità di servizio dei siti oggetto di cantierizzazione.

Nel Progetto Definitivo (cfr. elaborati APG0901 "Piano del traffico di cantiere – Relazione tecnico-descrittiva" e APG0902 "Piano del traffico di cantiere – Sinottico dei percorsi") sono stati individuati i percorsi relativi ai diversi ambiti di cantiere e le possibili origini/destinazioni (generando i possibili percorsi nell'ambito del cantiere), per tenere conto anche:

- dei cantieri dove viene prodotto calcestruzzo;
- delle aree di deposito del materiale da scavo;
- degli svincoli o dei varchi autostradali da cui entrano le forniture necessarie per la costruzione delle opere.

Le quantità di riferimento sono riportate in Tabella 7-1.

Nel seguito vengono analizzati gli ambiti di cantiere rilevanti ai fini della gestione delle terre. Si rimanda agli elaborati progettuali richiamati per gli opportuni approfondimenti.

Ambito Bolzaneto (inclusi Monterosso, Amandola, Voltri e Vesima e Varenna)

A Bolzaneto convergono i materiali delle gallerie potenzialmente amiantifere, scavate con TBM e in tradizionale, e di quelle realizzate con tecnologia tradizionale sul lato sx della vallata (non contenenti amianto).

La maggior parte dello smarino potenzialmente amiantifero (sponda destra Polcevera) verrà trasferito via nastro sino al cantiere Cl.14, per essere caratterizzato; fanno eccezione gli scavi delle gallerie Ciocia e Voltri (al netto delle quantità reimmesse negli archi rovesci delle gallerie) e degli imbocchi Amandola lati SV e GE, Borgonuovo lati GE e SV e Monterosso lato SV, che dovranno essere trasportati a Bolzaneto, lungo viabilità locali e autostrada.

La maggior parte dello smarino potenzialmente amiantifero avrà come destinazione finale l'opera a mare, dove verrà trasportato tramite l'impianto dello "slurrydotto", quindi senza interferire con la viabilità. Anche lo smarino destinato al riempimento dell'arco rovescio delle gallerie non interferirà con la viabilità. Pertanto, gli unici movimenti su strada saranno quelli utilizzati per il trasporto a discarica speciale.

Il cantiere di imbocco Cl.27, su cui convergono scavi tradizionali della sponda sinistra, è collegato da piste di cantiere a Via Salita Bocchettina: da qui gli autocarri che devono trasportare gli scavi all'opera a mare accedono allo svincolo di Bolzaneto. Gli scavi che convergono sul cantiere di imbocco Cl.28, invece, vengono smarinati inizialmente (primi 8 semestri) da Via Salita Bocchettina, poi confluiscono direttamente nel cantiere Cl.14 (per procedere al progressivo ripristino degli imbocchi), senza interessare le viabilità esterne. Per completare il ripristino degli imbocchi, è previsto anche il trasporto di materiali dal sito Campursone (ambito di Genova Est).

La seguente figura mostra i diversi itinerari percorsi dai mezzi pesanti per il trasporto dei materiali.

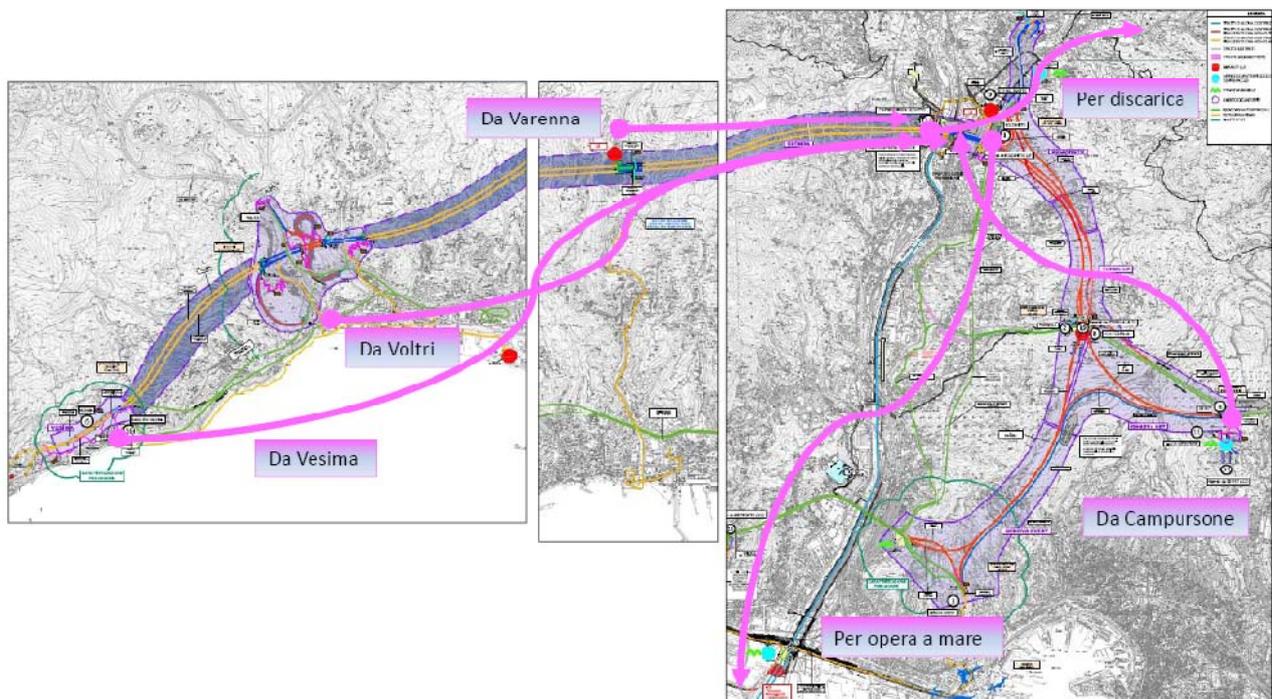


Figura 9-1 Itinerari ambito Bolzaneto

Ambito Torbella

Il cantiere in ambito Torbella è impostato direttamente sull'autostrada A12, con rampe che lo connettono a tutte le direzioni su entrambe le carreggiate, pertanto non interferisce con le viabilità locali. Solo una parte volumi di smarino previsti sarà immessa in autostrada per raggiungere l'opera a mare.

Per completare il ripristino degli imbocchi, è previsto anche il trasporto di materiali dal sito Campursone (ambito di Genova Est).

La seguente figura mostra i diversi itinerari percorsi dai mezzi pesanti per il trasporto dei materiali.

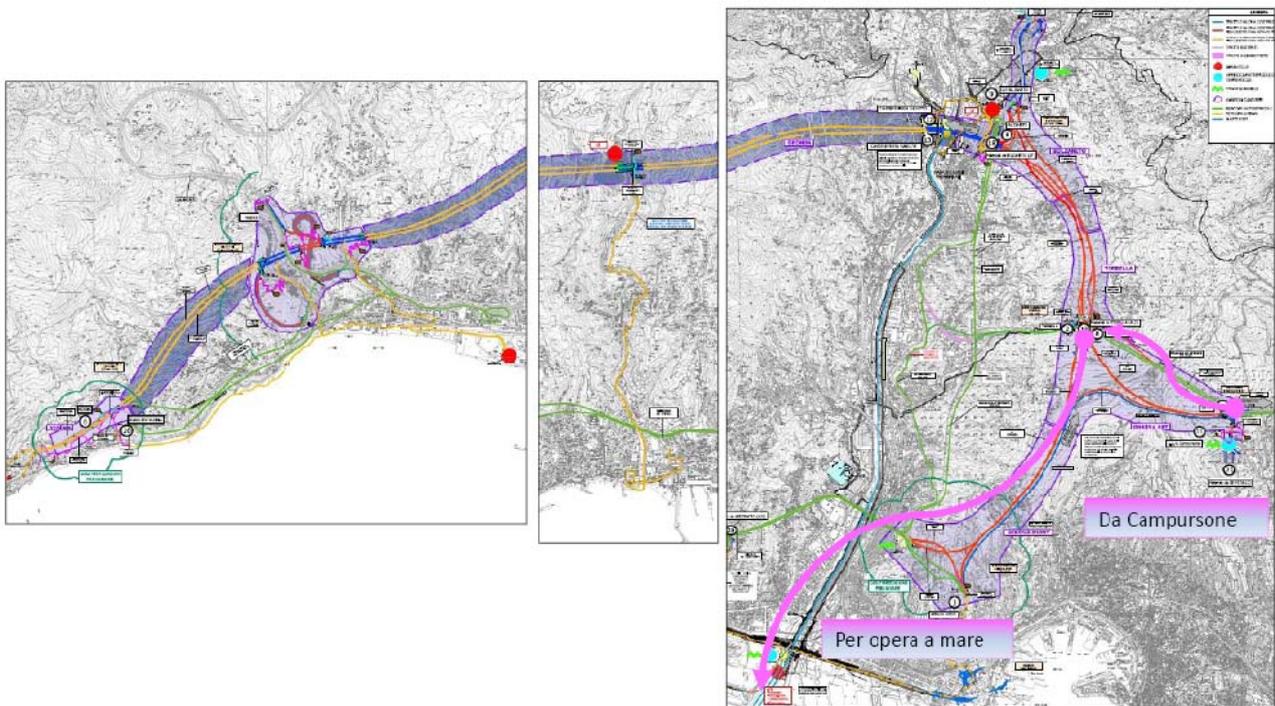


Figura 9-2 Itinerari ambito Torbella

Ambito Genova Est

Anche l'ambito di Genova Est è impostato direttamente sull'autostrada A12, senza alcuna interferenza sulle viabilità locali. Quota parte dello smarino (al netto delle quantità progressivamente depositate definitivamente nel sito Campursone, senza alcun impatto sull'esterno, e delle quantità relative al ripristino degli imbocchi ed al riempimento dell'arco rovescio delle gallerie) sarà effettivamente immessa in autostrada per raggiungere tre siti:

- Cornigliano - per il capping dell'Opera a Mare;
- Torbella - per completare i riempimenti di imbocchi e archi rovesci;
- Bolzaneto - per completare i riempimenti di imbocchi e archi rovesci.

La seguente figura mostra i diversi itinerari percorsi dai mezzi pesanti per il trasporto dei materiali.

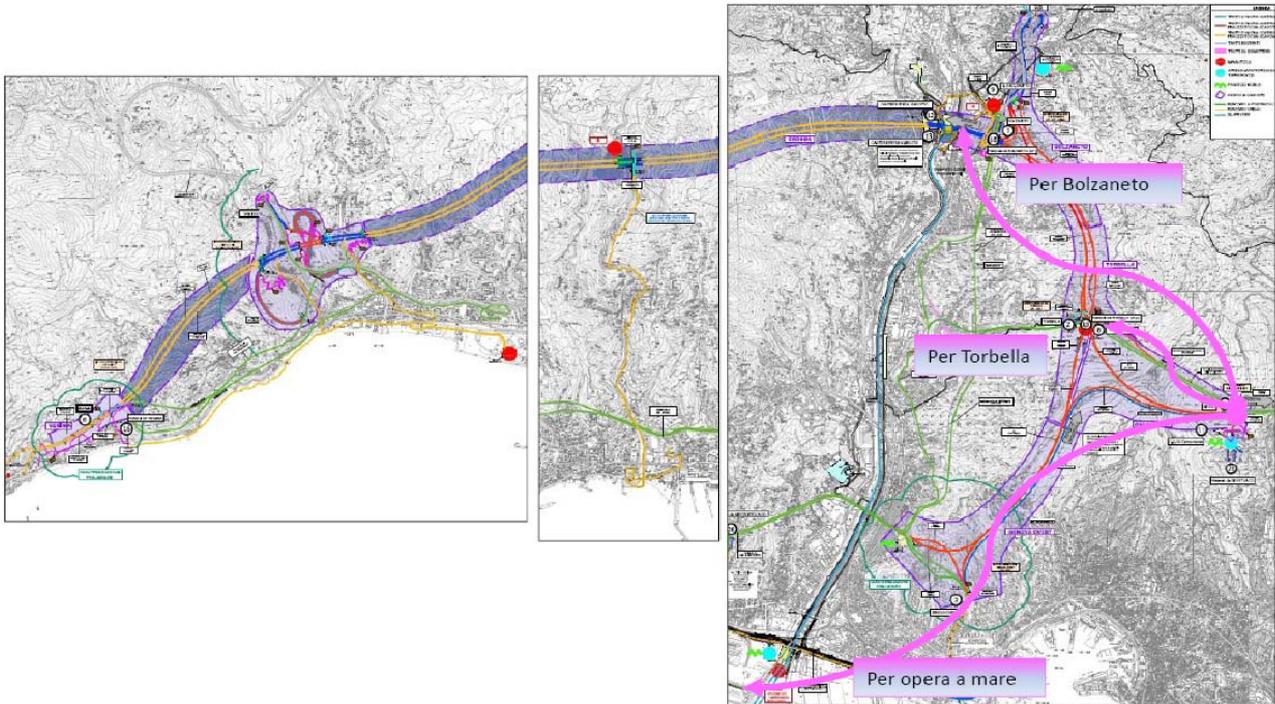


Figura 9-3 Itinerari ambito Genova Est

Ambito Genova Ovest

Il cantiere di Genova Ovest è direttamente prospiciente al piazzale di stazione dello svincolo di Genova Ovest, pertanto non si hanno interferenze con le viabilità esterne.

Per ridurre le potenziali interferenze con il traffico autostradale, la maggior parte del materiale sarà trasportato a Genova Est, attraverso la galleria di emergenza (scavata in anticipo rispetto agli altri lavori e disponibile a partire dal semestre n. 6).

Pertanto, solo minimi volumi di smarino (al netto anche delle quantità relative al ripristino degli imbocchi ed al riempimento dell'arco rovescio delle gallerie) saranno immessi in autostrada per raggiungere l'opera a mare.

La seguente figura mostra i diversi itinerari percorsi dai mezzi pesanti per il trasporto dei materiali.

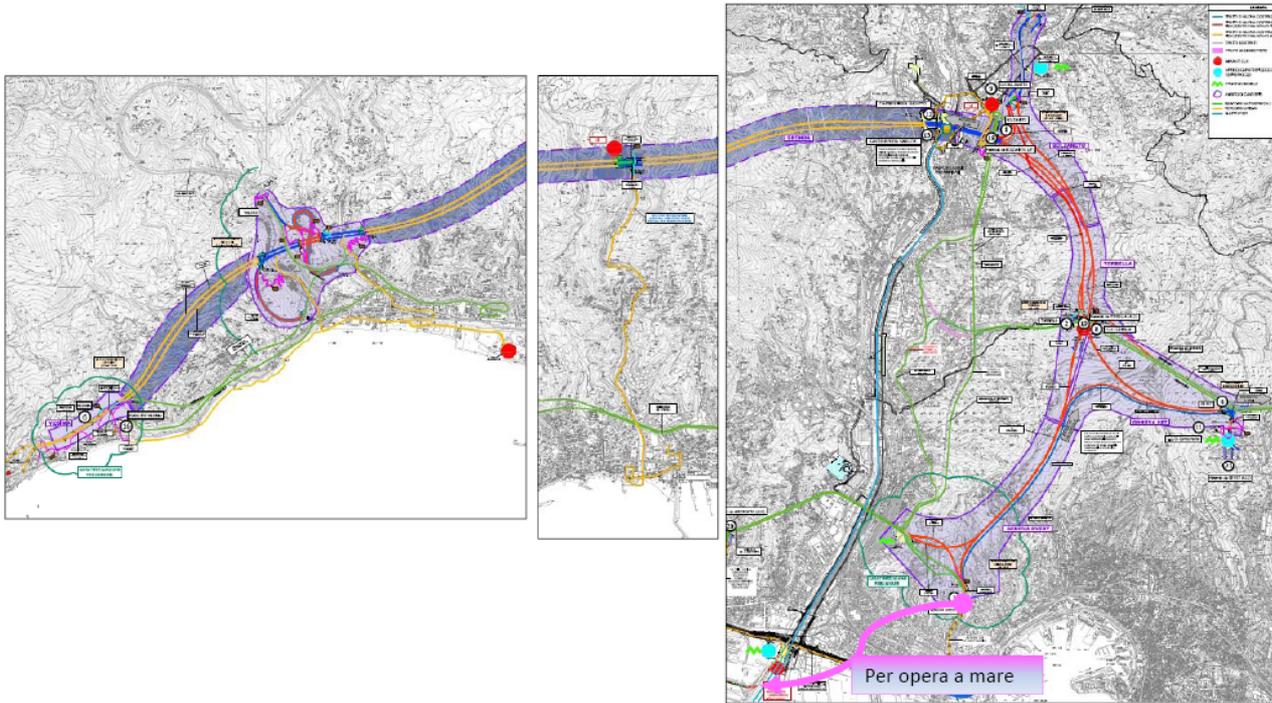


Figura 9-4 Itinerari ambito Genova Ovest

9.3 MODALITÀ DI TRASPORTO PREVISTE

Le modalità di trasporto cambiano in funzione della tipologia di materiale da trasportare: nel caso di materiali con potenziale contenuto di amianto si utilizzerà un trasporto meccanico (slurrydotto), che non genera movimentazione di autocarri, mentre nel caso di materiale non contenente amianto si ricorrerà al tradizionale trasporto su gomma.

All'esito della caratterizzazione, il materiale estratto prenderà la sua destinazione di riutilizzo. Per il materiale che deve ritornare in opera sul sito di produzione, il tragitto dal luogo di caratterizzazione alla galleria è breve ed eseguito con automezzi (nel caso di materiale contenente amianto i mezzi sono protetti per evitare la dispersione di fibre). Per il materiale che invece deve andare alla colmata il trasporto potrà essere effettuato con automezzi chiusi o con uno slurrydotto.

9.3.1 Trasporto con automezzi

Tutti gli automezzi lungo i percorsi attraverso i quali avviene la movimentazione dei materiali da scavo (da luogo di produzione a sito di caratterizzazione/cantiere e poi a sito di destinazione finale) si atterranno al Codice della Strada.

Tutti gli automezzi saranno opportunamente coperti (in particolare nel caso di materiali amiantiferi) per evitare interferenze tra il materiale trasportato e gli agenti atmosferici o eventuali altri materiali con cui potrebbero venire in contatto.

I percorsi sono fissi e definiti a priori ed i conducenti, a meno di situazioni di emergenza, vi si atterranno senza operare variazioni.

I materiali con contenuto di amianto superiori a 1g/kg e caratteristiche geotecniche scadenti saranno avviati a discarica speciale, dopo opportuna inertizzazione ed insacchettamento (attività effettuate all'interno del cantiere CI.04 a Bolzaneto).

9.3.2 Trasporto via slurrydotto

Il trasporto del materiale potenzialmente amiantifero dall'imbocco delle TBM a Bolzaneto fino all'opera a mare – che pur rientrando nei limiti indicati nell'Allegato 5, Titolo V, Parte IV, Tabella 1, Colonna B del D.Lgs 152/2006, contiene fibre che non possono venire aerodisperse – ha richiesto la predisposizione di uno speciale vettore: lo slurrydotto.

Questo sistema - utilizzato da decenni nell'industria mineraria per il trasferimento a basso costo dei minerali – è costituito da un circuito idraulico (tipicamente una condotta metallica) all'interno del quale il materiale viene pompato dopo essere stato miscelato con acqua. Nel caso del Nodo di Genova, per fluidificare il materiale sarà utilizzata acqua marina, pompata fino al cantiere di imbocco delle frese (a Bolzaneto) dove verrà allestito l'impianto per diluire lo smarino fino a trasformarlo in una soluzione pompabile (lo slurry).

Le tubazioni di mandata saranno posizionate lungo il torrente Polcevera (sostenute da appositi monopali metallici) e garantiranno il trasporto dello smarino – anche amiantifero – senza richiedere circolazione di mezzi d'opera.

Il sistema di trasporto con lo slurrydotto rappresenta una garanzia per l'ambiente circostante, stante che l'acqua aggiunta impedisce alle fibre di amianto di liberarsi. Peraltro, tale sistema è esplicitamente richiamato dal Regolamento (Allegato 5) tra le modalità di trasporto previste.

9.4 PROCEDURE PER LA TRACCIABILITÀ DEI MATERIALI

Sulla base di quanto stabilito dall'art. 11 del Regolamento, in tutte le fasi di movimentazione delle terre verrà definita una procedura atta a garantire la tracciabilità dei materiali da scavo: con l'applicazione di tale procedura ciascun volume di terre sarà identificato nelle fasi di produzione, trasporto, deposito e utilizzo.

La documentazione che accompagna il trasporto del materiale da scavo, da redigere secondo le indicazioni dell'Allegato 6 del Regolamento, costituisce documentazione equipollente alla scheda di trasporto di cui all'art. 7 bis del decreto legislativo 286/2005 ai sensi di quanto previsto dall'art 3 del D.M. 554/2009.

Tale documentazione viene predisposta all'esecutore nella fase di corso d'opera; l'esecutore, infatti, dal momento della dichiarazione di cui all'art. 9 comma 1, resa dal proponente all'Autorità competente, fa suo il Piano di Utilizzo e lo attua divenendone responsabile.

I moduli di trasporto di cui all'allegato 6 accompagnano ciascun mezzo, attestando la provenienza e la destinazione del materiale da scavo.

9.5 DICHIARAZIONE DI AVVENUTO UTILIZZO

L'avvenuto utilizzo del materiale escavato in conformità al Piano di Utilizzo deve essere attestato dall'esecutore mediante la Dichiarazione di Avvenuto Utilizzo (DAU), art. 12 del Regolamento.

La dichiarazione da parte dell'esecutore all'Autorità competente è sostitutiva dell'atto di notorietà di cui all'art. 47 del D.P.R. 28 dicembre del 2000, in conformità all'allegato 7 del Regolamento e deve essere corredata della documentazione completa in esso richiamata.

A conclusione dei lavori di escavazione ed a conclusione dei lavori di utilizzo di tutta l'opera a progetto, secondo quanto indicato nell'Allegato 7 del Regolamento, l'esecutore compilerà una Dichiarazione di Avvenuto Utilizzo (DAU), che deve essere resa entro il termine in cui il Piano stesso cessa di avere validità.

In relazione alla complessità dell'opera ed ai volumi di terra movimentati, in aggiunta alla DAU prevista dall'Allegato 7 del Regolamento, durante la realizzazione dei lavori, l'esecutore sarà tenuto a redigere una dichiarazione di avvenuto utilizzo analoga a quella

di cui all'Allegato 7 e pertanto sostitutiva dell'atto di notorietà di cui all'art. 47 del D.P.R. 28 dicembre del 2000, con cadenza semestrale. Tale dichiarazione, corredata dei certificati delle analisi effettuate sui campioni, dovrà attestare l'utilizzo dei materiali, sia riferito al periodo per il quale viene emessa che a consuntivo.