

## NODO STRADALE E AUTOSTRADALE DI GENOVA

### ADEGUAMENTO DEL SISTEMA A7 - A10 - A12

#### LOTTO 5 - OPERE A MARE - OPERE DI CONTERMINAZIONE

### PROGETTO ESECUTIVO

## DOCUMENTAZIONE GENERALE

### GESTIONE TERRE E ROCCE DA SCAVO

#### RELAZIONE INTEGRATIVA SULLA CARATTERIZZAZIONE AMBIENTALE

#### IL PROGETTISTA SPECIALISTICO

Ing. Davide Canuti  
Ord. Ingg. Milano n.21033  
**RESPONSABILE AMBIENTE**

#### IL RESPONSABILE INTEGRAZIONE PRESTAZIONI SPECIALISTICHE

Ing. Ferruccio Bucalo  
Ord. Ingg. Genova N. 4940

#### IL DIRETTORE TECNICO

Ing. Orlando Mazza  
Ord. Ingg. Pavia N. 1496

**PROGETTAZIONE NUOVE OPERE AUTOSTRADALI**

#### CODICE IDENTIFICATIVO

RIFERIMENTO PROGETTO			RIFERIMENTO DIRETTORIO				RIFERIMENTO ELABORATO				ORDINATORE
Codice Commessa	Lotto, Sub-Prog., Cod. Appalto	Fase	Capitolo	Paragrafo	W B S	Parte d'opera	Tip.	Disciplina	Progressivo	Rev.	-
<b>110729</b>	<b>LL05</b>	<b>PE</b>	<b>DG</b>	<b>PGT</b>	<b>00000</b>	<b>00000</b>	<b>R</b>	<b>AMB</b>	<b>0011</b>	<b>0</b>	SCALA -

 	PROJECT MANAGER:		SUPPORTO SPECIALISTICO:				REVISIONE		
	Ing. Sara Frisiani Ord. Ingg. Genova N°9810A						n.	data	
							0	OTTOBRE 2018	
							1	-	
							2	-	
REDATTO:	Dr. Francesco Cipolli		VERIFICATO:					3	-
								4	-

#### VISTO DEL COMMITTENTE



IL RESPONSABILE UNICO DEL PROCEDIMENTO  
Ing. Alberto Selleri

#### VISTO DEL CONCEDENTE



**Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti**  
DIPARTIMENTO PER LE INFRASTRUTTURE, GLI AFFARI GENERALI ED IL PERSONALE  
STRUTTURA DI VIGILANZA SULLE CONCESSIONARIE AUTOSTRADALI

## Sommario

1	PREMESSA.....	4
1.1	DOCUMENTAZIONE DI RIFERIMENTO .....	5
2	IL PIANO DI UTILIZZO DELLE TERRE DA SCAVO .....	6
2.1	SUDDIVISIONE DEGLI AMBITI DI SCAVO E RIUTILIZZO .....	7
2.2	CARATTERISTICHE CHIMICHE DEGLI SCAVI: SIGNIFICATO DI FONDO NATURALE E DI COMPATIBILITA' GEOLOGICA.....	10
2.2.1	Scavi in sotterraneo.....	11
2.2.2	Scavi all'aperto.....	13
3	INQUADRAMENTO DEL CONTESTO GEOLOGICO .....	20
3.1	LA COMPLESSITÀ STRUTTURALE DELL'AREA INTERESSATA DAL PROGETTO GRONDA.....	20
3.2	EVOLUZIONE GEOLOGICO-STRUTTURALE REGIONALE.....	21
3.2.1	Gli eventi deformativi D1 e D2 .....	21
3.2.2	L'evento deformativo D3.....	22
3.2.3	L'evento deformativo D4.....	22
3.3	LE CARATTERISTICHE GEOSTRUTTURALI DEL TERRITORIO.....	23
3.4	ELEMENTI DEL MODELLO GEOLOGICO LUNGO IL TRACCIATO IN OVEST POLCEVERA.....	24
3.4.1	Descrizione dei litotipi principali del substrato roccioso .....	24
3.4.2	Descrizione delle principali tipologie di depositi quaternari.....	30
3.5	ELEMENTI DEL MODELLO GEOLOGICO LUNGO IL TRACCIATO IN EST POLCEVERA .....	34
3.5.1	Descrizione dei litotipi principali del substrato roccioso .....	34
3.5.2	Descrizione delle principali tipologie di depositi quaternari.....	37
3.6	DESCRIZIONE GEOLOGICA DEL CANALE DI CALMA.....	38
4	CARATTERIZZAZIONE DELLE TERRE E ROCCE DA SCAVO .....	41
4.1	INDAGINI GEOGNOSTICHE E PRELIEVI PER LA CARATTERIZZAZIONE AMBIENTALE .....	41
5	SINTESI DEI DATI ANALITICI DI LABORATORIO .....	61
5.1	AMBITO VESIMA-VOLTRI .....	61
5.2	AMBITO AMANDOLA.....	68
5.3	AMBITO VARENNA .....	69
5.4	AMBITO MONTEROSSO .....	72
5.5	AMBITO BOLZANETO.....	74
5.6	AMBITO GENOVA EST-TORBELLA.....	76
5.7	AMBITO GENOVA OVEST .....	78
5.8	AMBITO OPERA A MARE .....	78
	APPENDICE A .....	82

## Indice delle Tabelle e delle Figure

FIGURA 2-1 SUDDIVISIONE PER AMBITI DI SCAVO E DI RIUTILIZZO (RIF. APG0010, PIANO DI UTILIZZO) CON L'INDICAZIONE DELLE GALLERIE DELLA GRONDA AUTOSTRADALE IN OVEST POLCEVERA INTERESSATE DAL RISCHIO POTENZIALE CONNESSO ALLA PRESENZA DI AMIANTO ...	9
TABELLA 2-1 ELENCO DELLE PRINCIPALI LAVORAZIONI IN SOTTERRANEO SUDDIVISE PER I DIVERSI AMBITI DI PRODUZIONE E DI RIUTILIZZO IN OVEST POLCEVERA .....	12
TABELLA 2-2 ELENCO DELLE PRINCIPALI LAVORAZIONI IN SOTTERRANEO SUDDIVISE PER I DIVERSI AMBITI DI PRODUZIONE E DI RIUTILIZZO IN EST POLCEVERA.....	12
TABELLA 2-3 ELENCO DELLE PRINCIPALI WBS ASSOCIATE AI DIVERSI AMBITI DI PRODUZIONE E DI RIUTILIZZO IN OVEST POLCEVERA CON LAVORAZIONI ALL'APERTO.....	14
TABELLA 2-4 ELENCO DELLE PRINCIPALI WBS ASSOCIATE AI DIVERSI AMBITI DI PRODUZIONE E DI RIUTILIZZO IN EST POLCEVERA CON LAVORAZIONI ALL'APERTO.....	16
FIG. 3-1. SCHEMA STRUTTURALE DEL FOGLIO CARG "GENOVA" ALLA SCALA 1:50.000 (CAPPONI E CRISPINI, 2008).....	20
FIG. 3-2. SCHEMA GEOLOGICO-STRUTTURALE DELL'AREA INTERESSATA DAL PROGETTO GRONDA, CON INDICAZIONE DEL TRACCIATO DI PROGETTO. ....	23
FIGURA 3-1 SEZIONE GEOLOGICA DOVE RISULTA VISIBILE L'INCISIONE DEI DEPOSITI E LA PORZIONE MINIMA AL CENTRO RAPPRESENTATA DAL SUBSTRATO ROCCIOSO (CFR. ELABORATO 110729-LL05-PE-DG-GEO-00000-00000-D-GEO0002) .....	40
TABELLA 4-5 ELENCO DELLE INDAGINI GEOGNOSTICHE SVOLTE NEGLI AMBITI DI INTERESSE DURANTE LA FASE DI PROGETTAZIONE ESECUTIVA ..	44
TABELLA 4-6 PRELIEVI AMBIENTALI ESEGUITI NELLE FASI DI PROGETTAZIONE PRELIMINARE E DEFINITIVA SUDDIVISI PER AMBITI IN OVEST POLCEVERA.....	46
TABELLA 4-7 PRELIEVI AMBIENTALI ESEGUITI NELLE PRECEDENTI FASI DI PROGETTAZIONE, SUDDIVISI PER AMBITI IN EST POLCEVERA .....	47
TABELLA 4-8 ELENCO DEI CAMPIONI AMBIENTALI PRELEVATI DURANTE LA FASE DI PROGETTO ESECUTIVO .....	49
TABELLA 4-9 ELENCO DEI PRELIEVI ESEGUITI PER LA DETERMINAZIONE QUALI-QUANTITATIVA IN AMIANTO EFFETTUATI NELLA FASE PROGETTUALI PRECEDENTI (S, DA SONDAGGIO; R, DA AFFIORAMENTO) .....	53
TABELLA 4-10 PRELIEVI ESEGUITI IN AFFIORAMENTO, COLTRE O IN SONDAGGIO PER LA DETERMINAZIONE DELL'AMIANTO DURANTE LA FASE DI PROGETTO ESECUTIVO .....	55
TABELLA 5-1 ELENCO DELLE WBS PREVISTE IN AMBITO VOLTRI-VESIMA, CARATTERIZZATE DA LAVORAZIONI DI SCAVO E RIUTILIZZO IN SOTTERRANEO .....	61
TABELLA 5-2 ELENCO DELLE WBS PREVISTE IN AMBITO VOLTRI-VESIMA, CARATTERIZZATE DA LAVORAZIONI DI SCAVO E RIUTILIZZO ALL'APERTO .....	62
TABELLA 5-3 SINTESI DEGLI ESITI ANALITICI SUI CAMPIONI PRELEVATI NELL'AMBITO VOLTRI-VESIMA .....	63
TABELLA 5-4 CONTENUTO IN AMIANTO ESPRESSO IN PPM ED IL PESO PERCENTUALE RISCOSTRATO IN FIBRE ASCRIVIBILI AL GRUPPO DEL SERPENTINO (CRISOTILO-ANTIGORITE) O ALLA FAMIGLIA DEGLI ANFIBOLI (TREMOLITE-ACTINOLITE). ....	66
TABELLA 5-5 ELENCO DELLE WBS PREVISTE IN AMBITO AMANDOLA, CARATTERIZZATE DA SOLE LAVORAZIONI DI SCAVO E RIUTILIZZO IN SOTTERRANEO .....	68
TABELLA 5-6 SINTESI DEGLI ESITI ANALITICI SUI CAMPIONI PRELEVATI NELL'AMBITO AMANDOLA.....	68
TABELLA 5-7 CONTENUTO IN AMIANTO ESPRESSO IN PPM ED IL PESO PERCENTUALE RISCOSTRATO DOVUTO A FIBRE ASCRIVIBILI AL GRUPPO DEL SERPENTINO (CRISOTILO-ANTIGORITE) O ALLA FAMIGLIA DEGLI ANFIBOLI (TREMOLITE-ACTINOLITE), .....	69
TABELLA 5-8 ELENCO DELLE WBS PREVISTE IN AMBITO VARENNA, CARATTERIZZATE DA SOLE LAVORAZIONI DI SCAVO E RIUTILIZZO ALL'APERTO .....	70
TABELLA 5-9 SINTESI DEGLI ESITI ANALITICI SUI CAMPIONI PRELEVATI NELL'AMBITO VARENNA .....	70
TABELLA 5-10 CONTENUTO IN AMIANTO ESPRESSO IN PPM ED IL PESO PERCENTUALE RISCOSTRATO IN FIBRE ASCRIVIBILI AL GRUPPO DEL SERPENTINO (CRISOTILO-ANTIGORITE) O ALLA FAMIGLIA DEGLI ANFIBOLI (TREMOLITE-ACTINOLITE). ....	72
TABELLA 5-11 ELENCO DELLE WBS PREVISTE IN AMBITO MONTEROSSO, CARATTERIZZATE DA SOLE LAVORAZIONI DI SCAVO E RIUTILIZZO IN SOTTERRANEO .....	72
TABELLA 5-12 SINTESI DEGLI ESITI ANALITICI SUI CAMPIONI PRELEVATI NELL'AMBITO MONTEROSSO .....	72
TABELLA 5-13 CONTENUTO IN AMIANTO ESPRESSO IN PPM ED IL PESO PERCENTUALE RISCOSTRATO DOVUTO A FIBRE ASCRIVIBILI AL GRUPPO DEL SERPENTINO (CRISOTILO-ANTIGORITE) O ALLA FAMIGLIA DEGLI ANFIBOLI (TREMOLITE-ACTINOLITE), .....	73
TABELLA 5-14 ELENCO DELLE WBS PREVISTE IN AMBITO BOLZANETO, CARATTERIZZATE DA SOLE LAVORAZIONI DI SCAVO E RIUTILIZZO ALL'APERTO .....	74
TABELLA 5-15 SINTESI DEGLI ESITI ANALITICI SUI CAMPIONI PRELEVATI NELL'AMBITO BOLZANETO.....	74

---

TABELLA 5-16 ELENCO DELLE WBS PREVISTE IN AMBITO GENOVA EST - TORBELLA, CARATTERIZZATE DA SOLE LAVORAZIONI DI SCAVO E RIUTILIZZO ALL'APERTO .....	76
TABELLA 5-17 SINTESI DEGLI ESITI ANALITICI SUI CAMPIONI PRELEVATI NELL'AMBITO GENOVA EST - TORBELLA .....	76
TABELLA 5-18 ELENCO DELLE WBS PREVISTE IN AMBITO GENOVA OVEST, CARATTERIZZATE DA SOLE LAVORAZIONI DI SCAVO E RIUTILIZZO ALL'APERTO .....	78
TABELLA 5-19 SINTESI DEGLI ESITI ANALITICI SUI CAMPIONI PRELEVATI NELL'AMBITO GENOVA OVEST .....	78
TABELLA 5-21 SINTESI DEI DATI ANALITICI DI LABORATORIO SUI CAMPIONI PRELEVATI NEL CANALE DI CALMA .....	81

## 1 PREMESSA

La presente relazione ha l'obiettivo di documentare la caratterizzazione geolitologica e chimica delle terre e delle rocce da scavo eseguita nella fase di Progetto Esecutivo.

La raccolta dei valori di concentrazioni chimiche nei terreni e nelle rocce interessate dagli scavi sono ad integrazione dei dati raccolti nelle precedenti fasi progettuali (principale riferimento, Piano di Utilizzo delle Terre da scavo, APG0010, approvato con parere n°1239/2013 della CTVA del MATTM, con annessi allegati). Gli esiti analitici della fase preliminare e definitiva sono comunque qui sintetizzati per dare un quadro completo ed esaustivo.

Le indicazioni operative sulla gestione e analisi delle terre e rocce richiamate nel presente documento sono conformi al testo del DM 161/2012 e seguono i concetti introdotti dal D.Lgs. 152/2006 e s.m.i. e le indicazioni della normativa della Regione Liguria sulle Pietre Verdi (DGR 1423/2013). In particolar modo, in relazione anche alle predisposizioni di cantiere previste nella fase di realizzazione del Progetto, si evidenzia che le operazioni di campionamento e le operazioni di classificazione e misure analitiche dei campioni hanno fatto riferimento alle indicazioni di legge con particolare attenzione ai seguenti elementi normativi nazionali e regionali:

- Decreto ministeriale n° 161/2012, oggi abrogato dal D.P.R. 120/2017, ma vigente al momento dell'approvazione del Progetto Definitivo in procedura di Valutazione di Impatto Ambientale e valido per l'attuazione della gestione dei materiali nell'ambito dell'opera;
- Decreto del Ministero dell'Ambiente per la Valutazione di Impatto ambientale dell'opera n° 28/2014;
- Decreto del Ministero della Sanità del 6 settembre 1994;
- Decreto del Ministero della Sanità del 13 settembre 1999;
- Legge Regionale Liguria 6 marzo 2009, n. 5 recante "Norme per la prevenzione dei danni e dei rischi derivanti dalla presenza di amianto, per le bonifiche e per lo smaltimento."
- Deliberazione del Consiglio regionale R.L. n. 105 del 20.12.1996 "Piano di protezione dell'ambiente, di decontaminazione, di smaltimento e di bonifica ai fini della difesa dai pericoli derivanti dall'amianto di cui all'articolo 10 della legge 27 marzo 1992 numero 257."
- Documento recante "Istruzioni operative" a cura di Regione Liguria ed ARPAL relativo alla valutazione del contenuto in amianto nelle rocce ofiolitiche liguri. (30.06.2009)
- D.G.R. Liguria 1423/2013 recante "Indirizzi operativi per la gestione delle Terre e rocce da scavo (Allegato 1)".

Nell'ambito dell'applicazione del Decreto ministeriale n° 161/2012, oggi abrogato dal D.P.R. 120/2017, ma vigente al momento dell'approvazione del Progetto Definitivo in procedura di Valutazione di Impatto Ambientale e valido per l'attuazione della gestione dei materiali nell'ambito dell'opera, con le caratterizzazioni integrative, di seguito descritte, si conferma inoltre quanto già indicato in progetto definitivo relativamente alle condizioni di fondo naturale, rinvenute in alcuni siti che determinano valori superiori alle Concentrazioni Soglia di Contaminazione (CSC) indicate dalla tabella 1 del D.Lgs. 152/2006 e s.m.i. (rif APG0006-1, Relazione sulla caratterizzazione ambientale, e APG0010, Piano di Utilizzo delle Terre).

In tal senso, rimandando anche alla documentazione di dettaglio presente in progetto (vedi par. 1.1), si è riproposto nel seguito la descrizione generale dei luoghi e il relativo modello geologico.

Tale modello risulta funzionale alla determinazione delle condizioni "naturali" ed è utile per la valutazione della "compatibilità geologica" tra diversi ambiti di scavo e riutilizzo, in considerazione del medesimo contesto territoriale e geologico di appartenenza.

Infatti dagli elementi descritti, si dimostra che i valori rilevati in un determinato ambito o sito sono determinate dal contesto naturale del territorio di appartenenza, al cui interno risultano insistere analoghi siti di scavo e riutilizzo, individuati nel citato Piano di Utilizzo.

Infine si segnala che la caratterizzazione delle terre e rocce da scavo sarà completata in fase di corso d'opera così come indicato nel Piano di Utilizzo delle Terre, APG0010 (si veda anche Capitolato Ambientale, AEM0001), con le attività di campionamento e di analisi chimica per gli scavi in sotterraneo e per le opere all'aperto.

In appendice sono riportati in tabella i valori delle concentrazioni in metalli pesanti, in amianto ed in idrocarburi pesanti come indicato in tabella 4.1 del D.M. 161/2012. I certificati e i rapporti di analisi dei campionamenti riferiti alla fase di progettazione esecutiva sono riportati nell'elaborato dedicato AMB0012. Per le precedenti fasi progettuali si rimanda agli elaborati di progetto definitivo presentati a supporto, Piano di Utilizzo APG0010 e relazione di caratterizzazione, APG0006-1. In tal senso nel paragrafo seguente si elencano gli elaborati progettuali che risultano necessari ad un quadro completo.

## 1.1 DOCUMENTAZIONE DI RIFERIMENTO

Nell'ambito della fase di approfondimento progettuale, i documenti di riferimento per il quadro conoscitivo tecnico-ambientale dei materiali di scavo sono:

- 1) Documentazione di Progetto Definitivo, prevista a supporto del PE, riportata in formato elettronico:
  - APG0010, Piano di Utilizzo delle Terre da scavo, approvato con parere n°1239/2013 della CTVA del MATTM, con annessi allegati;
  - APG0004-1, Linee guida per la gestione delle terre e rocce da scavo;
  - APG0006-1, Relazione di caratterizzazione ambientale ed annessi allegati;
  - APG0007, Analisi di rischio per l'impiego dei materiali di smarino provenienti dall'escavazione delle gallerie per l'ampliamento a mare del rilevato aeroportuale;
  - Indagini geognostiche comprensive di analisi ambientali eseguite nel corso della campagna 2007-08, 2010-11 e 2015-2016 a supporto della progettazione preliminare avanzata e definitiva, GEO001 e GEO084, GEO109;
  - Indagini specialistiche sulla problematica dell'amianto con lo studio geologico-ambientale inerente gli aspetti connessi alla presenza di amianto naturale nella zona ad ovest del Polcevera tra Vesima e Bolzaneto (Gronda di Ponente), GEO170 ÷ GEO183.

- 2) Documentazione di Progetto Esecutivo:

### GESTIONE TERRE E ROCCE DA SCAVO

- AMB0010, Protocollo per il campionamento e per le analisi chimiche di laboratorio;
- AMB0012, Certificati di analisi di laboratorio

### GEOLOGIA opera a Mare

- GEO0001, Relazione geologica Opera a mare
- GEO0002, Planimetria di ubicazione delle indagini in canale di calma

## 2 IL PIANO DI UTILIZZO DELLE TERRE DA SCAVO

Come ricordato in premessa il Piano di Utilizzo delle Terre da scavo, APG0010 con annessi allegati, è stato approvato con parere n°1239/2013 della CTVIA del MATTM.

Le indicazioni operative sulla gestione e analisi delle terre e rocce richiamate sono conformi al testo del Decreto ministeriale n° 161/2012, oggi abrogato dal D.P.R. 120/2017, ma vigente al momento dell'approvazione del Progetto Definitivo in procedura di Valutazione di Impatto Ambientale e valido per l'attuazione della gestione dei materiali nell'ambito dell'opera, secondo i concetti introdotti dal D.Lgs. 152/2006 e s.m.i.

Il Piano di Utilizzo, rif. el. APG0010, indica che i materiali da scavo derivanti dalla realizzazione dell'intervento saranno utilizzati all'interno dello stesso, specificando le modalità ed i dettagli del suddetto utilizzo; 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 disciplina le modalità di campionamento, valutazione, riconoscimento dei valori in concentrazione dei diversi tenori in amianto e nei metalli pesanti per i materiali di scavo, inquadrati come sottoprodotto, il cui riutilizzo è definito e certo nell'ambito della realizzazione della Gronda di Genova. In tal senso, per la destinazione dello smarino, l'opera prevede che il contenuto di ogni silos e/o cumulo, nelle aree dedicate al di deposito temporaneo e caratterizzazione, sia destinato sulla base della presenza di amianto, metalli e idrocarburi in concentrazione superiore o inferiore alla concentrazione soglia di concentrazione (CSC) stabilita dal D.Lgs. 152/2006 e s.m.i. o alle CSR definite dall'Analisi di Rischio (APG0007) elaborata per l'impiego degli scavi nell'ampliamento a mare del rilevato aeroportuale.

In tal senso, la normativa prevede che l'utilizzo di terre e rocce provenienti da siti caratterizzati da uno o più superiori delle Concentrazioni Soglia di Contaminazione (CSC), indicate nella Tabella 1 (colonne A o B a seconda della destinazione d'uso) dell'Allegato 5 al Titolo V della parte quarta del D.Lgs. 152/06 e ss.mm., sia consentito (ai sensi del art. 184bis dello stesso Decreto) qualora non superino le soglie di qualità previste dal progetto di utilizzo dei materiali nel sito di destinazione. Tali soglie sono state stabilite a seguito di una Analisi di Rischio condotta sul sito di destinazione che dimostri che l'utilizzo del materiale non alteri negativamente le condizioni esistenti nel sito, né quelle previste a fine lavori, tenuto conto del suo effettivo utilizzo futuro.

Nell'ambito degli interventi relativi al "Nodo Stradale e Autostradale di Genova, adeguamento del sistema A7 - A10 - A12", i materiali provenienti dall'escavazione delle gallerie autostradali sono destinati ad essere principalmente riutilizzati per realizzare un riempimento a mare che consiste nell'allargamento dell'area aeroportuale.

I materiali escavati da Ovest Polcevera sono caratterizzati da valori di concentrazione di alcuni metalli pesanti superiori alle CSC previste dalla normativa sopra menzionata, legati unicamente al contenuto di fondo naturale delle rocce attraversate.

L'analisi di rischio elaborata (rif. APG0007), sulla base degli interventi previsti dal progetto e le modalità operative di esecuzione degli stessi, ha stimato il rischio connesso definendo le Concentrazioni Soglia di Rischio (CSR), ossia i valori massimi di concentrazione nei materiali oltre ai quali potrebbe esistere un rischio sanitario ed ambientale per i futuri fruitori delle aree suddette, tenuto conto dell'effettivo utilizzo delle stesse, sia nella fase di cantierizzazione che ad intervento concluso.

Infine, in considerazione della presenza di amianto naturale nelle rocce presenti in Ovest Polcevera, anche avvalendosi di un supporto tecnico-scientifico istituzionale, sono state applicate e affinate, per le diverse fasi progettuali, metodiche preparative ed analitiche, prodotte nel contesto della sopracitata normativa di riferimento nazionale e regionale.

La casistica analitica ed il grado di dettaglio tecnico-scientifico con cui sono state condotte le analisi costituiscono un insieme di dati che possono certamente rappresentare un caso unico a livello nazionale, soprattutto per la valutazione del parametro amianto.

La descrizione di questi dati è contenuta in parte negli elaborati progettuali dedicati sopra menzionati, nel dettaglio nel documento di progetto esecutivo AMB0100, "Quadro geologico-ambientale connesso alla

presenza di amianto negli scavi” e nel documento generale APG0006-1, Relazione sulla caratterizzazione ambientale.

## 2.1 SUDDIVISIONE DEGLI AMBITI DI SCAVO E RIUTILIZZO

Il Piano di Utilizzo delle Terre (rif APG0010) ha previsto uno schema di suddivisione in ambiti di scavo e riutilizzo definiti ai sensi del D.M. 161/2012, normativa vigente al momento della procedura approvativa di valutazione di impatto ambientale del Progetto Definitivo (DEC VIA n° 28/2014).

Questi ambiti sono 8, compreso l'opera a mare che risulta essere il principale sito di destinazione finale dei materiali di scavo proveniente dalla realizzazione dell'intera opera:

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

L'opera della gronda autostradale prevede un tracciato con uno sviluppo di circa il 95% in galleria. Pertanto i principali siti di produzione e movimentazione dei sottoprodotti derivano da scavi in sottoterraneo. Di seguito si elencano le gallerie, suddivise per ambiti, presenti lungo l'asse principale:

- a) Ovest Polcevera
  - Galleria Borgonuovo (Est e Ovest), ambito Voltri-Vesima
  - Galleria Voltri (Est e Ovest), ambito Voltri-Vesima
  - Galleria Amandola (Est e Ovest), ambito Amandola
  - Galleria Monterosso (Est e Ovest), ambito Monterosso;
- b) Est Polcevera
  - Galleria Forte Diamante, da imbocco Nord sino a camerone esclusi, ambito Bolzaneto, poi sino ad imbocco Sud con camerone inclusi, ambito Torbella-Genova Est
  - Galleria Bric du Ventu , da imbocco Nord sino a camerone esclusi, ambito Bolzaneto, poi sino ad imbocco Sud con camerone inclusi, ambito Torbella-Genova Est
  - Galleria Polcevera, ambito Bolzaneto
  - Galleria San Rocco, ambito Bolzaneto
  - Galleria Baccan, da imbocco Nord sino a camerone esclusi, ambito Bolzaneto
  - Galleria Torbella Ovest, ambito Torbella-Genova Est
  - Galleria Torbella Est, ambito Torbella-Genova Est
  - Galleria Granarolo, ambito Torbella-Genova Est
  - Galleria Montesperone, ambito Torbella-Genova Est
  - Ambito Torbella-Genova Est
  - Alesaggio Galleria Monte Sperone Esistente, ambito Torbella-Genova Est
  - Galleria Forte Begato, ambito Torbella-Genova Est
  - Galleria Moro 1, Ambito Genova Ovest
  - Galleria Moro 2, Ambito Genova Ovest
  - Galleria Cunicolo di servizio, Ambito Genova Ovest

e quelle dei rami del “Nodo di Voltri”, denominate:

- Galleria di svincolo Bric del Carmo, ambito Voltri-Vesima
- Galleria di svincolo Ciocia ramo direzione Alessandria, ambito Voltri-Vesima
- Galleria delle Grazie, ambito Voltri-Vesima.

---

Allo stesso tempo le principali opere all'aperto sono rappresentate dagli scavi e dalle sistemazione delle aree di imbocco, delle viabilità di servizio e delle spalle e pile dei viadotti. L'elenco, suddiviso in WBS principali ed ambiti, è riportato nei paragrafi seguenti.

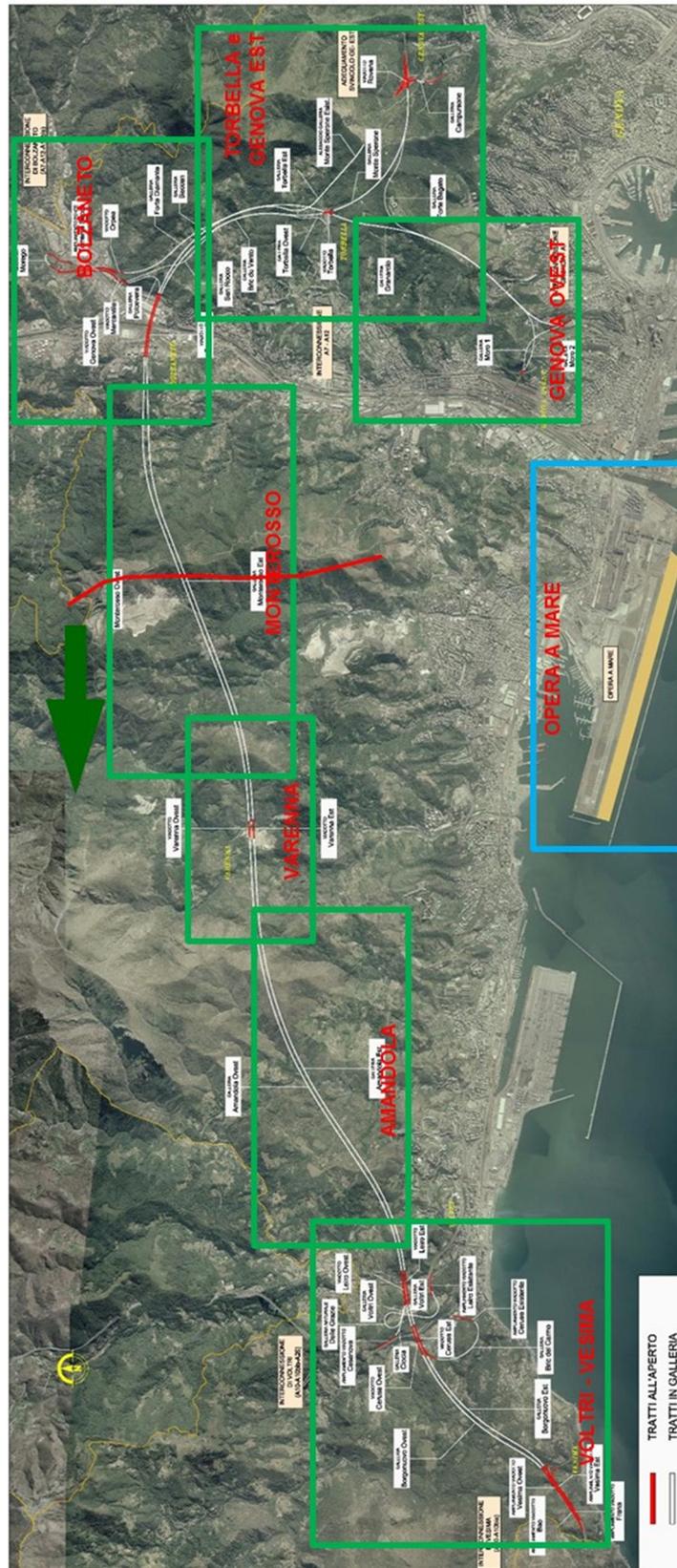


Figura 2-1 Suddivisione per ambiti di scavo e di riutilizzo (rif. APG0010, Piano di Utilizzo) con l'indicazione delle gallerie della Gronda autostradale in Ovest Polcevera interessate dal rischio potenziale connesso alla presenza di amianto

## **2.2 CARATTERISTICHE CHIMICHE DEGLI SCAVI: SIGNIFICATO DI FONDO NATURALE E DI COMPATIBILITA' GEOLOGICA**

L'individuazione dei contenuti anomali di origine naturale in alcuni metalli pesanti e in minerali asbestiferi permette di sottolineare come la caratteristica principale di buona parte del materiale di scavo interessato rientri nella definizione di fondo naturale..

Di seguito si riportano due definizioni che permettono di inquadrare meglio il contesto di interesse:

- Valore di fondo (USEPA, 1995): concentrazione di composti inorganici nei suoli o nei sedimenti situati in prossimità di siti inquinati ma che non sono influenzati dalle attività svolte nel sito o ad esse ricollegabili.
- Valori di fondo naturale (norma ISO 19258/2005, Soil Quality – Guidance on the determination of background values): caratteristiche statistiche del contenuto naturale pedogeochimico di una sostanza nei suoli.

Il fondo naturale rappresenta un dato di partenza per il corretto intervento sulle matrici ambientali in funzione della loro corretta tutela e conservazione.

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 come caratteristica di fondo naturale. Nel settore che interessa la realizzazione dell'opera, la presenza di amianto di origine naturale si manifesta nelle zone da attraversare ad ovest del torrente Polcevera. Nel contesto d'interesse, la Valle Polcevera divide la porzione di progetto con potenziale rischio amianto (Ovest Polcevera) da quella in cui il rischio è nullo (Est Polcevera).

Il fondo naturale rappresenta quindi un dato di partenza per il corretto intervento sulle matrici ambientali in funzione della loro corretta tutela e conservazione (rif. el. APG0006-1). In questa direzione, il Piano di Utilizzo delle Terre da scavo (el. APG0010), elaborato ai sensi del D.M. 161/2012, disciplina le modalità di campionamento, valutazione, riconoscimento dei valori in concentrazione dei diversi tenori in amianto e nei metalli pesanti.

Questa variabilità chimica è riconosciuta a livello tecnico e scientifico, attraverso la produzione di una grande quantità di documenti, in cui sono descritte le caratteristiche mineralogiche estremamente differenti delle unità che costituiscono le 2 macro aree individuate (rif APG0006-1). 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, prima con la DGR 859/2008 e poi con gli aggiornamenti delle successive DGR 89/2013 e 1423/2013, fa propria l'evidenza del contenuto anomalo naturale, definendo, sulla base di ciò, alcune indicazioni operative e tecniche.

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.

Le anomalie che sono state riscontrate in ambito scientifico e nella fase del presente progetto, di seguito descritte, e che probabilmente saranno riscontrate in fase di corso d'opera mostreranno 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.

In tal senso la destinazione dello smarino, l'opera prevede che il contenuto di ogni silos e/o cumulo, nelle aree dedicate al deposito temporaneo e caratterizzazione, sia destinato sulla base della concentrazione di amianto, metalli e idrocarburi valutata in relazione alla concentrazione soglia di contaminazione (CSC). Le CSC considerate dal progetto sono riferite a quanto riportato nelle colonne A e B, tabella 1, allegato 5 al Titolo V della parte IV del D.Lgs 152/2006, integrate per alcuni metalli da CSR elaborate sulla base dell'Analisi di Rischio relativa alla destinazione dei materiali utilizzati nell'ampliamento a mare del rilevato aeroportuale

(Opera a mare). Sulla base degli interventi previsti dal progetto e delle modalità operative di esecuzione degli stessi, l'Analisi di Rischio ha infatti definito delle specifiche Concentrazioni Soglia di Rischio (CSR), che stabiliscono i valori massimi di concentrazione per alcuni metalli pesanti oltre ai quali potrebbe esistere un rischio sanitario ed ambientale per i futuri fruitori delle aree suddette, tenuto conto dell'effettivo utilizzo delle stesse, sia nella fase di cantierizzazione che ad intervento concluso (si veda AMB0010, Protocollo di campionamento e di analisi chimiche).

Sulla definizione di compatibilità geologica nelle "Linee guida per lo studio dei valori di fondo naturale di alcuni metalli e semi metalli nei suoli della Liguria" di ARPA Liguria, in alternativa alla determinazione dei valori di fondo si propone la produzione, da parte del soggetto interessato di idonea documentazione della "compatibilità geologica" dei valori rilevati nel sito (di bonifica o comunque di intervento) rispetto alle condizioni geologiche presenti nel contesto territoriale di appartenenza, fermo restando ovviamente che la compatibilità geologica deve essere validata dall'ente di controllo. Nel caso delle TRS questa posizione trova parziale conforto nel DM 161/12 (art. 5) laddove nel caso di utilizzo in sito diverso da quello di produzione "ciò dovrà accadere in un ambito territoriale con fondo naturale con caratteristiche analoghe e confrontabili per tutti i parametri oggetto di superamento nella caratterizzazione del sito di produzione".

Ciò vale anche in funzione del modello geologico proposto (si vedano gli elaborati GEO) in tal senso, di seguito poi sintetizzati.

In relazione a quanto previsto nel documento AMB0010, in riferimento anche alla prescrizione T8 del parere n°1239/2013 della CTVIA di approvazione del PDU, di seguito si vuole dare un quadro degli esiti analitici con particolare attenzione alla compatibilità geologica ed alla genesi naturale dei superamenti di CSC documentata per ciascun ambito.

Come ricordato in premessa ed in altre parte della presente relazione, si rimanda l'approfondimento geologico agli elaborati del capitolo GEO presenti nel progetto, con la descrizione delle unità litostratigrafiche e tettono-metamorfiche.

Gli elaborati GEO risultano essere la principale raccolta della grande quantità e delle svariate tipologie di dati e informazioni geologico-ambientali e rappresentano la principale fonte per la descrizione dell'assetto geologico di superficie e di sottosuolo: è stata costruita una legenda di riferimento delle unità litostratigrafiche, separate per domini genetici (unità paleogeografiche o unità tettono-metamorfiche). Le unità strutturali nelle quali è stata suddivisa l'area interessata dall'opera e le relative "tratte" del tracciato (distinte alle diverse progressive e riportate nelle fincature per descrivere i vari tematismi) possono comprendere combinazioni diverse delle unità litostratigrafiche e tettono-metamorfiche.

Si evidenzia infine che lo strumento fondamentale per la previsione sulla presenza di materiale potenzialmente amiantifero è la definizione del modello geologico, rappresentato a livello cartografico. Il risultato di questa sintesi grafica, finalizzata all'informazione sulla presenza di materiale amiantifero, è la restituzione dei profili previsionali, allegati alla Progetto Esecutivo (elaborati AMB0102÷0105) rimandando per la loro descrizione alla relazione AMB0100.

### 2.2.1 Scavi in sotterraneo

Gli scavi in sotterraneo all'interno dell'ammasso roccioso hanno concentrazioni chimiche da attribuirsi alla sola composizione naturale della roccia. Questo aspetto permette di qualificare il materiale come sottoprodotto, in considerazione anche di superamenti di CSC ritenuti di fondo naturale, permettendo il riutilizzo nel medesimo sito di scavo o ambito, pur avendo, come nel caso riconosciuto in Ovest Polcevera, tenori in amianto e metalli pesanti superiori alle concentrazioni indicati dalla normativa. Soprattutto, in relazione al contenuto in amianto (par. 2.3 ed el. APG0010), è stato stabilito un diverso codice identificativo che determina la destinazione d'uso finale o verso l'opera a mare o in arco rovescio.

Inoltre la gestione di materiali di scavo verso l'opera a mare, fa invece riferimento a delle CSR riferite ad alcuni metalli pesanti elaborate dall'Analisi di Rischio, presentata in fase di progettazione definitiva (si veda el. APG0007).

Di seguito si elencano le principali lavorazioni in sotterraneo in Ovest Polcevera.

*Tabella 2-1 Elenco delle principali lavorazioni in sotterraneo suddivise per i diversi ambiti di produzione e di riutilizzo in Ovest Polcevera*

<b>WBS</b>	<b>Descrizione WBS</b>	<b>Ambito</b>
BY00X÷XXX	Galleria Borgonuovo - By-pass Pedonale e Carrabili	Voltri-Vesima
GN01E	Galleria Borgonuovo - G01M - 2501,73 ml - carr. Est	Voltri-Vesima
GN01W	Galleria Borgonuovo - G01M - 2092,20 ml - carr. Ovest	Voltri-Vesima
CU01E	Cunicolo di drenaggio Galleria Borgonuovo	Voltri-Vesima
GN02A	Galleria Bric Del Carmo - G9T - 842,00 ml - da pk 309,95 a pk 350,00	Voltri-Vesima
GN02B	Galleria Bric Del Carmo - G8T - 842,00 ml - da pk 350,00 a pk 1151,95	Voltri-Vesima
GN02U	Galleria Bric Del Carmo - G8T - G9T - 842,00 ml	Voltri-Vesima
GN03E	Galleria Voltri carr. Est	Voltri-Vesima
GN03W	Galleria Voltri carr. Ovest	Voltri-Vesima
GN04A	Galleria Ciocia - G10T - ramo direzione AL - 382,56 ml - da pk 165,41 a pk 254,02	Voltri-Vesima
GN04B	Galleria Ciocia - G7T - ramo direzione AL - 382,56 ml - da pk 254,02 a pk 340,00	Voltri-Vesima
GN04C	Galleria Ciocia - CAMERONE 8 - ramo direzione AL - 382,56 ml - da pk 340,00 a pk 411,00	Voltri-Vesima
GN04D	Galleria Ciocia - G3T - ramo direzione AL - 382,56 ml - da pk 411,00 a pk 547,97	Voltri-Vesima
GN04U	Galleria Ciocia - G3T - G7T - G10T - CAMERONE 8 - ramo direzione AL - 382,56 ml	Voltri-Vesima
CU02U	Cunicolo di drenaggio Galleria Ciocia	Voltri-Vesima
GN05U	Galleria Delle Grazie - G11T - 1.327,14 ml - da pk 86+31 a pk 1400,00	Voltri-Vesima
CU03U	Cunicolo di drenaggio Galleria Delle Grazie	Voltri-Vesima
BY00X÷XXX	Galleria Amandola - By-pass Pedonale e Carrabili	Amandola
GN06E	Galleria Amandola - G01M - 5993,18 ml - carr. Est	Amandola
GN06W	Galleria Amandola - G01M - 6005,66 ml - carr. Ovest	Amandola
BY00X÷XXX	Galleria Monterosso - By-pass Pedonale e Carrabili	Monterosso
GN07E	Galleria Monterosso - G01M - 6.139,04 ml - carr. Est	Monterosso
GN07W	Galleria Monterosso - G01M - 6.074,00 ml - carr. Ovest	Monterosso

Gli scavi in sotterraneo in est Polcevera, con modalità tradizionali, se ne riporta di seguito l'elenco completo:

*Tabella 2-2 Elenco delle principali lavorazioni in sotterraneo suddivise per i diversi ambiti di produzione e di riutilizzo in Est Polcevera*

<b>WBS</b>	<b>Descrizione WBS</b>	<b>Ambito</b>
BY00X÷XXX	Galleria Bric du Ventu - By-pass Pedonale e Carrabili	Bolzaneto
CU12U	Cunicolo di drenaggio Bric du Vento - Baccan - Forte Diamante	Bolzaneto
GN08B	Galleria Polcevera - G7T - direzione SV - 512,80 ml - da pk 706,57 a pk 732,97	Bolzaneto
GN08U	Galleria Polcevera - G7T - G10T - direzione SV - 512,80 ml	Bolzaneto
GN09U	Galleria San Rocco - G8T - 1264 ml - da pk 589,70 a pk 1854,58	Bolzaneto
GN10U	Galleria Baccan - G2T - 1.085 ml - da pk 1345,04 a pk 259,12	Bolzaneto
GN11D	Galleria Forte Diamante - CAMERONE 1 - da pk 4860,58 a pk 5071,04	Bolzaneto
GN11E	Galleria Forte Diamante - G2T - 2.765,59 ml - da pk 5071,04 a pk 5906,92	Bolzaneto
GN11F	Galleria Forte Diamante - G5T - 2.765,59 ml - da pk 5906,92 a pk 6406,59	Bolzaneto
GN11U	Galleria Forte Diamante - G2T - 2.765,59 ml	Bolzaneto
BY00X÷XXX	Galleria Forte Diamante - By-pass Pedonale e Carrabili	Bolzaneto
GN12A	Galleria Bric Du Vento - G2T - 2.456,59 ml - da pk 18,41 a pk 1005,00	Bolzaneto
GN12B	Galleria Bric Du Vento - CAMERONE 3 - 2.456,59 ml - da pk 1005,00 a pk 1116,00	Bolzaneto
GN12C	Galleria Bric Du Vento - G5T - 2.456,59 ml - da pk 1116,00 a pk 2056,00	Bolzaneto
GN12U	Galleria Bric Du Vento - G2T - CAMERONE 3 - G5T - CAMERONE 4 - 2.456,59 ml	Bolzaneto
GN22U	Galleria Naturale Morego - G12T - 93,00 ml	Bolzaneto
BY00X÷XXX	Galleria Bric du Ventu - By-pass Pedonale e Carrabili	Torbella-Genova Est
BY00X÷XXX	Galleria Granarolo - By-pass Pedonale e Carrabili	Torbella-Genova Est

WBS	Descrizione WBS	Ambito
BY00X÷XXX	Galleria Forte Diamante - By-pass Pedonale e Carrabili	Torbella-Genova Est
BY00X÷XXX	Galleria Torbella Est - By-pass Carrabile - Pedonale	Torbella-Genova Est
GN11A	Galleria Forte Diamante - G2T - 2.765,59 ml - da pk 3641,00 a pk 4256,27	Torbella-Genova Est
GN11B	Galleria Forte Diamante - CAMERONE 2 - da pk 4256,27 a pk 4398,56	Torbella-Genova Est
GN11C	Galleria Forte Diamante - G6T - 2.765,59 ml - da pk 4398,56 a pk 4860,58	Torbella-Genova Est
GN11D	Galleria Forte Diamante - Camerone 2	Torbella-Genova Est
GN11E	Galleria Forte Diamante - G2T - 2.765,59 ml - da pk 5071,04 a pk 5906,92	Torbella-Genova Est
GN11F	Galleria Forte Diamante - Camerone 1	Torbella-Genova Est
GN11U	Galleria Forte Diamante - G2T - 2.765,59 ml	Torbella-Genova Est
GN11U	Galleria Forte Diamante - G2T - 2.765,59 ml	Torbella-Genova Est
GN12A	Galleria Bric Du Vento - G2T - 2.456,59 ml - da pk 18,41 a pk 1005,00	Torbella-Genova Est
GN12D	Galleria Bric Du Vento - CAMERONE 4 - 2.456,59 ml - da pk 2056,00 a pk 2148,00	Torbella-Genova Est
GN12F	Galleria Bric Du Vento - G2T - 2.456,59 ml - da pk 2148,00 a pk 2475,00	Torbella-Genova Est
GN12U	Galleria Bric Du Vento - G2T - CAMERONE 3 - G5T - CAMERONE 4 - 2.456,59 ml	Torbella-Genova Est
GN13U	Galleria Torbella Ovest - G12T - 359,00 ml - da pk 490,00 a pk 130,34	Torbella-Genova Est
GN14U	Galleria Torbella Est - G3T - 1287,00 ml - da pk 250,00 a pk 362,00	Torbella-Genova Est
GN15U	Alesaggio Galleria Monte Sperone Esistente - 249 ml	Torbella-Genova Est
GN16A	Galleria Montesperone direz. Est - G2T - 1.964,65 ml - da pk 2645,15 a pk 3963,00	Torbella-Genova Est
GN16C	Galleria Montesperone direz. Est - G5T - 1.964,65 ml - da pk 4173,00 a pk 4610,00	Torbella-Genova Est
GN16U	Galleria Montesperone direz. Est - G2T - G5T - CAMERONE - 1.964,65 ml	Torbella-Genova Est
GN16U	Galleria Montesperone direz. Est - G2T - G5T - CAMERONE - 1.964,65 ml	Torbella-Genova Est
GN17B	Galleria Granarolo - G2T - 3.298,00 ml	Torbella-Genova Est
GN17B	Galleria Granarolo - CAMERONE 7 - 3.298,00 ml - da pk 608,00 a pk 703,00	Torbella-Genova Est
GN17C	Galleria Granarolo - G5T - 3.298,00 ml - da pk 703,00 a pk 1674,00	Torbella-Genova Est
GN17D	Galleria Granarolo - PIAZZOLA - 3.298,00 ml - da pk 1674,00 a pk 1729,00	Torbella-Genova Est
GN17E	Galleria Granarolo - G2T - 3.298,00 ml	Torbella-Genova Est
GN17E	Galleria Granarolo - G5T - 3.298,00 ml - da pk 1729,00 a pk 2183,00	Torbella-Genova Est
GN17F	Galleria Granarolo - CAMERONE 6 - 3.298,00 ml - da pk 2183,00 a pk 2460,00	Torbella-Genova Est
GN17U	Galleria Granarolo - G2T - G5T - CAMERONE 7 - CAMERONE 6 - PIAZZOLA - 3.298,00 ml	Torbella-Genova Est
GN17U	Galleria Granarolo - G2T - G5T - CAMERONE 7 - CAMERONE 6 - PIAZZOLA - 3.298,00 ml	Torbella-Genova Est
GN18U	Galleria Forte Begato - G7T - 1385 ml	Torbella-Genova Est
GN21U	Galleria Campursone 106,39 ml	Torbella-Genova Est
BY065÷074 - 078÷081	Cunicolo di sicurezza Genova Ovest - Genova Est - By-pass Pedonale - 65	Genova Ovest
BY075	Galleria Moro 1 - By-pass Pedonale	Genova Ovest
BY076	Galleria Moro 2 - By-pass Pedonale	Genova Ovest
GN19U	Galleria Moro 1 - G7T - 826 ml - da pk 166,00 a pk 991,92	Genova Ovest
GN20U	Galleria Moro 2 - G7T - 769 ml - da pk 115,27 a pk 884,56	Genova Ovest
GN23U	Cunicolo di sicurezza GE Ovest - GE Est	Genova Ovest

## 2.2.2 Scavi all'aperto

La caratterizzazione ambientale degli scavi all'aperto, oltre alla verifica delle CSC di riferimento, ha anche lo scopo di determinare contributi di background naturale, ma allo stesso tempo di individuare eventuali "apporti" di origine antropica, definendone per quanto possibile il grado e l'entità.

L'impostazione definita per le terre e rocce da scavo all'aperto fa riferimento all'art. 5 del DM 161/12 che nel caso di utilizzo in sito diverso da quello di produzione "*dovrà accadere in un ambito territoriale con fondo naturale con caratteristiche analoghe e confrontabili per tutti i parametri oggetto di superamento nella caratterizzazione del sito di produzione*".

Questo concetto è ribadito anche nelle Linee guida ISPRA del giugno 2017 ed è preso in considerazione nelle Linee Guida di ARPAL del 2013, sulla determinazione dei valori di fondo. A questa impostazione fa eccezione quanto non attribuibile a fondo naturale che dovrà essere gestito ai sensi della normativa vigente.

Di seguito sono indicate le principali opere e WBS con operazioni di scavo e riutilizzo all'aperto. Non sono presenti le parti d'opera riferite a muri, interferenze idrauliche barriere, demolizioni, impianti, ecc. che tuttavia rientrano nell'ambito delle lavorazioni che sono contemplate nelle voci di desueto riportate. L'elenco è per dare un quadro esaustivo e completo come indicato nella premessa e nei paragrafi precedenti..

*Tabella 2-3 Elenco delle principali WBS associate ai diversi ambiti di produzione e di riutilizzo in Ovest Polcevera con lavorazioni all'aperto*

<b>WBS</b>	<b>Descrizione WBS</b>	<b>Ambito</b>
CO01W	Cantiere Operativo di Imbocco Galleria Borgonuovo lato SV - (Ovest)	Varenna
CO06E	Cantiere Operativo Imbocco Galleria Amandola lato LI - (Est)	Varenna
CO07W	Cantiere Operativo Imbocco Galleria Monterosso lato SV - (Ovest)	Varenna
CS09E	Corpo stradale - Gall. Amandola a V.to Varenna - Carr. Est	Varenna
CS09W	Corpo stradale - Gall. Amandola a V.to Varenna - Carr. Ovest	Varenna
CS10E	Corpo stradale - V.tto Varenna a Gall. Monterosso - carr. Est	Varenna
CS10W	Corpo stradale - V.tto Varenna a Gall. Monterosso - carr. Ovest	Varenna
GF07W	Sistemazione finale Imbocco Galleria Monterosso lato Ovest	Varenna
GI06C	Artificiale Imbocco Galleria Amandola lato LI (Est) - 13,78 ml - carr Ovest	Varenna
GI06D	Artificiale Imbocco Galleria Amandola lato LI (Est) - 13,23 ml - carr Est	Varenna
GI07A	Artificiale Imbocco Galleria Monterosso lato SV (Ovest) - 45,58 ml - carr Ovest	Varenna
GI07B	Artificiale Imbocco Galleria Monterosso lato SV (Ovest) - 37,29 ml - carr Est	Varenna
IB06E	Imbocco Galleria Amandola lato Est	Varenna
IB07W	Imbocco Galleria Monterosso lato Ovest	Varenna
VI03E	Viadotto Varenna carr. Est - 69,99 ml -	Varenna
VI03W	Viadotto Varenna carr. Ovest - 70,00 ml -	Varenna
VS014	Viabilità di servizio - Varenna, accesso alla Galleria Monterosso lato SV	Varenna
VS16A	Viabilità di servizio Varenna - Accesso al piazzale di servizio imbocco Galleria Amandola-16A	Varenna
VS16A	Viabilità di servizio Varenna - Accesso al piazzale di servizio imbocco Galleria Amandola-16A	Varenna
VS16B	Viabilità di servizio Varenna - Accesso al piazzale di servizio imbocco Galleria Amandola-16B	Varenna
VS17A	Viabilità di servizio Varenna - Accesso al piazzale di servizio imbocco Galleria Amandola-17A	Varenna
VS17B	Viabilità di servizio Varenna - Accesso al piazzale di servizio imbocco Galleria Amandola-17B	Varenna
CO01E	Cantiere Operativo di Imbocco Galleria Borgonuovo lato LI - (Est)	Voltri-Vesima
CO01U	Campo Operativo Viadotti Beo e Frana	Voltri-Vesima
CO02S	Cantiere Operativo di Imbocco Galleria Bric del Carmo Imbocco Sud	Voltri-Vesima
CO02U	Campo Operativo Viadotti Vesima	Voltri-Vesima
CO03C	Campo Operativo Pile Viadotto Cerusa	Voltri-Vesima
CO03E	Cantiere Operativo Imbocco Galleria Voltri lato LI - (Est)	Voltri-Vesima
CO03L	Campo Operativo Pile Viadotto Leiro	Voltri-Vesima
CO03W	Cantiere Operativo Imbocco Galleria Voltri lato SV - (Ovest)	Voltri-Vesima
CO04N	Cantiere Operativo Imbocco Galleria Ciocia lato AL (Nord) - Imbocco Nord	Voltri-Vesima
CO05S	Cantiere Operativo Imbocco Galleria Delle Grazie - lato SUD - A10	Voltri-Vesima
CO06W	Cantiere Operativo Imbocco Galleria Amandola lato SV - (Ovest)	Voltri-Vesima
CS01E	Corpo stradale - Inizio Lotto a V.tto Beo / Frana - carr. Est	Voltri-Vesima
CS01W	Corpo stradale - Inizio Lotto a V.tto Beo / Frana - carr. Ovest	Voltri-Vesima
CS02E	Corpo stradale - V.tto Beo / Frana a V.tto Vesima carr. Est	Voltri-Vesima
CS02W	Corpo stradale - V.tto Beo / Frana a V.tto Vesima carr. Ovest	Voltri-Vesima
CS03E	Corpo stradale - V.tto Vesima a Gall. Borgonuovo carr. Est	Voltri-Vesima
CS03W	Corpo stradale - V.tto Vesima a Gall. Borgonuovo carr. Ovest	Voltri-Vesima

<b>WBS</b>	<b>Descrizione WBS</b>	<b>Ambito</b>
CS04U	Corpo stradale - Ampliamento V.tto Cerusa Esistente a Gall. Bric Del Carmo	Voltri-Vesima
CS05E	Corpo stradale - Gall. Borgonuovo e interconnessione di Voltri a V.tto Cerusa - carr. Est	Voltri-Vesima
CS05W	Corpo stradale - Gall. Borgonuovo a V.tto Cerusa - carr. Ovest	Voltri-Vesima
CS06E	Corpo stradale - V.tto Cerusa a Gall. Voltri - carr. Est	Voltri-Vesima
CS06W	Corpo stradale - V.tto Cerusa a Gall. Voltri - carr. Ovest	Voltri-Vesima
CS07E	Corpo stradale - Gall. Voltri a V.tto Leiro - carr. Est	Voltri-Vesima
CS07W	Corpo stradale - Gall. Voltri e Gall. Ciocia a V.tto Leiro - carr. Ovest	Voltri-Vesima
CS08E	Corpo stradale - V.tto Leiro a Gall. Amandola - carr. Est	Voltri-Vesima
CS08W	Corpo stradale - V.tto Leiro a Gall. Amandola - carr. Ovest	Voltri-Vesima
CS12U	Corpo stradale - Gall. Ciocia a V.tto Casanova	Voltri-Vesima
CS13U	Corpo stradale - V.tto Casanova a Gall. Pero Grosso	Voltri-Vesima
CS14U	Corpo stradale - Gall. Delle Grazie a V.tto Leiro Esistente	Voltri-Vesima
GF01E	Sistemazione finale Imbocco Galleria Borgonuovo lato Est	Voltri-Vesima
GF01W	Sistemazione finale Imbocco Galleria Borgonuovo lato Ovest	Voltri-Vesima
GF02S	Sistemazione finale Imbocco Galleria Bric Del Carmo Sud	Voltri-Vesima
GF03E	Sistemazione finale Imbocco Galleria Voltri lato Est	Voltri-Vesima
GF03W	Sistemazione finale Imbocco Galleria Voltri lato Ovest	Voltri-Vesima
GF04N	Sistemazione finale Imbocco Galleria Ciocia lato Alessandria	Voltri-Vesima
GF05E	Sistemazione finale Imbocco Galleria delle Grazie lato Voltri	Voltri-Vesima
GF06W	Sistemazione finale Imbocco Amandola lato Ovest	Voltri-Vesima
GI01A	Artificiale Galleria Borgonuovo lato Ovest carr. Ovest	Voltri-Vesima
GI01B	Artificiale Galleria Borgonuovo lato Ovest carr. Est	Voltri-Vesima
GI01C	Artificiale Galleria Borgonuovo lato Est carr. Ovest	Voltri-Vesima
GI01D	Artificiale Galleria Borgonuovo lato Est carr. Est	Voltri-Vesima
GI02A	Artificiale Imbocco Galleria Bric Del Carmo Sud	Voltri-Vesima
GI02B	Artificiale Imbocco Galleria Bric Del Carmo Nord	Voltri-Vesima
GI03A	Artificiale Galleria Voltri lato Ovest carr Ovest	Voltri-Vesima
GI03B	Artificiale Galleria Voltri lato Ovest carr Est	Voltri-Vesima
GI03C	Artificiale Galleria Voltri lato Est carr Ovest	Voltri-Vesima
GI03D	Artificiale Galleria Voltri lato Est carr Est	Voltri-Vesima
GI04A	Artificiale Imbocco Galleria Ciocia - lato LI - (Est) - 24,77 ml	Voltri-Vesima
GI04B	Artificiale Imbocco Galleria Ciocia - lato AL - (Nord)	Voltri-Vesima
GI05A	Artificiale Imbocco Galleria Delle Grazie lato - A10 - dir. GE / LI	Voltri-Vesima
GI06A	Artificiale Imbocco Galleria Amandola lato SV (Ovest) - 22,59 ml - carr Ovest	Voltri-Vesima
GI06B	Artificiale Imbocco Galleria Amandola lato SV (Ovest) - 22,64 ml - carr Est	Voltri-Vesima
IB01E	Imbocco Galleria Borgonuovo lato Est	Voltri-Vesima
IB01W	Imbocco Galleria Borgonuovo lato Ovest	Voltri-Vesima
IB01W	Imbocco Galleria Borgonuovo lato Ovest	Voltri-Vesima
IB02S	Imbocco Galleria Bric Del Carmo Sud	Voltri-Vesima
IB03E	Imbocco Galleria Voltri lato Est	Voltri-Vesima
IB03E	Imbocco Galleria Voltri lato Est	Voltri-Vesima
IB03W	Imbocco Galleria Voltri lato Ovest	Voltri-Vesima
IB03W	Imbocco Galleria Voltri lato Ovest	Voltri-Vesima
IB04N	Imbocco Galleria Ciocia lato Alessandria	Voltri-Vesima
IB05E	Imbocco Galleria Delle Grazie lato Voltri	Voltri-Vesima
IB06W	Imbocco Galleria Amandola lato Ovest	Voltri-Vesima
IN003	Deviazione Viabilità	Voltri-Vesima
VA13U	Ampliamento Viadotto Frana	Voltri-Vesima

<b>WBS</b>	<b>Descrizione WBS</b>	<b>Ambito</b>
VA14U	Ampliamento Viadotto Beo	Voltri-Vesima
VA15E	Ampliamento Viadotto Vesima Est	Voltri-Vesima
VA16W	Ampliamento Viadotto Vesima Ovest	Voltri-Vesima
VA17E	Ampliamento Viadotto Uccelliera	Voltri-Vesima
VA18E	Ampliamento Viadotto Cerusa Esistente	Voltri-Vesima
VA19N	Ampliamento Viadotto Casanova	Voltri-Vesima
VA20E	Ampliamento Viadotto Leiro Esistente	Voltri-Vesima
VI01E	Viadotto Cerusa carr. Est - 366,76 ml -	Voltri-Vesima
VI01W	Viadotto Cerusa carr. Ovest	Voltri-Vesima
VI02E	Viadotto Leiro carr. Est - 357,20 ml -	Voltri-Vesima
VI02W	Viadotto Leiro carr. Ovest - 352,75 ml -	Voltri-Vesima
VS002	Viabilità di Servizio Vesima - Accesso ai Viadotti Vesima	Voltri-Vesima
VS005	Viabilità di Servizio Voltri - Accesso carreggiata dir. Sud A26	Voltri-Vesima
VS015	Viabilità di servizio Voltri - Pista di cantiere su torrente Leiro	Voltri-Vesima
VS01A	Viabilità di Servizio Vesima - Accesso ai Viadotti Beo/Frana- tratto A	Voltri-Vesima
VS01B	Viabilità di Servizio Vesima - Accesso ai Viadotti Beo/Frana- tratto B	Voltri-Vesima
VS01C	Viabilità di Servizio Vesima - Accesso ai Viadotti Beo/Frana- tratto C	Voltri-Vesima
VS03A	Viabilità di Servizio Voltri - Accesso all'imbocco Est Galleria Borgonuovo- tratto A	Voltri-Vesima
VS03B	Viabilità di Servizio Voltri - Accesso all'imbocco Est Galleria Borgonuovo- tratto B	Voltri-Vesima
VS03C	Viabilità di Servizio Voltri - Accesso all'imbocco Est Galleria Borgonuovo- tratto C	Voltri-Vesima
VS03C	Viabilità di Servizio Voltri - Accesso all'imbocco Est Galleria Borgonuovo- tratto C	Voltri-Vesima
VS04A	Viabilità di Servizio Voltri - Accesso all'imbocco Gallerie Voltri- tratto A	Voltri-Vesima
VS04B	Viabilità di Servizio Voltri - Accesso all'imbocco Gallerie Voltri- tratto B	Voltri-Vesima
VS04C	Viabilità di Servizio Voltri - Accesso all'imbocco Gallerie Voltri- tratto C	Voltri-Vesima
VS04D	Viabilità di Servizio Voltri - Accesso all'imbocco Gallerie Voltri- tratto D	Voltri-Vesima
VS06A	Viabilità di Servizio Voltri - Accesso all'imbocco Savona della galleria Amandola -6A-	Voltri-Vesima
VS06B	Viabilità di Servizio Voltri - Accesso all'imbocco Savona della galleria Amandola -6B-	Voltri-Vesima
VS11A	Viabilità di servizio - Pista di cantiere accesso piazzale Galleria delle Grazie-11A	Voltri-Vesima
VS11B	Viabilità di servizio - Pista di cantiere accesso piazzale Galleria delle Grazie-11B	Voltri-Vesima

*Tabella 2-4 Elenco delle principali WBS associate ai diversi ambiti di produzione e di riutilizzo in Est Polcevera con lavorazioni all'aperto*

<b>WBS</b>	<b>Descrizione WBS</b>	<b>Ambito</b>
CI010	Campo Industriale per Viadotti e Gallerie a Bolzaneto	Bolzaneto
CI013	Campo Industriale per Imbocco TBM	Bolzaneto
CI014	Campo Operativo Industriale per Impianti TBM e pila 1 Viadotto Genova	Bolzaneto
CI016	Cantiere Industriale - pista Polcevera	Bolzaneto
CO07E	Cantiere Operativo Imbocco Galleria Monterosso lato LI - (Est)	Bolzaneto
CO08U	Campo Operativo Pila 3 - Viadotto Genova - Opere provvisionali	Bolzaneto
CO09U	Campo Operativo Pila 2 - Viadotto Genova - Opere provvisionali	Bolzaneto
CO11N	Cantiere Operativo Imbocco Gallerie F.te Diamante + Polcevera - Imbocco Nord	Bolzaneto
CO11V	Campo Operativo Industriale Viadotto Mercantile	Bolzaneto
CO12V	Cantiere Operativo Industriale Ampliamento Viadotto Secca	Bolzaneto
CO12W	Cantiere Operativo Imbocco Galleria Forte Diamante + S. Rocco + Polcevera - Imbocco Ovest	Bolzaneto
CO22E	Cantiere Operativo di Imbocco Galleria Morego - Imbocco Est	Bolzaneto
CO22W	Cantiere Operativo di Imbocco Galleria Morego - Imbocco Ovest	Bolzaneto
CS11E	Corpo stradale - Gall. Monterosso a V.tto Genova - carr. Est	Bolzaneto
CS11W	Corpo stradale - Gall. Monterosso a V.tto Genova - carr. Ovest	Bolzaneto

<b>WBS</b>	<b>Descrizione WBS</b>	<b>Ambito</b>
CS15U	Corpo stradale - Esistente a V.tto Secca Sud	Bolzaneto
CS16U	Corpo stradale - V.tto Secca Sud a V.tto Mercantile	Bolzaneto
CS17E	Corpo stradale - V.tto Mercantile a Imbocco Gall. San Rocco / Polcevera - carr. Est	Bolzaneto
CS17W	Corpo stradale - V.tto Mercantile a Imbocco Gall. San Rocco / Polcevera - carr. Ovest	Bolzaneto
CS18E	Corpo stradale - Viadotto Genova a Imbocco Gallerie Bric Du Vento/Baccan - carr. Est	Bolzaneto
CS18W	Corpo stradale - Viadotto Genova a Imbocco Gallerie Bric Du Vento/Baccan - carr. Ovest	Bolzaneto
CS19E	Corpo stradale - Galleria Morego a Esistente	Bolzaneto
CS19W	Corpo stradale - Esistente a Galleria Morego	Bolzaneto
CS21U	Corpo stradale - Viadotto Orpea a Viadotto Secca Nord	Bolzaneto
CS22U	Corpo stradale - Galleria Forte Diamante a Viadotto Orpea	Bolzaneto
CS36U	Corpo stradale - Rampa 5 in uscita a Bolzaneto	Bolzaneto
CU12U	Cunicolo di drenaggio Bric du Vento - Baccan - Forte Diamante	Bolzaneto
CV001	Cavalcavia via Po	Bolzaneto
CV002	Cavalcavia Via Inferiore Porcile	Bolzaneto
GF07E	Sistemazione finale Imbocco Galleria Monterosso lato Est	Bolzaneto
GF11N	Sistemazione finale Imbocco Gallerie Forte Diamante/San Rocco/Polcevera	Bolzaneto
GF12W	Artificiale Galleria Bric Du Vento lato Savona	Bolzaneto
GF22E	Sistemazione finale Imbocco Galleria Morego est	Bolzaneto
GF22W	Sistemazione finale Imbocco Galleria Morego ovest	Bolzaneto
GI07C	Artificiale Imbocco Galleria Monterosso lato LI (Est) - 69,11 ml - carr Ovest	Bolzaneto
GI07D	Artificiale Imbocco Galleria Monterosso lato LI (Est) - 33,15 ml - carr Est	Bolzaneto
GI08A	Artificiale Imbocco Galleria Polcevera lato Milano - lato Nord	Bolzaneto
GI09A	Artificiale Imbocco Galleria San Rocco	Bolzaneto
GI10A	Artificiale Imbocco Galleria Baccan imbocco lato SV (Ovest) - 53,56 ml	Bolzaneto
GI11B	Artificiale Imbocco Galleria Forte Diamante lato MI (Nord) - 12,32 ml	Bolzaneto
GI12A	Artificiale Galleria Bric Du Vento lato Ovest	Bolzaneto
GI22A	Artificiale Galleria Morego lato Ovest	Bolzaneto
GI22B	Artificiale Galleria Morego lato Est	Bolzaneto
IB07E	Imbocco Galleria Monterosso lato Est	Bolzaneto
IB11N	Imbocco Galleria Forte Diamante/San Rocco/Polcevera	Bolzaneto
IB12W	Imbocco Galleria Bric Du Vento lato Savona	Bolzaneto
IN005	Deviazione Viabilità	Bolzaneto
IN006	Deviazione Viabilità	Bolzaneto
IN007	Deviazione Viabilità interferita Europam Pavimentazioni	Bolzaneto
VA21S	Ampliamento Viadotto Secca Sud	Bolzaneto
VA22N	Ampliamento Viadotto Secca Nord - 369,89 ml -	Bolzaneto
VA23U	Ampliamento Viadotto a Setti Bolzaneto	Bolzaneto
VI04E	Viadotto Genova - carr. Est - 740,13 ml -	Bolzaneto
VI04U	Viadotto Genova	Bolzaneto
VI04W	Viadotto Genova - carr. Ovest - 743,62 ml -	Bolzaneto
VI05U	Viadotto Mercantile	Bolzaneto
VI06U	Viadotto Orpea - 59,09 ml -	Bolzaneto
VS007	Viabilità di Servizio Bolzaneto - Accesso alle Gallerie Polcevera - San Rocco - Diamante	Bolzaneto
VS008	Viabilità di Servizio Bolzaneto - Accesso alle Gallerie Bric Du Ventu - Baccan - Polcevera	Bolzaneto
VS022	Viabilità di accesso Cantiere CO09U	Bolzaneto
CI006	Campo Industriale Campursone	Torbella-Genova Est
CI007	Campo Industriale Torbella	Torbella-Genova Est
CO11S	Cantiere Operativo Imbocco Gallerie Ambito Torbella - F.te Diamante - Bric du Vento - Torbella ovest	Torbella-Genova Est

<b>WBS</b>	<b>Descrizione WBS</b>	<b>Ambito</b>
CO16E	Cantiere Operativo Imbocco Galleria Montesperone lato LI	Torbella-Genova Est
CO17S	Cantiere Operativo Imbocco Gallerie Ambito Torbella – F. Diamante – Bric du vento – Torbella ovest	Torbella-Genova Est
CO21N	Cantiere Operativo di Imbocco Galleria Campursone lato Nord	Torbella-Genova Est
CO21S	Cantiere Operativo di Imbocco Galleria Campursone lato Sud	Torbella-Genova Est
CS23U	Corpo stradale - Galleria Bric Du Vento a Viadotto Torbella dir Est	Torbella-Genova Est
CS25U	Corpo stradale - Viadotto Torbella a Galleria Monte Sperone	Torbella-Genova Est
CS26U	Corpo stradale - Galleria Granarolo a Galleria Forte Diamante	Torbella-Genova Est
CS27U	Corpo stradale - Galleria Monte Sperone a Viadotto Rovena	Torbella-Genova Est
CS28U	Corpo stradale - Viadotto Rovena a Esistente	Torbella-Genova Est
CS31U	Corpo stradale - Galleria Torbella Ovest a innesto su riqualifica A12	Torbella-Genova Est
CS32N	Corpo stradale - CS.27 a imbocco galleria Campursone - Rampa 1 - prima parte	Torbella-Genova Est
CS32S	Corpo stradale - Imbocco galleria Campursone a rampa per Genova Est - Rampa 1 - seconda parte	Torbella-Genova Est
CS34U	Corpo stradale - Viad. Veilino esistente a sottopasso svincolo - Rampa 2 prima parte	Torbella-Genova Est
CS35U	Corpo stradale - Sottopasso di svincolo a CS32 - rampa 2 seconda parte	Torbella-Genova Est
CS38U	Corpo stradale - GE Est - rampa 3	Torbella-Genova Est
GA001	Gallerie Artificiali Torbella	Torbella-Genova Est
GF11S	Sistemazione finale Imbocco Galleria Forte Diamante lato Genova	Torbella-Genova Est
GF13W	Sistemazione finale Imbocco Galleria Torbella Ovest	Torbella-Genova Est
GF16E	Sistemazione finale Imbocco Galleria Montesperone lato Livorno (Est)	Torbella-Genova Est
GF16N	Sistemazione definitiva imbocco Monte sperone lato Torbella	Torbella-Genova Est
GF21N	Sistemazione finale Imbocco Galleria Campursone - lato A12 (Nord)	Torbella-Genova Est
GF21S	Sistemazione finale Imbocco Galleria Campursone - lato GE-Est (Sud)	Torbella-Genova Est
GI11A	Artificiale Imbocco Galleria Forte Diamante lato Torbella (Sud) - 32,96 ml	Torbella-Genova Est
GI11B	Artificiale Imbocco Galleria Forte Diamante lato MI ( Nord) - 12,32 ml	Torbella-Genova Est
GI12B	Artificiale Galleria Bric Du Vento lato Genova	Torbella-Genova Est
GI13A	Artificiale Imbocco Galleria Torbella Ovest - lato Torbella (Sud)	Torbella-Genova Est
GI16A	Artificiale Imbocco Galleria Montesperone - lato Torbella - (Nord) - 27,02 ml	Torbella-Genova Est
GI16B	Artificiale Imbocco Galleria Montesperone - lato LI - (Est) - 24,06 ml	Torbella-Genova Est
GI17B	Artificiale Imbocco Galleria Granarolo - lato Torbella - (Nord) - 43,41 ml	Torbella-Genova Est
GI21A	Artificiale Imbocco Galleria Campursone - lato A12 (Nord)	Torbella-Genova Est
GI21B	Artificiale Imbocco Galleria Campursone - lato GE-Est (Sud)	Torbella-Genova Est
IB11S	Imbocco Galleria Forte Diamante lato Genova	Torbella-Genova Est
IB13W	Imbocco Galleria Torbella Ovest	Torbella-Genova Est
IB16E	Imbocco Galleria Montesperone lato Livorno (Est)	Torbella-Genova Est
IB16N	Imbocco Galleria Montesperone lato Torbella (Nord)	Torbella-Genova Est
IB21N	Imbocco Galleria Campursone - lato A12 (Nord)	Torbella-Genova Est
IB21S	Imbocco Galleria Campursone - lato GE-Est (Sud)	Torbella-Genova Est
IB22E	Imbocco Galleria Morego est	Torbella-Genova Est
IB22W	Imbocco Galleria Morego ovest	Torbella-Genova Est
IN002	Deviazione Viabilità	Torbella-Genova Est
VI07U	Viadotto Torbella carr. Nord - 65,00 ml -	Torbella-Genova Est
VI08U	Viadotto Rovena	Torbella-Genova Est
VI09U	Viadotto a 6 Luci su A7 esistente dir. Sud	Torbella-Genova Est
VI10U	Viadotto su A7 esistente	Torbella-Genova Est
VS009	Viabilità di Servizio Genova Est - Galleria Campursone	Torbella-Genova Est
VS013	Viabilità di servizio – Galleria Montesperone esistente	Torbella-Genova Est
CO17S	Cantiere Operativo di Imbocco Galleria Granarolo lato GE - Imbocco Sud	Genova Ovest
CO19W	Cantiere Operativo di Imbocco Galleria Moro 1 e Moro 2 lato SV - Imbocco Ovest	Genova Ovest

WBS	Descrizione WBS	Ambito
CS29U	Corpo stradale - Imbocco Gallerie Moro 1 e 2 a Viadotto Morandi	Genova Ovest
CS30U	Corpo stradale - Piazzale Genova Ovest a Galleria Granarolo	Genova Ovest
GF17S	Sistemazione finale Imbocco Galleria Granarolo lato Genova Ovest	Genova Ovest
GF19W	Sistemazione finale Imbocco Galleria Moro 1 - lato SV (Ovest)	Genova Ovest
GI17A	Artificiale Imbocco Galleria Granarolo - lato GE Ovest - (Sud) - 23,33 ml	Genova Ovest
GI19A	Artificiale Imbocco Galleria Moro 1 - lato GE-Ovest - (Sud)	Genova Ovest
GI19B	Artificiale Imbocco Galleria Moro 1 - lato SV - (Ovest)	Genova Ovest
GI20A	Artificiale Imbocco Galleria Moro 2 - lato SV - lato Ovest	Genova Ovest
IB17S	Imbocco Galleria Granarolo lato Genova Ovest	Genova Ovest
IB19W	Imbocco Galleria Moro 1 - lato SV (Ovest)	Genova Ovest
VS10A	Viabilita' di Servizio Genova Ovest - Galleria Granarolo-10A	Genova Ovest
VS10A	Viabilita' di Servizio Genova Ovest - Galleria Granarolo-10A	Genova Ovest
VS10B	Viabilita' di Servizio Genova Ovest - Galleria Moro 2-10B	Genova Ovest
VS10B	Viabilita' di Servizio Genova Ovest - Galleria Moro 2-10B	Genova Ovest
CI004	Campo Industriale Cornigliano	Opera a mare
VS012	Viabilità di servizio Cornigliano	Opera a mare

Agli ambiti di scavo e riutilizzo, sopra riportati con il dettaglio delle principali WBS in sotterraneo ed all'aperto, si deve evidenziare l'ambito dell'Opera a mare, individuato come il principale sito di destinazione finale della gran parte del materiale di scavo.

### 3 INQUADRAMENTO DEL CONTESTO GEOLOGICO

#### 3.1 LA COMPLESSITÀ STRUTTURALE DELL'AREA INTERESSATA DAL PROGETTO GRONDA

L'area studiata nell'ambito del progetto (Fig. 3-1) è caratterizzata da un'elevata complessità strutturale, essendo collocata in quella che viene tradizionalmente considerata la zona di giustapposizione del dominio orogenico alpino con quello appenninico, descritta in letteratura come "nodo collisionale ligure" (Laubscher et al., 1992).

Questo settore è stato oggetto di una dettagliata revisione cartografica in occasione della realizzazione del nuovo foglio CARG "Genova" alla scala 1:50.000, del quale sono qui adottate, in buona parte, le suddivisioni cartografiche e la terminologia classificativa delle unità litostratigrafiche e tettoniche (Capponi & Crispini, 2008). È stata inoltre considerata, come riferimento geologico cartografico per le zone più orientali (dalla Val Chiaravagna al versante destro della Val Polcevera) la carta alla scala 1:25.000 di Marini (1998), con le relative note illustrative.

La zona analizzata è stata suddivisa in un numero di "unità tettono-metamorfiche", ovvero di volumi rocciosi caratterizzati da incompatibilità metamorfiche e strutturali rispetto ai volumi adiacenti e di "unità tettoniche" termine invece riservato alle unità distinte soltanto in base al loro diverso assetto strutturale. Tali unità di rango superiore sono state poi suddivise in un certo numero di domini ed unità strutturali di rango inferiore, definiti in base alle suddivisioni litologiche e minero-petrografiche necessarie alle trattazioni tematiche di progetto.

Per quanto riguarda il quadro geologico-strutturale, saranno di seguito descritti e discussi, in funzione del tracciato, i dati riguardanti l'assetto litostratigrafico regionale e i dati riguardanti l'evoluzione deformativa a livelli strutturali più superficiali, aggiornati alla bibliografia più recente.

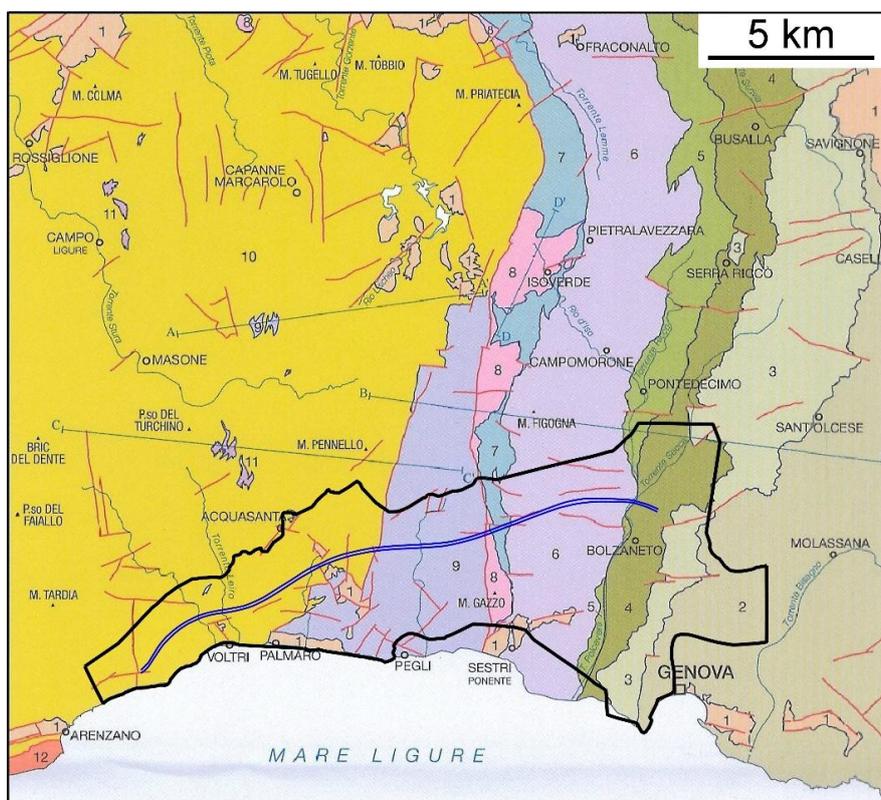


Fig. 3-1. Schema strutturale del Foglio CARG "Genova" alla scala 1:50.000 (Capponi e Crispini, 2008)..

La linea nera presente in figura indica l'estensione dei rilevamenti geologici relativi al progetto Gronda di Genova, le linee blu il tracciato dell'opera ad Ovest del T. Polcevera. Legenda: 1, Successione del Bacino Terziario Piemontese, depositi pliocenici e quaternari; 2, Unità Tettonica Antola; 3, Unità Tettonica Ronco; 4, Unità Tettonica Montanesi; 5, Unità Tettonica Mignanego; 6, Unità Tettonometamorfica Figogna; 7, Unità Tettonometamorfica Cravasco-Voltaggio; 8, Unità Tettonometamorfica Gazzo-Isoverde; 9, Unità Tettonometamorfica Palmaro-Caffarella; 10, Unità Tettonometamorfica Voltri; 11, Unità Tettonometamorfica Angassino-Terma; 12, Unità Tettonometamorfica Arenzano

### 3.2 EVOLUZIONE GEOLOGICO-STRUTTURALE REGIONALE

La regione interessata dall'opera in progetto ha subito una evoluzione tettonica polifasica definita da almeno quattro eventi deformativi principali (Capponi & Crispini, 2008).

Le tracce di questa storia evolutiva sono rinvenibili sia direttamente in affioramento, attraverso l'analisi degli elementi mesostrutturali presenti nelle unità tettono-metamorfiche, sia indirettamente sulla base di considerazioni cartografico-strutturali.

#### 3.2.1 Gli eventi deformativi D1 e D2

I due eventi più antichi (D1 e D2) mostrano caratteri geometrici simili, in quanto rappresentati prevalentemente da sistemi di pieghe isoclinali-traspositive espresse a tutte le scale. Il piegamento sovrapposto D1/D2 è responsabile della parallelizzazione delle superfici preesistenti alle nuove foliazioni di piano assiale, con la conseguente formazione di una superficie di origine composita a pervasività regionale, nel seguito indicata come SP (Scistosità Principale) che, nell'Unità Voltri, è anche costituita da più antiche foliazioni eclogitiche legate alle fasi di subduzione crostale (evento pre-D1; Capponi & Crispini, 2002).

La superficie SP presenta direzioni assiali medie tra N-S e NNE-SSW e superfici assiali con inclinazioni da medie a elevate, immergenti generalmente verso E; l'inclinazione della SP aumenta da Est ad Ovest, fino a essere subverticale in prossimità del contatto con la Zona Sestri-Voltaggio.

Le pieghe D1/D2 possono assumere morfologie variabili tra le pieghe cilindriche e le pieghe a guaina. Nell'unità Voltri, gli eventi D1 e D2 sono coevi con la riequilibratura metamorfica in facies scisti verdi ad anfibolo sodico e in facies scisti verdi e sono correlati alla fase di esumazione delle unità metamorfiche (Capponi & Crispini, 2002); nelle Unità Palmaro-Caffarella, Cravasco-Voltaggio e Gazzo-Isoverde, le strutture D1/D2 sono coeve con la facies metamorfica scisti blu. Nell'Unità Figogna, le paragenesi sin-D1/D2 sono quelle tipiche del grado metamorfico molto basso, in facies a pumpellyite-actinolite (Crispini & Capponi, 2001).

L'eterogeneità della distribuzione della deformazione sin-D2 verso la zona di contatto tra l'Unità Voltri e la Zona Sestri-Voltaggio, potrebbe rappresentare un effetto dell'attività della "Linea Sestri-Voltaggio" (ovvero del sistema di faglie che bordano la Zona Sestri-Voltaggio sul suo lato occidentale) già a partire dagli stadi finali dell'evento D2 (Crispini & Capponi, 2001). In particolare, l'anisotropia reologica rappresentata dal contatto tra le rocce dell'Unità Voltri e i litotipi carbonatici dell'Unità Gazzo-Isoverde avrebbe rappresentato un importante fattore di controllo per la localizzazione della deformazione lungo la Linea Sestri-Voltaggio (Capponi & Crispini, 2002).

Il ruolo della Zona Sestri-Voltaggio deve infatti essere inquadrato nell'evoluzione geodinamica tardo-eocenica/miocenica del cosiddetto "Nodo Ligure" (Laubscher et al., 1992), caratterizzata da convergenza obliqua tra la placca europea e quella adriatica, il cui movimento verso NW avrebbe indotto la rotazione antioraria della microplacca corso-sarda (Molli et al., 2010 con bibliografia).

### 3.2.2 L'evento deformativo D3

Il successivo evento deformativo D3, coevo con facies metamorfiche comprese tra scisti verdi e scisti verdi inferiore, è caratterizzato dalla coesistenza di sistemi di pieghe e zone di taglio prevalentemente contrazionali le cui caratteristiche testimoniano un'evoluzione progressiva della deformazione verso livelli strutturali più superficiali.

Le pieghe D3 sono strutture da decimetriche a decametriche con profili aperti, assi debolmente inclinati verso NNE e/o verso SSW e piani assiali poco inclinati. Questo evento plicativo, espresso in modo omogeneo nel settore in esame, è scarsamente scistogeno e piega ad alto angolo la foliazione composita regionale e i fianchi delle strutture D1\D2.

Al piegamento sin-D3 sono associati sistemi di zone di taglio inverse da duttili a fragili-duttili, poco inclinate, che talora riattivano le superfici di piano assiale, con processi deformativi spesso assistiti da intense attività di fluidi ricchi in carbonato, in certi casi così importanti da idratare e carbonatare le rocce incassanti (ad esempio, le serpentiniti sono state trasformate in scisti a clorite, tremolite e actinolite, oppure in serpentiniti carbonatate). Queste zone di taglio sembrano essersi sviluppate progressivamente in un ampio intervallo di tempo, contemporaneamente e posteriormente alle pieghe D3.

### 3.2.3 L'evento deformativo D4

L'evento deformativo D4 è espresso in modo omogeneo da un'associazione strutturale costituita da pieghe, sovrascorrimenti e sistemi di faglie.

Le pieghe D4, distribuite in modo omogeneo in tutta l'Unità Voltri e nella Zona Sestri-Voltaggio, hanno profili aperti, lunghezza d'onda pluri-chilometrica e assi sub-orizzontali diretti tra N-S e NW-SE. I piani assiali sono caratterizzati da direzioni N-S e NW-SE, ridotti valori di inclinazione verso W. I fianchi delle pieghe D4 sono frequentemente riattivati come sovrascorrimenti con direzioni di trasporto E-NE, associati allo sviluppo di livelli di potenza fino a decametrica di rocce di faglia di diverso tipo. Queste strutture sono caratterizzate da fronti a persistenza chilometrica e sono associate a mineralizzazioni a zeolite, clorite e carbonati indicative di livelli cristallini piuttosto superficiali.

A questo evento deformativo sono inoltre riferiti sistemi di faglie particolarmente ben espressi nel settore orientale dell'Unità Voltri in prossimità del contatto con la Zona Sestri-Voltaggio, che presentano direzione N-S, NW-SE e NE-SW. Queste faglie sono prevalentemente subverticali, presentano livelli di rocce di faglia di potenza da decimetrica a metrica e sono caratterizzate da strie da sub-orizzontali a moderatamente inclinate, con sensi di movimento destri o inversi.

Le faglie del sistema NE-SW, sempre subverticali, sono solitamente più corte delle precedenti e possono tagliare i sistemi di faglie longitudinali N-S e quelli NW-SE. Queste strutture sono localmente molto frequenti, definendo zone di concentrazione della deformazione, oppure possono assolvere al ruolo di svincoli meccanici (tear faults) dei sistemi di sovrascorrimenti D4 sopra descritti.

Altri sistemi di faglie sono costituiti da faglie normali dirette NNE-SSW e WSW-ENE e soprattutto da sistemi di faglie trascorrenti ed inverse a direzione media E-W, particolarmente importanti per il progetto in quanto possono presentare persistenza pluri-ettometrica, fino a chilometrica, i quali possono tagliare tutte le strutture sopra descritte.

Tutti i sistemi di faglie descritti possono essere localmente riattivati con movimenti di tipo distensivo.

Le associazioni strutturali D4 sono geometricamente e cinematicamente congruenti con un raccorciamento regionale a direzione NE-SW, responsabile di un regime transpressivo destro. Questo quadro cinematico sarebbe in accordo con un contesto geodinamico, attivo fino all'inizio del Miocene inferiore, caratterizzato da tettonica transpressiva destra lungo la Zona Sestri-Voltaggio, la quale rappresenterebbe un importante svincolo cinematico regionale (confronta con Crispini et al. 2009 e Molli et al., 2010).

### 3.3 LE CARATTERISTICHE GEOSTRUTTURALI DEL TERRITORIO

L'area d'interesse nell'ambito del progetto è caratterizzata da un'elevata complessità strutturale ed è stata suddivisa in sette domini litologico-strutturali principali, rappresentati nello schema geologico-strutturale di Fig. 3-2. Tali domini presentano caratteristiche distinte relative alla strutturazione (geometria) interna, al grado di deformazione e ai litotipi che li costituiscono.

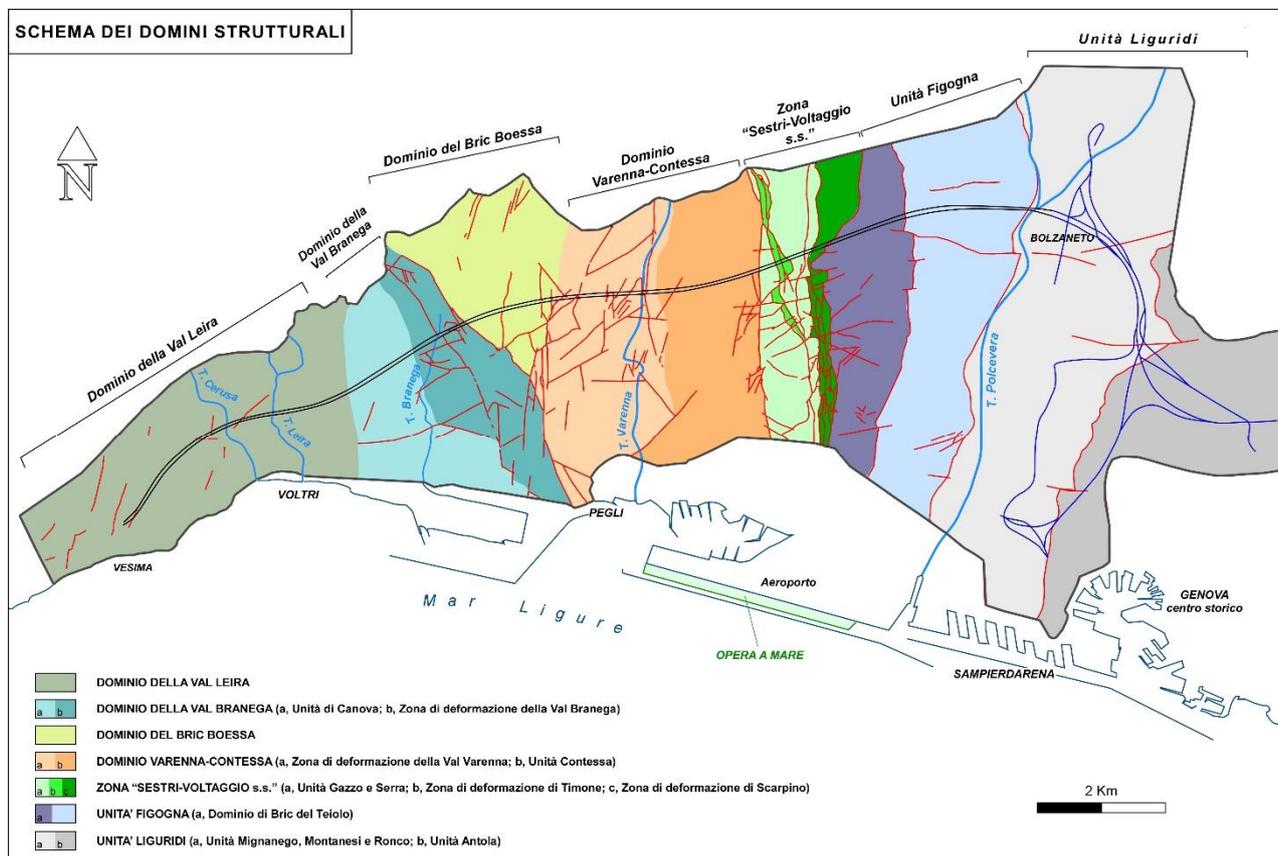


Fig. 3-2. Schema geologico-strutturale dell'area interessata dal Progetto Gronda, con indicazione del tracciato di progetto.

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 da 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.

Procedendo da ovest verso est, è possibile distinguere tre settori caratterizzati da unità di crosta oceanica (metaofioliti) e di mantello, da unità di margine continentale e da unità costituite da successioni sedimentarie di natura flyschoidi (Fig. 3-2):

- unità tettono-metamorfiche Voltri e Palmaro-Caffarella (Gruppo di Voltri *Auct.*): sono costituite dalle associazioni pre-cenomaniane di ofioliti e metasedimenti carbonatici del dominio oceanico ligo-

piemontese. I litotipi dell'Unità Voltri hanno registrato un picco metamorfico eclogitico mentre la riequilibratura metamorfica delle rocce dell'Unità Palmaro-Caffarella è limitata alla facies scisti-blu (Federico et al, 2004). La distinzione sicura tra i litotipi delle due unità è possibile solo alla scala microscopica e per questo motivo essi sono stati accorpati nella legenda della carta geologica;

- Zona Sestri-Voltaggio *Auct.*: è costituita da tre unità tettono-metamorfiche, di cui due ofiolitiche (Cravasco-Voltaggio e Figogna) e una di margine continentale (Gazzo-Isoverde). Il livello del metamorfismo decresce passando dalle unità Cravasco-Voltaggio e Gazzo-Isoverde (facies scisti blu) all'Unità Figogna (facies pumpellyite-actinolite). La Zona Sestri-Voltaggio *Auct.* riunisce unità di tipo assai diverso per caratteristiche litotecniche e geologico-strutturali, comprendendo peridotiti serpentizzate e serpentiniti fortemente tettonizzate, calcari dolomitici, scisti calcarei, metabasalti ed argilloscisti. E' stato quindi necessario, per una classificazione dei litotipi e delle zone tettoniche efficace ai fini del presente studio, definire una "Zona Sestri-Voltaggio *sensu stricto*" per raggruppare le unità più intensamente tettonizzate comprese tra il limite orientale dell'unità Palmaro-Caffarella ad Ovest e le Serpentiniti del Bric dei Corvi ad Est. La "Zona Sestri-Voltaggio s.s." include litotipi dell'Unità Gazzo-Isoverde (dolomie e calcari), dell'unità Cravasco-Voltaggio (serpentiniti, argilloscisti carbonatici del Monte Larvego) e parzialmente dell'Unità Figogna (scisti carbonatici, metabasalti tettonizzati e serpentiniti cataclastiche del Bric dei Corvi). Il grande corpo di metabasalti poco tettonizzati del Bric del Teiolo e le unità metasedimentarie che costituiscono la successione di copertura sopra-ofiolitica mesozoica affiorante sul versante destro della Val Polcevera (Metasedimenti silicei della Madonna della Guardia, Argilloscisti di Costagiutta, Argilloscisti di Murta) non sono qui considerati parti della "Zona Sestri-Voltaggio *sensu stricto*", ma semplicemente della Zona Sestri-Voltaggio *Auct.*
- Dominio delle Unità Liguridi: rappresentato da quattro unità tettoniche ascrivibili al dominio ligure interno (Mignanego, Montanesi, Ronco) e al dominio ligure esterno (Unità Antola, con l'interposta unità delle Argilliti di Montoggio), separate tettonicamente dall'Unità di M. Figogna e sovrapposte tra di loro da zone di taglio a basso-medio angolo che presentano vergenza media verso W-NW. Procedendo verso est, il grado metamorfico decresce da basso a bassissimo nelle prime tre unità fino ad arrivare a condizioni di diagenesi per l'Unità Antola.

Le unità tettono-metamorfiche Voltri e Palmaro-Caffarella sono giustapposte a quelle della Zona Sestri-Voltaggio lungo una discontinuità strutturale regionale a direzione N-S, nota in letteratura come "Linea Sestri-Voltaggio". Tale lineamento tettonico è stato variamente interpretato: come faglia trasforme (Elter & Pertusati, 1973), come sovrascorrimento (Cortesogno & Haccard, 1984) o come faglia estensionale (Hoogerduijn Strating, 1994). Si tratta, in ogni caso, non di una faglia individuale, ma di una zona di deformazione regionale - rappresentata in pratica dall'intera "Zona Sestri-Voltaggio *sensu stricto*" - che si identifica come un'area di concentrazione preferenziale della deformazione, esplicita a livelli strutturali diversi in momenti successivi dell'evoluzione della catena alpino-appenninica (Crispini et al. 2009, Piana et al., 2017).

### 3.4 ELEMENTI DEL MODELLO GEOLOGICO LUNGO IL TRACCIATO IN OVEST POLCEVERA

La sintesi geologica riportata nei prossimi paragrafi riguarderà in particolare il tracciato di progetto e le relative opere che attraversano le formazioni potenzialmente amiantifere. Si rimanda per dettagli agli elaborati GEO0001 (e seguenti) e AMB0100.

#### 3.4.1 Descrizione dei litotipi principali del substrato roccioso

##### 3.4.1.1 Calcescisti

Con questo termine si indicano metasedimenti di varia composizione, in particolare si identifica un'alternanza di scisti carbonatici più o meno filladici o marmorei e di scisti quarzoso micacei.

Dato che la differente percentuale tra i minerali costituenti (essenzialmente quarzo, carbonati e miche,  $\pm$  clorite,  $\pm$  cloritoide) determina la transizione calcescisti-micascisti e constatato che nell'ambito dell'area di studio si assiste a una variabilità continua di tale percentuale, si è scelto di cartografare i due litotipi (calcescisti e micascisti) in maniera distinta solo nelle porzioni affioranti e di considerarli in maniera indistinta nell'ambito delle zone di subaffioramento.

I *calcescisti* s.s. sono maggiormente rappresentati nelle valli del T. Cerusa e del T. Leira, mentre i micascisti si trovano prevalentemente nell'estremità occidentale dell'area (Val Vesima) ed in quella centrale (Rio Molinasse). Sono caratterizzati da una scistosità marcata, legata a diverse generazioni di deformazioni. La foliazione principale riportata in carta, definita da minerali in facies scisti verdi, ha allineato, oltre alla superficie litologica originaria, anche altre superfici tettoniche che non risultano più differenziabili (fabric composito, Capponi et alii, 1994). La foliazione principale risulta piegata più o meno blandamente dalle successive fasi deformative.

I calcescisti sono talvolta associati a bande trasposte di metabasiti di spessore decametrico, disposte parallelamente rispetto alla foliazione pervasiva principale.

Nelle facies più carbonatiche la foliazione principale è marcata prevalentemente dall'alternanza tra livelli a prevalenti carbonati ed altri maggiormente quarzosi con rari fillosilicati; nei micascisti, la foliazione si esprime mediante l'alternanza di film millimetrici di fillosilicati (mica bianca) e di *lithons* millimetrici a quarzo prevalente.

I calcescisti carbonatici appaiono di colore da marrone (superficie debolmente alterata) a grigio (frattura fresca), mentre se sono più profondamente alterati assumono colorazioni rossastre.

Gli scisti quarzoso-micacei, invece, assumono delle tonalità più scure, con colorazioni solitamente da grigio chiaro a grigio scuro in frattura fresca; sono rocce che spesso si alterano, assumendo tonalità arancione-ocra e si disgregano fino a generare spesse coltri di disfacimento.

Il settore più orientale dell'area presenta micascisti intensamente foliati e particolarmente alterati; questa caratteristica potrebbe derivare dall'assetto strutturale della zona che si colloca a ridosso della "linea" Sestri – Voltaggio, oppure da una diversa composizione mineralogica originaria.

#### 3.4.1.2 *Quarzoscisti*

Scisti quarzitici di colore chiaro (biancastro-verdastro) che si presentano in lenti e scaglie di spessore decametrico. Al loro interno è possibile riconoscere pieghe e scistosità legate a diverse generazioni di deformazioni.

I quarzoscisti affiorano esclusivamente sul versante compreso tra il Rio Molinasse ed il Santuario della Madonna del Gazzo; essi costituiscono un corpo di forma lenticolare di lunghezza pari a circa 1 km.

Si osserva al loro interno un'alternanza composizionale parallela alla foliazione principale della roccia, che è deformata da pieghe aperte. Nei livelli a prevalente composizione quarzoso-feldspatica, il quarzo, che può arrivare a costituire l'80% in volume, ha tessitura granoblastica, con tipici contatti tripli da ricristallizzazione, a circa 120°, tra i granuli. I granuli di calcite sono rari, costituendo al massimo il 5 % della roccia; i fillosilicati e la clorite, anch'essi poco abbondanti, sono dispersi tra i granuli di quarzo e feldspato ma sono orientati parallelamente alla foliazione. Sono anche presenti minerali opachi.

#### 3.4.1.3 *Metagabbri*

I metagabbri si presentano in affioramento come rocce molto compatte e resistenti e formano lenti di qualche centinaio di metri, distribuite sia all'interno dei calcescisti, sia all'interno delle serpentiniti.

Sono state distinte in affioramento due categorie di metagabbri: la prima presenta minerali di paragenesi eclogitica, la seconda mostra una spiccata retrocessione metamorfica in facies scisti verdi. Nei casi in cui non è stato possibile distinguere tra le due categorie, i gabbri sono stati indicati con un termine litologico generico.

I metagabbri in facies eclogitica sono cartografati in località Torrazza, in prossimità del Viadotto autostradale Fagaggia. I metagabbri indistinti, invece, risultano prevalentemente concentrati nella parte centro-meridionale dell'area in esame, tra il Bric Fagaggia ed il Bric Castellaccio.

I metagabbri in facies scisti verdi sono di colore da verde a bianco in frattura fresca, in alterazione assumono colorazioni ocra. Hanno grana da medio a fine e struttura talvolta foliata. Tale foliazione è continua e marcata dall'alternanza tra livelli centimetrici a pirosseni ed anfiboli (retrocesi) ed altri a quarzo: spesso mostrano tessitura di tipo flaser. Questa roccia si presenta in affioramento come molto compatta e resistente. Estesi affioramenti di metagabbri di colore biancastro, con tessitura flaser e caratteristica mineralogia a smaragdite (anfibolo cromifero di colore verde smeraldo) pseudomorfa sui siti dell'originaria onfacite, si rinvengono in Val Varena.

#### 3.4.1.4 Scisti cloritico-actinolitici (SAC)

Scisti ad anfibolo della serie tremolite-actinolite e clorite,  $\pm$  diopside,  $\pm$  carbonato (abbreviazione: SAC), tipicamente collocati al contatto tra calcescisti e metabasiti, o tra calcescisti e serpentiniti, in livelli da centimetrici a decimetrici, hanno subito eventi multipli di deformazione e ricristallizzazione, principalmente in facies metamorfica scisti verdi.

#### 3.4.1.5 Metabasiti

Sono riportate in carta, con questo termine generico, rocce derivate da originari basalti o gabbri per le quali non è stato possibile riconoscere con certezza il protolite. Solo a livello di affioramento, quando possibile, sono stati distinti i metabasalti. Questi si presentano compatti o scistososi, a grana fine e con tessitura frequentemente listata, data da alternanze di spessore da millimetrico a centimetrico a prevalenti albite + epidoto e anfibolo + clorite.

#### 3.4.1.6 Serpentiniti

Sotto questa voce sono comprese serpentiniti e serpentinoscisti derivanti dal materiale peridotitico di derivazione mantellica superiore, che mantengono talvolta relitti della tessitura lherzolitica originaria. Si presentano di colore verde, da chiaro a scuro, in frattura fresca; quando alterate, invece, assumono colorazioni da arancioni-rossicce a brunastre, per la diffusa ossidazione di componenti mineralogici accessori.

In affioramento hanno caratteristiche tessiturali e strutturali estremamente variabili, descritte di seguito.

Serpentiniti a tessitura massiccia: presentano un aspetto generalmente compatto, la foliazione è comunque presente ma prevale la tessitura massiva.

Serpentiniti a tessitura foliata (che rappresentano il litotipo più diffuso), caratterizzate dallo sviluppo di clivaggi e/o scistosità evidenti, riferibili a diverse generazioni di deformazione. Va sottolineato che le caratteristiche reologiche delle serpentiniti sono tali da far sì che questo litotipo risponda in maniera pervasiva a quantità di deformazione anche modeste; per questo motivo, molti affioramenti sono caratterizzati da superfici di scistosità differenti, variamente compenstrate e con orientazione estremamente variabile.

Queste due litofacies affiorano con continuità nell'intera parte centro-settentrionale dell'area (Val Varenna, Rio Condotti), mentre in quella occidentale (Val Vesima, Val Cerusa e Val Leira) formano lenti ettometriche trasposte, parallelizzate alla foliazione regionale.

In generale, la foliazione è prevalentemente marcata dall'isorientazione del serpentino, del talco e dei minerali fibrosi.

Accanto a queste litofacies, ve ne sono altre le cui caratteristiche sono ereditate da deformazioni tettoniche subite principalmente in un contesto post-metamorfico, a livelli crostali superficiali e in regime di deformazione essenzialmente fragile.

Tra queste, si riconoscono facies di serpentiniti brecciate (denominate Cataclasiti di Acquasanta), affioranti in Val Branega e lungo una fascia di estensione plurichilometrica che prosegue in direzione NNW verso il settore di Acquasanta Terme; si tratta di brecce di antica origine tettonica, a clasti serpentinitici eterometrici, con matrice solitamente ben cementata costituita da crisotilo (vedi in dettaglio par. **Errore. L'origine riferimento non è stata trovata.**).

Facies di serpentiniti a tessitura cataclastica sono state distinte nel settore più prossimo alla linea Sestri-Voltaggio, in corrispondenza della valle del Rio Cassinelle (zona di deformazione di Scarpino) e nel settore di Case Timone (zona di deformazione di Timone); sono in generale caratterizzate da un intenso grado di fratturazione con presenza di tutte le facies tipiche delle zone di deformazione cataclastica, in particolare protobrecce, brecce cataclastiche, cataclasiti, ultracataclasiti e porzioni a gouge argilloso; le zone deformate possono avvolgere litoni da centimetrici a pluridecametrici poco deformati.

#### 3.4.1.7 Peridotiti lherzolitiche

Lherzoliti a olivina, orto- e clinopirosseno, spinello e plagioclasio. Sono presenti soprattutto nella zona centro settentrionale della carta e, relativamente alle aree di nuovo rilevamento, lungo l'alto versante sinistro della valle del Rio Cassinelle (ex-discarica comunale di Scarpino); questo litotipo presenta diversi gradi di serpentinnizzazione, passando gradualmente a serpentiniti con relitti più o meno preservati di tessiture mantelliche.

Al loro interno sono localmente riconoscibili filoni e/o dicchi più o meno intensamente trasposti a composizione basaltica o gabbrica, quasi sempre interessati da processi di rodingitizzazione.

La distinzione tra peridotiti lherzolitiche  $\pm$  serpentizzate e serpentiniti a relitti di tessiture peridotitiche non è sempre di facile applicazione, poiché non si individua quasi mai un limite netto, essendo la transizione tra le due litofacies di natura graduale e complicata da probabili ripetizioni per piega, difficilmente riconoscibili. Con il termine di peridotiti lherzolitiche, si indica quindi un litotipo in cui la struttura granulare e la mineralogia originarie sono ancora riconoscibili in modo apprezzabile.

#### 3.4.1.8 Dolomie del Monte Gazzo

Dolomie e calcari dolomitici, di colore da grigio chiaro a nerastro, ricristallizzati, spesso saccaroidi. Tessitura grossolanamente stratificata, con spessore degli strati variabile in media tra 0.5 e 2 m, ma con banchi potenti fino a 10 m ca., costituiti da strati decimetrici rinsaldati. Sono frequenti le intercalazioni di metapeliti e di calcari marnosi giallastri. La stratificazione non è sempre facilmente riconoscibile anche a causa della deformazione tettonica. Verso l'alto stratigrafico sono presenti filoni sedimentari e brecce intraformazionali ad intraclasti dolomitici scuri fino a nerastrati. Raramente sono conservate strutture sedimentarie (tappeti algali, oospariti, intramicrospariti e fossili). La porzione superiore della serie è costituita da dolomicriti nerastre e facies di breccia.

I sistemi di fratture presenti sono sede di frequenti fenomeni carsici, associati a condotti di dimensioni metriche, impostati lungo le discontinuità e particolarmente sviluppati nel settore centro-meridionale dell'unità. Il sistema carsico della Dolomia del Gazzo costituiva un acquifero significativo, che presumibilmente è stato modificato dalla perforazione del tunnel ferroviario Borzoli diretto al porto di Voltri. Tuttavia sul versante della Val Chiaravagna vi sono sorgenti ancora attive.

#### 3.4.1.9 Gessi del Rio Riasso (GSR)

Si tratta di gessi saccaroidi associati a calcari vacuolari, brecce dolomitiche e anidriti, osservabili solo in alcuni limitatissimi affioramenti lungo il Rio Riasso e tra Cravasco e Isoverde.

Secondo le note illustrative del foglio CARG Genova risulta da fonti storiche che i gessi siano stati oggetto di coltivazione in sottosuolo nell'area tra Cravasco e il Passo della Bocchetta e che nel sottosuolo di Isoverde abbiano frequentemente causato problemi di instabilità a causa di fenomeni di dissoluzione.

Le anidriti non sono note in superficie ma risultano da alcuni carotaggi profondi realizzati nell'area. È probabile che le anidriti esposte in superficie si siano idratate in gesso, mentre in profondità esse si siano mantenute inalterate.

L'associazione di questi litotipi suggerisce un ambiente costiero di transizione, con locali emersioni. La posizione stratigrafica di questa formazione è ambigua: alla base della successione stratigrafica triassico-liassica per alcuni autori, al *top* delle dolomie e calcari dolomitici e al *bottom* dei Calcari di Gallaneto per altri. Al *top* delle dolomie e dei calcari dolomitici sarebbe stato riconosciuto un progressivo avvicinamento a condizioni evaporitiche, nell'evoluzione del bacino deposizionale. Le note illustrative del CAR propendono per questa seconda interpretazione.

#### 3.4.1.10 Serie Gallaneto-Lencisa

Le Formazioni dei Calcari di Lencisa (Sinemuriano-Pliensbachiano) e dei Calcari di Gallaneto (Norico-Hettangiano) sono cartografate congiuntamente nella carta geologica dell'Allegato 1, poiché risultano difficilmente distinguibili se non in base all'analisi del contenuto paleontologico. Affiorano sul fianco nord-orientale e sul fianco meridionale dell'unità tettonometamorfica Gazzo-Isoverde.

Calcari di Lencisa: metacalcari grigi, grigio-neri e nocciola, con intercalazioni di livelli metapelitici, liste e noduli di selce. La stratificazione è solitamente riconoscibile, anche se appare trasposta, mentre a seconda dei litotipi considerati può essere presente anche un clivaggio più o meno evidente. Lo spessore degli strati varia da centimetrico a decimetrico.

Calcari di Gallaneto: metacalcari grigi più o meno micacei, alternati a scisti pelitici e marnosi; verso l'alto stratigrafico si rinvengono calcari cristallini puri. La stratificazione è generalmente ben riconoscibile, mentre lo sviluppo del clivaggio è poco pervasivo. Lo spessore degli strati varia da decimetrico a metrico.

#### 3.4.1.11 Scisti filladici del Monte Larvego

Scisti filladici grigio-verdastri, fittamente laminati, con scistosità a spaziatura da millimetrica a centimetrica e superfici untuose al tatto e di aspetto sericeo, che in alterazione prendono un colore nocciola. Locali livelli di metasiltiti e metaareniti bruno scuro di spessore centimetrico e lenti di silice microcristallina biancastra, di spessore centimetrico. La scistosità principale descrive localmente pieghe da aperte a serrate.

Le filladi sono caratterizzate da diverse generazioni di scistosità, con fasce tettonizzate piuttosto ampie; gli affioramenti, a causa dell'alterazione, risultano di estensione ridotta, mascherati da una coltre detritica di alterazione piuttosto continua.

#### 3.4.1.12 Serpentiniti di Case Bardane

Serpentiniti a crisotilo e lizardite (presenza di antigorite è segnalata in località al di fuori dell'area di interesse), frequentemente a relitti mineralogici e tessiturali di lherzolite, spesso a tessitura cataclastica. Questo termine è stato mantenuto per omogeneità con la cartografia CARG e con i contenuti del Progetto Preliminare della Gronda; quest'unità coincide in realtà con la zona di deformazione tettonica di Timone del Dominio Timone-Scarpino, definita nel corso di questo studio.

Le serpentiniti, di colore da verdastro a grigio-verde chiaro, hanno tessitura da scistosa e intensamente laminata, con sviluppo di piani di clivaggio pervasivi, a spaziatura submillimetrica, con superficie liscia o untuosa al tatto, fino a cataclastica e ultracataclastica.

Si riconoscono al loro interno pieghe disarmoniche a scala da centimetrica a plurimetrica, riferibili a pieghe di trascinamento di una foliazione preesistente, sviluppatasi nell'ambito della zona di taglio cataclastico. Le facies deformate (brecce, cataclasiti, ultracataclasiti e gouge) possono avvolgere *lithons* di forma amigdalare, meno deformati ma comunque intensamente fratturati e brecciati, da centimetrici a metrici. Localmente si osservano fasce brecciate con litoni allungati metrici o plurimetrici, circondati da zone di taglio cataclastico da decimetriche a metriche, percentualmente subordinate, che definiscono un pattern anastomosato.

Sono spesso presenti minerali asbestiformi visibili ad occhio nudo, concentrati lungo i piani di frattura o in vene estensionali.

#### 3.4.1.13 Serpentiniti del Bric dei Corvi

Serpentiniti a crisotilo e lizardite (anche se la presenza di antigorite è segnalata in località al di fuori dell'area di interesse), a tessitura cataclastica con fenomeni di deformazione duttile legati a pieghe di trascinamento disarmoniche e a strutture di flusso cataclastico sviluppate attorno a nuclei rigidi (litoni) di relitti lherzolitici, serpentinitici o di oficalci. Sono localmente presenti filoni di metabasalti rodingitizzati.

Le Serpentiniti del Bric dei Corvi sono distribuite sul fianco occidentale del M. Figogna, allungate in direzione N-S a definire una fascia di taglio cataclastico di potenza pluriettometrica, immergente verso E con inclinazioni medie comprese tra 45° e 65°.

#### 3.4.1.14 Metabasalti del Monte Figogna

Metabasalti massivi e a pillow, con orizzonti di brecce basaltiche a tessitura fluidale, più raramente in filoni massicci a tessitura doleritica. Localmente sono presenti metadioriti in filoni di spessore da decimetrico a metrico, a tessitura granulare, con fenomeni di autoclastesi ai bordi. I metabasalti si presentano poco deformati; un accenno di scistosità è più evidente dove si osserva lo stiramento dei pillow, che raramente è accentuato.

Nelle parti centrali si osservano brecce basaltiche con matrice a tessitura fluidale pressoché non deformate, come evidenziato tessiture vacuolari primarie preservate. Presso la cresta spartiacque sono osservabili facies ialoclastitiche vere e proprie.

Più a S, nella cava di Borzoli ubicata nella parte bassa in asse alla struttura, sono presenti orizzonti di oficalci, interessati da campi di fratture tensionali sature da calcite.

L'unità basaltica sarebbe caratterizzata, secondo una delle interpretazioni sopra discusse, da una struttura grossolanamente sinforme, allungata in direzione N-S, intensamente fagliata sul lato occidentale (per la presenza della zona di deformazione di Scarpino); come alternativa, si ripropone l'ipotesi di una struttura regionale a scaglie tettoniche separate da zone di taglio cataclastico di potenza decametrico-ettometrica, già discussa al paragrafo precedente.

#### **3.4.1.15 Metasedimenti silicei della Madonna della Guardia**

Affiorano sempre in associazione con i basalti nella peculiare posizione stratigrafica che questi depositi conservano nelle successioni ofiolitifere. Possono essere rappresentati da scisti silicei, rossi o più raramente verdi e da ftniti zonate con sporadici livelli radiolaritici, oppure da scisti quarzosi rosso-rosati, fittamente foliati e con giunti. Il loro spessore medio non supera di solito i pochi metri (Marini, 1998). Localmente sono intercalati con peliti grigie e possono presentare livelli inquinati da prodotti vulcanoclastici (zona ad ovest del M. Figogna; Cortesogno & Haccard, 1984). Essi differiscono dai diaspri appartenenti alle serie Liguridi, in quanto queste ultime mostrano caratteri marcatamente propri di radiolariti e selci.

#### **3.4.1.16 Metacalcari di Erzelli**

Sono calcari microcristallini e finemente arenacei di spessore fino a pluridecimetrico, talora foliati, con giunti pelitici; in alcuni strati sono osservabili tracce di gradazione torbiditica (Marini, 1998). Questa formazione è stata definita anche come "calcareniti" (Cortesogno & Haccard, 1984), e "calcaires en bancs" (Haccard, 1976).

La formazione è costituita da una sequenza serrata di strati deformati di calcari grigi a patina d'alterazione bianco-cinerina; sono riferibili a calcari micritici, spesso impuri per una più o meno abbondante frazione terrigena silicoclastica (soprattutto argilla e quarzo detritico) e con giunti di emipelagiti argillose nere; nelle zone ove questi sono più importanti, gli strati calcarei si presentano spesso boudinati. Accentuati processi di ricristallizzazione sono evidenziati dalla presenza di strati foliati con livelli di fillosilicati concentrati nell'intervallo pelitico maggiormente marnoso.

Gli strati calcarei maggiormente arenacei conservano alla base evidenti laminazioni sedimentarie e mostrano le caratteristiche di originarie torbiditi; la non trascurabile componente terrigena torbiditica farebbe presumere ambienti di deposizione pericontinentali (Marini, 1998).

La potenza è stimata in poche decine di metri, non superando i 50-60 metri nelle zone di migliore affioramento, al di fuori della zona d'interesse per il Progetto (Est di Erzelli; M. Figogna).

#### **3.4.1.17 Argilloscisti di Costagiutta**

Alternanze di argilloscisti e di calcari cristallini, metapeliti scistose grigio-nerastre, più o meno siltose, metasiltiti e metaareniti in strati centimetrici, con intercalazioni di metacalcilutiti siltose più o meno marnose, di colore grigio o grigio-bruno in strati e banchi, più frequenti alla base della sequenza.

Lo spessore degli strati è generalmente centimetrico, ma nella parte alta della sequenza si osserva stratificazione più irregolare con strati decimetrici ed interstrati pelitici foliati. Sono frequenti noduli allungati e liste di quarzo microcristallino biancastro. Le giaciture individuate sono frequentemente la media di una stratificazione disturbata da serie di pieghe più o meno frammentate; la scistosità descrive pieghe ad "S" decimetriche e pieghe strizzate centimetriche. Nella settore verso la Val Polcevera, la formazione mantiene una vergenza analoga alle altre unità riconosciute nella valle. L'unità affiora diffusamente ad E della dorsale del M. Figogna e in misura minore sul suo lato occidentale, dove il limite tettonico inferiore è il contatto con le unità Gazzo e Cravasco-Voltaggio. Nel settore meridionale affiora soprattutto lungo il T. Chiaravagna ed è segnalata in scavi di fondazione e sondaggi.

#### **3.4.1.18 Argilloscisti di Murta**

Alternanza di argilloscisti filladici grigio scuro e grigio argenteo, a patina sericitica, con intercalazioni di sottili straterelli calcarei di spessore centimetrico (1-2 cm), di metasiltiti e metaareniti fini di colore grigio chiaro, nocciola in alterazione, con laminazioni piano-parallele localmente convolute. Gli strati hanno generalmente spessore da centimetrico a decimetrico; sono presenti orizzonti con strati fino a 30 centimetri di argilliti e metasiltiti.

Il rapporto stratimetrico metaareniti/metapeliti è di 1:2. Le superfici di strato su roccia fresca sono normalmente lucide, con veli di sericite untuosa al tatto.

Possono essere presenti noduli allungati e liste di quarzo microcristallino biancastro. I limiti con le Unità sovra e sottostanti sono di tipo tettonico.

Al suo interno l'unità presenta giaciture vergenti ad E, presso il limite con il Flysch di Mignanego; spostandosi verso W le giaciture seguono l'andamento delle pieghe alla macroscale, ma sono raramente significative,

poiché la stratificazione è disturbata da fitte sequenze di pieghe strizzate a piccolo raggio con assi orientati circa NNE-SSW.

L'unità mostra intensi fenomeni di alterazione, infatti l'orizzonte pedogenizzato può superare i 4 m di spessore, senza contare l'accumulo di detrito di versante. I processi pedogenetici conferiscono alle superfici sericitiche un tipico aspetto di color nocciola grigiastro chiaro.

#### **3.4.1.19 Breccie di Torrazza di Prà**

Affiorano estesamente in Val Torrazza, ampie coltri di breccie di versante e fluviali, eterometriche con matrice prevalentemente arenacea, inglobante clasti sub-angolosi o sub-arrotondati di prevalenti serpentiniti, metagabbri e metasedimenti.

L'attribuzione cronostratigrafica di questi depositi è incerta, poiché non contengono fossili e affiorano in lembi isolati al di sopra del substrato metamorfico. Nel foglio CARG Genova (Capponi e Crispini, 2008), queste breccie sono state attribuite alla formazione delle Breccie di Costa Cravara (Eocene superiore?-Oligocene inferiore?), che rappresentano il primo termine della successione del Bacino Terziario Piemontese. Tuttavia, le modalità di affioramento di questi depositi, che sembrano riempire paleovalli con andamento molto simile a quello del reticolo idrografico attuale, e le loro caratteristiche tessiturali (grado di cementazione e tettonizzazione inferiore a quello delle Breccie di Costa Cravara del Bacino Terziario Piemontese, mancanza di una discontinuità stratigrafica netta tra il substrato ofiolitico e le breccie etc...) sembrano suggerire un'età assai più recente, ipotizzabile al Miocene sommitale (posteriore al ciclo evaporitico messiniano) o forse, più probabilmente, al Pliocene inferiore.

#### **3.4.1.20 Argille di Ortovero (Pliocene)**

Argille marnose, limi e sabbie fini, di colore da grigio cinereo a grigio-azzurro, oppure giallastro; disposte in strati da centimetrici a decimetrici. Al contatto con il substrato pre-pleiocenico è sempre presente un orizzonte basale di 2-5 m di spessore contenente ciottoli e blocchi, talora spigolosi, derivati dai versanti soprastanti; in corrispondenza degli sbocchi vallivi questi depositi basali grossolani aumentano significativamente di spessore, costituendo veri e propri coni di deiezione interni al bacino.

La geometria dei depositi segue l'andamento del substrato, colmando depressioni strutturali subparallele alla linea di costa e guidate da lineamenti diretti ENE-WSW. Gli affioramenti sono assai ridotti, ma la loro estensione, ipotizzata su base morfologica e sulla base delle caratteristiche dei suoli, è stata localmente verificata mediante i dati geognostici.

Non è stato rilevato alcun indizio significativo che giustificasse la presenza di faglie normali al contatto tra le argilliti di Ortovero ed il substrato pre-pleiocenico, come segnalato nella cartografia tradizionale; dove i depositi sono visibili per ampi tratti non mostrano nemmeno rotazioni che possano suggerire sollevamenti differenziali dei vari comparti di territorio dove sono presenti le argille.

Le argille di Ortovero affiorano in lembi isolati nei pressi della linea di costa ligure, spesso come riempimento di fosse tettoniche (*graben*) di età pliocenica; si ritrovano in buona parte della Riviera di Ponente e nel centro di Genova, che attraversano per diversi chilometri in direzione est-ovest. In ragione della loro posizione stratigrafica, hanno spessori estremamente variabili e comunque di difficile valutazione: dai pochi metri dei lembi esterni alle fosse, agli oltre 200 metri ritrovati nei sondaggi del capoluogo ligure.

#### **3.4.1.21 Breccie di San Pietro ai Prati**

Affiorano nell'area di S. Pietro ai Prati e sono costituite da breccie residuali e detritiche a clasti calcareo-dolomitici e quarzoso-filladici, con matrice carbonatica, di colore giallastro. Sono presenti intercalazioni di arenarie e siltiti.

### **3.4.2 Descrizione delle principali tipologie di depositi quaternari**

L'ampia casistica delle litologie costituenti il substrato locale, la diversità di contesti morfo-topografici, i processi di modellamento presenti, hanno comportato, nel corso del Quaternario, la formazione e l'accumulo di una relativamente ampia varietà di terreni costituenti le coperture recenti.

Questi depositi caratterizzano l'orizzonte superficiale dell'ambiente fisico in esame e costituiscono l'interfaccia tra il territorio e l'intervento ingegneristico; la loro individuazione e caratterizzazione (in termini di composizione, spessore, modalità di messa in posto, giacitura, ecc.) assume importanza fondamentale per il

corretto inserimento delle opere, in particolare quelle all'aperto o di approccio ai tratti in galleria. Le forme di modellamento, oltre a individuare i diversi processi morfogenetici che hanno presieduto all'impostazione del paesaggio, consentono di riconoscere le dinamiche geomorfologiche in atto e/o potenziali, dalla cui corretta valutazione dipende l'inserimento del Progetto nel complesso e delicato contesto ambientale in esame.

Il territorio interessato dal Progetto è stato interessato dai fenomeni di modellamento relativi all'ambiente marino costiero. Si può affermare, quindi, che l'impostazione e l'evoluzione dell'ambiente fisico nella storia geologica recente (Quaternario) dell'area di interesse progettuale derivi dall'interazione di numerosi e diversificati agenti morfogenetici (dall'azione della gravità, alla dinamica marina, dalla meteorizzazione (ovvero la disgregazione e l'alterazione delle rocce ad opera degli agenti atmosferici, Panizza, 2005 all'azione delle acque superficiali, ecc.), con la sola esclusione tra i processi esogeni di quelli relativi al glacialismo. Nel contesto geo-climatico attuale i meccanismi evolutivi predominanti di origine naturale sono guidati dalla pedogenesi, dall'azione della gravità e dalla dinamica delle acque superficiali.

Le principali categorie di terreni delle coperture comprendono:

- coltri superficiali di versante;
- depositi di frana;
- depositi alluvionali;
- depositi di spiaggia attuali;
- depositi marini terrazzati.

Composizione e caratteristiche generali delle principali tipologie di terreni riconosciute sono di seguito riassunte, mentre per una trattazione di dettaglio si rimanda alle relazioni redatte per le diverse aree di cantiere.

#### 3.4.2.1 Coltri superficiali di versante

Assumono caratteri differenti a seconda della litologia e dell'assetto del substrato:

- coltri di detrito di versante, con granulometria grossolana sino alle dimensioni dei blocchi, sono associate agli areali di affioramento di metabasalti, lherzoliti e serpentiniti. Gli spessori sono in genere modesti, ma localmente possono raggiungere vari metri, come ad esempio in prossimità dell'imbocco Voltri W. Gli affioramenti sono frequenti e con buon rilievo morfologico;
- depositi detritici costituenti orizzonti dotati di una certa continuità e spessori significativi, da alcuni metri ad oltre una decina, caratterizzano alcuni tratti delle dorsali collinari impostate nell'unità dei calcescisti. I terreni comprendono frammenti e scaglie lapidee, a elementi spigolosi, con dimensioni ricadenti nel campo delle ghiaie, ciottoli e blocchi, associati ad una matrice fine a granulometria sabbioso-limosa. L'origine di questi depositi è riferibile alla progressiva disgregazione in posto della porzione subaffiorante dei Calcescisti soggetta a deformazioni gravitative su vasta scala, non associate ad una vera e propria traslazione della massa dislocata. Tali fenomeni si rilevano, in particolare nel settore in destra della valle del T. Cerusa, dove interferiscono direttamente con alcune aree di cantiere;
- fenomeni pedogenetici marcati caratterizzano le serpentiniti tettonizzate, i calcescisti, i micascisti ed i metagabbri. Il litotipo originario si presenta argillificato, e quando denudato dall'erosione spesso in affioramento si osserva l'orizzonte C del suolo in cui si riconoscono ancora i principali caratteri tessiturali del litotipo originario (foliazione, pieghe). In queste condizioni lungo versanti non acclivi e nel settore inferiore dei pendii si accumulano depositi eluvio-colluviali e detritico-colluviali a granulometria medio-fine con spessori anche superiori ai 3 ÷ 4 m.

Uno sviluppo ancora più accentuato della degradazione, associata ad una profonda alterazione dell'ammasso, si rileva in corrispondenza degli Scisti actinolitico-cloritici (SAC) e dei corpi di serpentiniti eventualmente associate, in genere interessate da intensa tettonizzazione. I prodotti della disgregazione della roccia in posto sono descrivibili come terreni a granulometria sabbioso fine - limosa o limosa, con un certo grado di addensamento e consistenza.

Lo sviluppo di questi processi, come riscontrato attraverso i sondaggi può interessare profondità anche nell'ordine della decina di metri (zona Voltri W). La facile erodibilità dei terreni, come pure della roccia madre, comporta la formazione di morfologie particolari che interrompono la continuità e le forme aspre dei pendii impostati nei termini più resistenti al modellamento. Si individuano così vallecole a fondo concavo, prive di un'asta torrentizia importante, ma sede di fenomeni di erosione e deposizione di terreni detritico-colluviali ad opera delle acque superficiali, che determinano un ulteriore incremento dello spessore degli accumuli.

Morfologie di questo tipo si osservano sul versante in destra del T. Cerusa, poco a valle dei nuovi Viadotti in progetto.

I litotipi argillitici e flyschoidi della Val Polcevera, come pure le Argille di Ortovero, sono molto sensibili ai fenomeni di degradazione, alterazione e pedogenesi. Ad eccezione delle aree di cresta maggiormente soggette all'erosione, dove è possibile individuare affioramenti più estesi delle unità lapidee, in tutta l'area l'orizzonte di decarbonatazione si spinge normalmente nel substrato sino a 3 ÷ 4 m di profondità, ma localmente può raggiungere anche i 7 ÷ 8 m. La parte bassa dei versanti presenta coperture di detrito di versante (tipicamente un diamicton a supporto di matrice limoso-sabbioso-argillosa) che superano generalmente i 3 m di spessore.

In alcuni versanti interni, come in alta Val Cassinelle, si osservano depositi di versante spessi alcuni metri costituiti da ghiaie a clasti spigolosi moderatamente selezionati, supporto clastico e scarsa matrice sabbiosa: si tratta di depositi tipici di ambiente freddo e secco, legati con buona probabilità all'ultima fase di deterioramento climatico.

### 3.4.2.2 *Depositi alluvionali*

Comprendono i vari tipi di sedimenti derivanti dall'azione di trasporto ad opera delle acque incanalate lungo il reticolo idrico locale. Per i depositi alluvionali relativi ai corsi d'acqua di maggiore rilievo, data l'ubicazione del settore esaminato, interno alla Città di Genova ed estesamente antropizzato, è stata introdotta la distinzione tra depositi attuali e antichi.

In base alle caratteristiche principali del corso d'acqua sono stati distinti:

- depositi torrentizi;
- depositi alluvionali attuali;
- depositi alluvionali antichi.

### 3.4.2.3 *Depositi torrentizi*

Sono relativi alle aste drenanti i piccoli bacini di tipo torrentizio caratterizzate generalmente da uno sviluppo lineare, elevato gradiente di fondo, deflussi non perenni, regime delle portate fortemente variabile, elevata capacità di trasporto solido in occasione di eventi di precipitazione intensi. Il contesto geologico-geomorfologico in cui è impostato il bacino, che va dai versanti collinari ad elevata acclività incisi nelle litologie competenti, ai piccoli impluvi nei blandii pendii modellati nelle unità marnoso-argillitiche, impronta la composizione granulometrica caratterizzata da un'elevata variabilità.

I depositi, negli ambienti di alta energia, comprendono ciottoli, blocchi e ghiaie, con locali intercalazioni sabbiose, i clasti (con dimensioni anche nell'ordine del metro) sono poco elaborati o spigolosi, costituiti in prevalenza da calcescisti, serpentiniti e metabasiti. Nei contesti a bassa energia prevalgono sabbie limose e limi sabbioso-argillosi inglobanti a tratti ghiaie minute e rari clasti di minori dimensioni (1 ÷ 2 dm), costituiti per lo più da marne e calcari marnosi.

Gli spessori sono in genere compresi tra 1 ÷ 2 m e 4 ÷ 5 m, tranne nei casi in cui il corso d'acqua dopo aver percorso il pendio acclive si immette in modo repentino nel fondovalle dando origine, in corrispondenza del cambio di pendenza ad un conoide torrentizio-alluvionale. Esempi di queste forme si individuano in destra del T. Polcevera, dove il modesto Rio Ronco si immette nella piana principale (in corrispondenza del cantiere Monterosso E), e nel fondovalle del T. Cerusa, dove il torrente proveniente dal versante sinistro acclive origina nei pressi di Casa del Diavolo un più ampio ed evidente conoide.

### 3.4.2.4 *Depositi alluvionali attuali*

Depositi presenti nell'ambito cittadino del fondovalle, contenuti generalmente all'interno delle opere di difesa spondale di tipo continuo. Comprendono ghiaie medio-grossolane a matrice sabbiosa e sabbie limose con ghiaia. Clasti eterometrici, poligenici da poco arrotondati a ben elaborati. Spessore generalmente compreso tra 1 ÷ 5 m. Gli affioramenti di maggiore estensione si riscontrano nel fondovalle del T. Polcevera, dallo sbocco in mare sino alla zona di confluenza con i T. Burla e Secca, e nei tratti terminali del T. Cerusa e del T. Leiro.

Depositi di minore estensione sono presenti in corrispondenza delle incisioni del T. Varenna, del T. Branega, del Rio San Pietro e delle aste secondarie. In relazione all'epoca di realizzazione della maggior parte delle arginature relative alla seconda metà dell'800 – inizi '900, l'età di questi terreni è riferibile nell'insieme all'ultimo secolo.

### 3.4.2.5 Depositi alluvionali antichi

Alternanze di ghiaie a matrice sabbiosa, sabbie, ghiaie e ciottoli, costituenti corpi con giacitura lentiforme e spessore metrico. Presenza di orizzonti e lenti sabbioso-limose e, nei fondovalle impostati nelle sequenze marnoso-argillitiche, a granulometria limoso-argillosa. I clasti da sub-arrotondati, a sub-angolari, hanno composizione poligenica rappresentativa delle litologie affioranti nel bacino. In prossimità del passaggio alle unità del substrato, comprendono anche scaglie e blocchi della roccia incassante con dimensioni da decimetriche a metriche.

Presenti alla base e ai margini dei depositi alluvionali attuali, colmano le incisioni dei principali corsi d'acqua costituendo superfici terrazzate poste a quote poco superiori a quelle dell'alveo ordinario. I corpi deposizionali principali si rinvencono nel fondovalle del T. Polcevera, del T. Cerusa e del T. Leiro. Nell'ambito cittadino l'assetto superficiale e le evidenze morfologiche risultano completamente obliterate dai rimodellamenti e dagli interventi urbanistici. Lo sviluppo delle infrastrutture ferroviarie in particolare, ha comportato sul finire dell'800 rilevanti trasformazioni nell'ampio fondovalle del T. Polcevera con il taglio di un meandro, in seguito completamente urbanizzato, e lo scavo di un nuovo tratto di alveo per la realizzazione dello scalo ferroviario di Bolzaneto.

Gli spessori complessivi lungo i fondovalle variano da una decina di metri, nei tratti più interni, a varie decine di metri in prossimità del litorale, in relazione al rapido approfondimento dei solchi erosionali conseguente alle variazioni del livello marino nel corso delle diverse fasi climatiche del Quaternario. Nei periodi di massima espansione glaciale il livello marino medio si disponeva a circa – 110 m s.l.m. (rispetto allo 0 m s.l.m. attuale), il raggiungimento del nuovo livello di base imposto ha comportato un rilevante approfondimento del reticolo idrografico nel tratto prossimo alla costa.

Le indagini eseguite lungo il tracciato di progetto hanno riscontrato spessori dell'ordine della quindicina di metri in alveo al T. Cerusa, mentre nell'attraversamento del fondovalle del T. Polcevera variano dai 5 ÷ 10 m in prossimità dei versanti collinari a 30 ÷ 35 m nel settore centrale. La superficie di appoggio basale della sequenza alluvionale, di natura erosionale, è caratterizzata da un andamento articolato con inclinazione nell'insieme volta verso mare.

Nel tratto inferiore del bacino del Rio Vesima depositi alluvionali antichi sono stati individuati, a quote comprese tra 40 ÷ 60 m s.l.m., in sondaggio alla base del corpo di frana che si estende tra l'abitato e il tracciato autostradale esistente.

Lungo i corsi d'acqua sfocianti direttamente in mare sono talora presenti lembi di sedimenti alluvionali a composizione ghiaioso-sabbiosa cementati, spesso reincisi fino al substrato roccioso. Si tratta di corpi di entità ridotta (spessore sino a 1,0 ÷ 1,5 m), depositi all'interno di solchi vallivi già delineati in corrispondenza degli alvei attuali. Il livello di cementazione della matrice è buono e la consistenza è semilapidea. Poiché le fasi di cementazione dei depositi continentali sono solitamente associate a climi caldi, è verosimile che questi depositi si siano cementati durante l'ultima fase di *optimum* climatico anteriore all'ultimo evento glaciale. Questi depositi non sono generalmente cartografati perché di entità ridotta e ininfluenti dal punto di vista progettuale.

### 3.4.2.6 Depositi di spiaggia attuali

Depositi prevalentemente ghiaiosi, localmente sabbiosi di spiaggia emersa. Nella composizione dei terreni è frequente la presenza di materiali di origine antropica, quali riporti o derivanti da demolizione di manufatti. In prossimità dello sbocco dei solchi vallivi i sedimenti di spiaggia si interdigitano con i depositi alluvionali.

### 3.4.2.7 Depositi marini terrazzati

Costituiscono lembi di superfici terrazzate localizzate in prossimità del litorale, generalmente sollevate di pochi metri rispetto alle spiagge attuali. Il settore con maggiore continuità degli affioramenti si rileva tra gli sbocchi in mare del T. Cerusa, verso W, e del Rio di San Pietro a E. La morfologia è riferibile ad una superficie pressoché piana blandamente inclinata verso mare, dissecata dalle incisioni del reticolo locale. L'assetto attuale risulta estesamente rimodellato dagli interventi urbanistici e dalla realizzazione delle infrastrutture che obliterano quasi completamente le morfologie originarie.

I depositi comprendono ghiaie e sabbie, con sovrapposta una coltre eluvio-colluviale di spessore variabile. Sulla base dei sondaggi stratigrafici disponibili lo spessore complessivo, nell'intorno del casello autostradale di Voltri, risulterebbe compreso tra 10 ÷ 15 m.

Nel tratto Arenzano – Borgonuovo, lembi di depositi marini terrazzati di età più antica sono presenti a varie quote lungo il versante (da alcune decine ad oltre 200 m s.l.m.) in corrispondenza di superfici di modellamento a diverso grado di conservazione. La composizione granulometrica dei depositi varia da prevalentemente sabbioso-limoso a quella di sabbie e ghiaie in abbondante matrice limoso-argillosa. La frammentazione degli affioramenti e la limitatezza degli affioramenti non consente una correlazione complessiva dei depositi. Gli spessori accertati possono raggiungere la decina di metri.

### 3.5 ELEMENTI DEL MODELLO GEOLOGICO LUNGO IL TRACCIATO IN EST POLCEVERA

La sintesi geologica riportata nei prossimi paragrafi riguarderà in particolare il tracciato di progetto in est Polcevera e le relative opere che interferiscono con le litologie di origine sedimentaria caratteristiche di questo settore. Si rimanda per dettagli all'elaborato GEO0002 e seguenti.

L'area interessata dal Progetto Gronda, nella zona Est Polcevera, comprende i rilievi collinari situati tra il fianco sinistro della Val Polcevera e il fianco destro della Val Bisagno, nel tratto compreso tra la piana costiera di Sampierdarena, a Sud, e la zona di confluenza tra T.Polcevera e T.Secca (presso Pontedecimo), a Nord. In questo settore, la dorsale spartiacque tra le valli del Polcevera e del Bisagno si sviluppa in direzione NNE-SSW e raggiunge la sua massima elevazione in corrispondenza del Forte Diamante (659 m). L'area è caratterizzata da rilievi collinari, fortemente antropizzati per quanto riguarda i bassi versanti e le zone di raccordo con il fondovalle. I versanti occidentali della dorsale (affacciati sulla Val Polcevera) si presentano generalmente ricoperti da vegetazione boschiva, mentre quelli orientali (affacciati sulla Val Bisagno) sono caratterizzati, nella parte medio-alta, da una vegetazione più rada, di tipo macchia mediterranea, e presentano un maggiore grado di affioramento del substrato roccioso.

Il settore in esame è costituito da successioni sedimentarie appartenenti al Dominio delle Unità Liguridi, rappresentato da quattro unità tettoniche sovrapposte tra di loro da zone di taglio a basso-medio angolo che presentano vergenza media verso WNW (Marini 1998; Ellero, 2000; Crispini e Capponi, 2008). Le tre unità che affiorano in posizione più occidentale sono ascrivibili al dominio ligure interno (Unità Mignanego, Montanesi e Ronco), mentre la quarta è riferita al dominio ligure esterno (Unità Antola). Procedendo verso est, il grado metamorfico decresce da basso a bassissimo nelle prime tre unità fino ad arrivare a condizioni di diagenesi per l'Unità Antola.

Le Unità Mignanego, Montanesi e Ronco sono costituite ciascuna da una sola unità litostratigrafica (rispettivamente Argilliti di Mignanego, Argilliti di Montanesi e Formazione di Ronco). L'unità Antola è costituita dalla Formazione del Monte Antola e dal relativo "complesso di base", rappresentato dall'unità delle Argilliti di Montoggio.

#### 3.5.1 Descrizione dei litotipi principali del substrato roccioso

##### 3.5.1.1 Formazione di Mignanego (MIG)

La Formazione di Mignanego 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. E' presente in corrispondenza dell'Ambito Colisa.

La formazione del Flysch di Mignanego è costituita da alternanze di arenarie calcaree grigio chiaro, nocciola in alterazione, a grana da media a medio - fine con laminazione da piano-parallela a convoluta (sequenze di Bouma), in strati da centimetrici a decimetrici, e di siltiti grigio nerastre sottilmente laminate in livelli decimetrici. Gli orizzonti arenacei conservano tracce di figure di erosione alla base.

Presenza di pieghe a piccolo raggio con asse parallelo ai piani di clivaggio. Il rapporto arenarie/siltiti è pari a 1:2.

##### 3.5.1.2 Formazione di Montanesi (MTE)

La 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.

Argilliti e argilliti siltose ricche in materiale carbonioso, fittamente laminate, di colore da grigio nerastro a nero, solo raramente policrome, nocciola in alterazione; superfici di laminazione planari da lisce a molto lisce, leggermente alterate con patine argillose, localmente riempite. Talora si rinvencono intercalazioni di areniti quarzose a grana medio-fine, in strati da centimetrici a pluri-decimetrici. Sono presenti vene con apertura millimetrica centimetrica, cementate da quarzo  $\pm$  carbonato. Il rapporto arenaria/pelite è mediamente pari a 1:10. Sono presenti numerose vene di quarzo di spessore centimetrico. Le superfici di laminazione risultano lisce, con ossidazione superficiale e sviluppo di patine limoso - argillose.

Le Argilliti di Montanesi affiorano nella parte inferiore del versante sinistro della Val Polcevera, dal settore di Campasso (Sampierdarena) a S fino alla confluenza tra il Polcevera e il Torrente Secca, a Nord. Nell'area di interesse, questa unità affiora in un settore di versante posto a quote altimetriche molto basse, intensamente vegetato e/o antropizzato; gli affioramenti sono pertanto in genere molto ridotti, limitati ai tagli stradali o alle incisioni del reticolato idrografico. La stratificazione raramente appare poco disturbata

### 3.5.1.3 *Formazione di Ronco (ROC)*

La Formazione di Ronco affiora lungo la parte medio-alta del versante sinistro della Val Polcevera, in posizione geometricamente inferiore alle successioni dell'unità tettonica Antola che costituiscono la cresta spartiacque con la Val Bisagno, e costituisce una fascia continua a direzione NNE-SSW che si segue dai primi rilievi alle spalle di Sampierdarena fino al settore di Geminiano, al margine settentrionale dell'area di interesse.

Il litosoma, delimitato secondo la ricostruzione del CARG 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 isoclinal 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.

La Formazione di Ronco è costituita da una successione di calcari marnosi e areniti medio-fini, in strati generalmente pluri-centimetrici o decimetrici, con intercalazioni di siltiti marnose e argilliti, localmente con aspetto filladico; sono presenti vene ad apertura millimetrico-centimetrica, cementate da carbonato e quarzo. Verso il tetto sono presenti strati di 70-80 cm di spessore. La stratificazione è sempre piano-parallela a scala dell'affioramento.

Localmente, lo spessore degli strati calcareo-marnosi e arenitici aumenta fino a pluri-decimetrico (nel settore di Begato).

L'unità non presenta tracce significative di metamorfismo ed il contenuto paleontologico è limitato a nannoplancton calcareo (mal conservato), che fornisce indizi di età compresa tra il Santoniano superiore e il Campaniano inferiore. A causa delle estese coperture la Formazione di Ronco affiora diffusamente ma per piccole estensioni. I disturbi sono maggiori nella porzione medio - bassa dell'unità, dove il rapporto tra gli stati arenitici e le intercalazioni pelitiche può oscillare tra 1:1 ed 1:2. Nella parte medio - alta della formazione, caratterizzata da strati decisamente più massicci con interstrati pelitici sottili, i disturbi sono meno evidenti e la clastesi è concentrata in fasce più ristrette; si verifica le giaciture sono vergenti mediamente verso E. Localmente si osserva una pseudo stratificazione indotta da pieghe isoclinali strizzate a piccolo raggio con interruzione della continuità degli strati arenacei, sempre con immersione verso i quadranti orientali e vergenza mediamente verso W; tali strutture potrebbero essere indotte da fenomeni di trascinamento legati a piani di thrust sub - paralleli alla stratificazione. La foliazione suddivide l'ammasso in lithons di aspetto scaglioso, che sono interessati da fenomeni di pedogenesi fino a 5-6 m di profondità. In questa unità non sono state osservate sorgenti significative o particolari evidenze relative alla presenza di acqua nell'ammasso

I sondaggi effettuati lungo il tracciato del Nodo di Genova evidenziano la presenza di orizzonti di brecce a clasti da spigolosi a subarrotondati immersi in matrice pelitico-argillitica con strutture fluidali. I clasti sono talora intrabacinali ma più frequentemente sono presenti arenarie litificate, che hanno subito clastesi e

ricristallizzazione di quarzo prima del coinvolgimento nella breccia; il che ci induce a considerarle d'origine puramente tettonica

I corpi di brecce sono dunque espressione di fasce tettonizzate di potenza da pluri-metrica a decametrica sviluppate lungo zone di taglio a medio-basso angolo immergenti verso i quadranti orientali. Questi piani di taglio possono essere immaginati come "splay" o come piani secondari paralleli ai piani di taglio principali responsabili della giustapposizione delle diverse unità tettoniche del settore Est Polcevera. Queste fasce sono costituite da cataclasti con matrice argilloso-limosa e clasti angolosi di dimensioni fino a pluri-centimetriche costituiti da areniti medio-fini o da frammenti di vene a quarzo o a carbonato. Sono presenti livelli di gouge di potenza fino a pluridecimetrica.

Un ulteriore dato emerso dai sondaggi, che ha consentito di suffragare osservazioni considerate dubbie in affioramento, è la ripetizione di porzioni di Formazione di Ronco isolate dal litosoma principale dell'unità, e distribuite in corpi allungati sul versante E della Val Polcevera, con orientamento NNE-SSW. Si ripete così un motivo già parzialmente evidenziato verso S, in cui un nucleo di Formazione di Ronco è coinvolto in una struttura a piega sinclinale del contatto con la sottostante Unità di Montanesi e successivamente il lato di monte evolve in una faglia normale, in campo fragile, che ribassa il nucleo di Ronco: l'unità in questo modo affiora così fino al fondovalle ed è stata identificata anche sotto la copertura alluvionale. Nella porzione più settentrionale dell'area l'unità affiora anche in destra idrografica del T. Secca, dato cartografico che non era stato evidenziato in passato, e la sua presenza si accorda con il modello interpretativo sopra descritto.

#### **3.5.1.4 Formazione di Ronco e Argilliti di Montanesi - Criteri distintivi**

Le Argilliti di Montanesi e la Formazione di Ronco sono entrambe unità litostratigrafiche costituite da successioni pelitico-arenitiche con debole sovraintrappatura metamorfica (anchizonale). Nella recente letteratura geologica sono state attribuite a due distinte unità tettoniche (Unità Tettonica Montanesi e Unità Tettonica Ronco), giustapposte da un contatto tettonico immergente ad angolo medio o medio-alto verso i quadranti orientali (Ellero, 2000; Ellero et al. 2001; Capponi e Crispini, 2008). Tuttavia, tali unità litostratigrafiche rappresentano con ogni probabilità due termini di una successione stratigrafica originariamente continua, tanto che il passaggio dalle Argilliti di Montanesi alla Formazione di Ronco era considerato transizionale e di natura stratigrafica dagli autori precedenti (Marini, 1998), e corrisponde ad un graduale aumento della potenza e della frequenza delle intercalazioni arenitiche e ad un aumento della componente carbonatica (pressoché assente nelle Argilliti di Montanesi). Non è altresì possibile escludere che le due unità siano, almeno in parte, eteropiche e che quindi i rapporti stratigrafici originari non siano di sola sovrapposizione verticale ma anche di possibile interdigitazione laterale.

In ogni caso si sottolinea che le due unità presentano caratteristiche litologiche affini, soprattutto negli intervalli prossimi al contatto. Per questo motivo, il contatto tra le due unità non deve essere considerato come un elemento evidente ed inequivocabile.

#### **3.5.1.5 Argilliti di Montoggio**

Le Argilliti di Montoggio sono costituite da una successione di argilliti e siltiti di colore generalmente scuro, a stratificazione sottile; localmente (verso il tetto della formazione) sono presenti livelli grigio-verdastri o rosati contenenti bioturbazioni attribuibili all'ichnogenere Chondrites. Sono presenti rari interstrati arenitici di potenza pluri-centimetrica o decimetrica, spesso boudinati a causa dell'intensa deformazione che ha interessato l'unità. Nella parte alta della formazione sono presenti livelli centimetrico-decimetrici di colore nero, costituiti da peliti molto ricche in sostanza organica.

In sondaggio questi orizzonti sono frequentemente ammorbiditi ove si trovino in corrispondenza di rilasci o di settori fratturati della Formazione di Antola, quindi soggetti a percolazione profonda di acqua. Nel sondaggio MS1, in località Armoglietti, la presenza di fratture all'interno della Formazione di Monte Antola, consente infiltrazione di acqua per tutto il tratto costituito da calcari e quindi le sottostanti Argilliti di Montoggio subiscono fenomeni di rammollimento molto spinti.

Nell'area di interesse, le Argilliti di Montoggio affiorano lungo il fianco sinistro della Val Polcevera in una fascia a direzione SSW-NNE, alla base della cresta spartiacque impostata nelle successioni calcaree della Formazione del Monte Antola. Il settore di versante occupato dalle Argilliti di Montoggio corrisponde ad una marcata rottura di pendenza, e costituisce una fascia semi-pianeggiante di alcune decine di metri di larghezza, ben riconoscibile nel paesaggio, soprattutto in corrispondenza delle dorsali e lungo i versanti con giacitura degli strati a reggioppoggio. Questa fascia, soprattutto quando si trova nelle immediate vicinanze della

Formazione del Monte Antola è ricoperta da una falda di detrito di diversi metri di spessore, contenente blocchi di calcari marnosi derivanti da crolli.

Questa unità è presente in modo discontinuo ma diffuso alla base della Formazione di Antola, e costituisce corpi lenticolari rimasti legati all'hanging wall del sovrascorrimento della Formazione di Antola sulle unità sottostanti. Il thrust basale si presenta con un'inclinazione a basso angolo verso i quadranti orientali che tende a verticalizzarsi verso S (risulta anche piegato a W di Granarolo per probabile interferenza con il sistema strutturale orientato WNW-ESE). L'Argillite di Montoggio ha costituito l'orizzonte di scollamento per l'unità soprastante; per questo motivo gli affioramenti oltre che essere discontinui si presentano fortemente tettonizzati. Le argilliti sono attraversate da numerose famiglie di fratture che delineano lithons molto allungati e gli intervalli silicoclastici sono frammentati con scarsa continuità (area S.Benigno).

Verso N si osservano intercalazioni di livelletti arenacei con sottili interstrati pelitici non eccessivamente deformati. È comunque sempre evidente una certa discordanza angolare tra le due formazioni

Nella cartografia geologica ufficiale (Foglio CARG Genova 1:50000, Capponi & Crispini 2008; Carta Geologica a scala 1:5000 del Piano Urbanistico Comunale di Genova), le Argilliti di Montoggio sono cartografate come una serie di corpi lateralmente discontinui, di estensione pluri-ettometrica. Nei settori in cui le Argilliti di Montoggio non sono cartografate, la Formazione del Monte Antola è rappresentata a diretto contatto con la Formazione di Ronco sottostante. Questa interpretazione sembra risentire delle condizioni di affioramento non ottimali delle Argilliti di Montoggio, spesso ricoperte da una spessa coltre di depositi di versante. Non è pertanto da escludere che le Argilliti di Montoggio costituiscano, nel settore di interesse, un intervallo con maggiore continuità laterale, per quanto soggetto a importanti variazioni di potenza, e non una serie di corpi a geometria lenticolare interposti tra la Formazione del Monte Antola e la Formazione di Ronco

### 3.5.1.6 *Formazione del Monte Antola (FAN)*

Sequenze di torbiditi carbonatiche, in prevalenza calcareo - marnose, talvolta siltose, con orizzonti fini prevalentemente marnosi: calcareniti e calcareniti marnose grigio chiare, biancastre in alterazione, marne e marne calcaree in strati planari, da decimetrici fino a plurimetrici, intercalati da strati marnosi e siltitici ed in misura minore argillitici, in strati da centimetrici a decimetrici. Rapporto calcareniti/siltiti >>1.

Sono presenti strati pluri-decimetrici di calcareniti grossolane, talora a laminazione piano-parallela, con patina di alterazione bruno-rossiccia. Le superfici di strato dei banchi calcareo-marnosi presentano spesso abbondanti ichnofossili appartenenti ai generi *Helminthoidea* e *Chondrites*.

Negli orizzonti calcareo - marnosi più massivi il disturbo tettonico rende di difficile lettura la stratificazione, usualmente ben evidente. Il comportamento rigido degli orizzonti calcarei è manifesto nelle aree di cerniera, dove sono frequenti fratture radiali, quasi sempre suturate da calcite. Gli orizzonti calcarei basali immediatamente soprastanti alla Formazione delle Argilliti di Montoggio, sono estremamente competenti e mostrano buon rilievo morfologico (es. tra Fregoso e Begato, alta Val Torbella), poiché le pareti sono ringiovanite da crolli innescati dalla presenza di un substrato tendenzialmente plastico (Argillite di Montoggio). Le falde di detrito generate in queste condizioni possono superare lo spessore verticale di 25 m.

La Formazione del Monte Antola affiora nel settore orientale dell'area di interesse, a partire dalla cresta della dorsale spartiacque tra la Val Polcevera a la Val Bisagno verso Est

Nel settore più orientale, in val Bisagno a monte di Staglieno, i sistemi di pieghe a mesoscala sono più sviluppati, grazie anche alla presenza di orizzonti a stratificazione da sottile a media.

La parte bassa della Formazione è localmente sede di risorgenze diffuse, quasi sempre sepolte entro il detrito di falda. Risorgenze effimere sono presenti anche in concomitanza di faglie a basso angolo; le faglie inverse, in unità di questo tipo, costituiscono normalmente acquicludo che sorreggono piccole falde temporanee, tuttavia la fratturazione fragile in regime distensivo, legata alle fasi neotettoniche soprattutto verso costa, determina l'impossibilità che queste falde temporanee possano dare sorgenti di carattere più continuo. Dove non direttamente interessati da disturbi tettonici gli ammassi rocciosi si presentano in buone condizioni.

### 3.5.2 *Descrizione delle principali tipologie di depositi quaternari*

L'area rilevata presenta caratteristiche differenti a seconda delle litologie che costituiscono il substrato. Non essendo mai stata soggetta a glaciazioni, i meccanismi evolutivi predominanti sono guidati dalla pedogenesi, dalla gravità e dalle acque superficiali

### 3.5.2.1 Depositi di versante

Hanno caratteri differenti a seconda della litologia del substrato:

- I litotipi argillitici e flyschoidi della Val Polcevera sono molto sensibili alla pedogenesi ed in tutta l'area l'orizzonte di decarbonatazione si spinge fino a 3-4 m di profondità entro il substrato ad eccezione delle aree di cresta, maggiormente soggette all'erosione, dove è possibile individuare affioramenti più estesi; la parte bassa dei versanti presenta coperture di detrito di versante (tipicamente un diamicton a supporto di matrice limoso - sabbioso - argillosa) che superano generalmente i 3 m di spessore.
- Nel settore più orientale la Formazione di Antola è sorgente di ampie falde detritiche a blocchi, conseguenti alle caratteristiche litologiche di questa formazione. In questo settore sono stati individuati probabili livelli di fondovalle fossili con spessori di detrito di versante, proveniente dalla Formazione di Ronco e dalla soprastante Formazione di Antola, superiori ai 20 metri. Questi depositi sono sicuramente pre-quadernari, ascrivibili ipoteticamente al Pliocene in base a considerazioni di tipo geometrico. In alcuni versanti interni, come in alta Val Cassinelle, si osservano depositi di versante spessi alcuni metri costituiti da ghiaie a clasti spigolosi moderatamente selezionati, supporto clastico e scarsa matrice sabbiosa: si tratta di depositi tipo greze litées, tipici di ambiente freddo e secco, legati con buona probabilità all'ultima fase di deterioramento climatico.

### 3.5.2.2 Accumuli di frana

Sulle successioni flyschoidi della Val Polcevera i depositi di frana sono generalmente impostati nei depositi di versante a granulometria più fine. Si attivano come colate, ma perdono rapidamente evidenza morfologica a causa della densa vegetazione.

### 3.5.2.3 Depositi alluvionali

Sono costituiti principalmente da ghiaie medie e grossolane a matrice sabbiosa e da ghiaie e sabbie limose.

I torrenti minori dell'area, sia tributari del Polcevera (che è il principale corso d'acqua dell'area e quello in cui i depositi alluvionali sono più sviluppati), sia sfocianti direttamente in mare, presentano sempre materassi alluvionali costituiti da ghiaie sabbiose, il loro spessore appare inferiore a 1 m nelle aste montane e si incrementa rapidamente allo sbocco della stretta fascia costiera.

Nei corsi d'acqua che sfociano direttamente in mare sono talora presenti lembi di depositi alluvionali ghiaiosi e sabbiosi cementati, con spessore fino ad 1-1,5 m, e nuovamente erosi fino al substrato roccioso. Si tratta di depositi di entità ridotta che hanno riempito i corsi d'acqua già delineati come gli attuali. Il livello di cementazione della matrice è buono e la consistenza è semilapidea. Poiché le fasi di cementazione dei depositi continentali sono solitamente associate a climi caldi, è verosimile che questi depositi si siano cementati durante l'ultima fase di optimum climatico anteriore all'ultimo evento glaciale. Questi depositi non sono stati cartografati perché di entità ridotta e ininfluenti dal punto di vista progettuale.

La Val Polcevera è occupata in buona parte da depositi alluvionali grossolani, con spessori che variano da pochi metri fino a decine di metri di profondità. I dati dei sondaggi mettono in evidenza anche settori con matrice a forte componente limosa e subordinatamente argillosa. Verso lo sbocco a mare tali livelli raggiungono un notevole spessore (pluridecamentrici) ed isolano parzialmente la falda superficiale da quella più profonda, quest'ultima è sede dell'acquifero captato dal campo pozzi di Campi. Considerando i dati derivanti dai sondaggi (es. SPO4 e pozzi Torbella) non sembra esserci continuità all'interno di tali depositi, sia in senso trasversale, che longitudinale. Lo spessore dei depositi alluvionali (Pliocene inferiore) è irregolare poiché suturano una superficie erosiva che, nella zona interessata dal progetto, raggiunge i -30^-35 m rispetto all'attuale livello marino.

## 3.6 DESCRIZIONE GEOLOGICA DEL CANALE DI CALMA

I risultati delle indagini geognostiche condotte in corrispondenza dell'opera in progetto consentono l'individuazione della Formazione dei metabasalti del Monte Figogna e di tre tipologie di deposito non lapideo, distinguibili su base granulometrica:

- terreni a prevalente frazione sabbioso – limosa
- terreni a prevalente frazione argillosa

- terreni a prevalente frazione ghiaiosa

In funzione delle caratteristiche granulometriche, sedimentologiche e paleontologiche è possibile ipotizzare che i primi due litotipi siano riferibili a depositi prevalentemente marini, mentre l'ultimo sia attribuibile ai depositi alluvionali del torrente Polcevera. Anche i depositi alluvionali sfumano verso terreni a prevalente frazione sabbioso – limosa.

I dati derivanti dai sondaggi indicano che i depositi così individuati non presentano una continuità laterale estesa a tutta l'area d'indagine e, conseguentemente, i rispettivi spessori sono diversi nel settore orientale rispetto a quelli riscontrabili nel settore occidentale del canale.

In particolare, con riferimento alla sezione geologica (GEO0002), è possibile definire i seguenti ambiti (le profondità fanno riferimento al livello del mare):

- da progr. 0 a progr. 1+450: nei sondaggi sono stati rinvenuti depositi prevalentemente sabbioso-limosi fino a profondità di circa 55 m al di sotto dei quali si passa a materiali prevalentemente argillosi;
- da progr. 1+450 e 1+900: si segnala la culminazione del substrato di metabasalti, (riscontrata nei sondaggi SJ5 e SJ5bis) a circa 40 m da l.m. al di sotto dei depositi sabbioso limosi;
- da progr. 1+900 a circa 3+100 è stata riscontrata la presenza dei soli depositi sabbioso-limosi fino a fondo foro;
- da circa progr. 3+100 a progr. 4+000: i sondaggi evidenziano la presenza al di sotto dei depositi marini, di terreni a granulometria più grossolana (prevalentemente ghiaiosi con lenti di materiali fini) a profondità di circa 50 m. Considerata la posizione prossima alla foce del Torrente Polcevera è presumibile ipotizzare che si tratti di depositi alluvionali antiche che per loro natura risultano in rapporto di eteropia laterale con i depositi marini.

I depositi prevalentemente marini argillosi ed i depositi prevalentemente alluvionali ascrivibili al torrente Polcevera sembrano essere separati dall'alto morfologico che è stato individuato a circa metà del canale e che è costituito da metabasalti. Questo alto morfologico avrebbe impedito la sedimentazione delle alluvioni nella porzione occidentale. La presenza dei metabasalti si trova in accordo con gli affioramenti presenti immediatamente a nord, cioè sulla porzione continentale dell'area esaminata. In ragione di quanto sopra, anche questo assetto geometrico delle metabasalti dovrà essere tenuto in debita considerazione nell'ambito delle sezioni geotecniche al fine di verificare l'eventuale presenza di cedimenti differenziali che potrebbero esplicarsi in direzione trasversale rispetto allo sviluppo della sezione geologica interpretativa.

I depositi marini di natura prevalentemente sabbioso-limosa suturano poi, verso l'alto, sia i metabasalti sia i depositi marini argillosi sia i depositi alluvionali fino al raggiungimento dell'attuale fondale marino.

- **Metabasalti del Monte Figogna**

Metabasalti massivi ed a cuscinetti, con orizzonti di brecce basaltiche a tessitura fluidale, più raramente si rinvencono filoni massicci a tessitura doleritica. Localmente sono presenti metadioriti in filoni, di spessore da decimetrico a metrico, a tessitura granulare, con fenomeni di autoclastesi ai bordi. I metabasalti si presentano poco deformati; un accenno di scistosità è più evidente dove si osserva lo stiramento dei pillow, che però solo raramente risulta accentuato.

- **Depositi Alluvionali**

Le alluvioni presenti nell'ambito dell'area indagata sono attribuibili al torrente Polcevera, che sfocia direttamente in mare proprio in questa zona; i depositi sono costituiti principalmente da ghiaie medie e grossolane a matrice sabbiosa.

- **Depositi Marini**

Sono caratterizzati da assetti litostratigrafici e da composizione granulometrica estremamente eterogenea: superficialmente i depositi hanno granulometria variabile da sabbie a limi, con percentuali variabili di ghiaia e con consistenza tipicamente da sciolta a mediamente addensata. Questi depositi sovrastano i già descritti Metabasalti ed i depositi alluvionali. Nella porzione occidentale del canale di calma, a profondità variabile da 34 a 41 m, i depositi marini sono costituiti da argille consistenti. Tali depositi si interdigitano nella porzione orientale ai depositi alluvionali ascrivibili al torrente Polcevera.

• **Materiale di Riporto**

Il riempimento antropico, costituito da materiale di svariata natura e pezzatura, si riscontra principalmente in prossimità del rilevato aeroportuale, che è stato costruito anche mediante l'impiego di cassoni; uno spessore ridotto di materiale antropico è comunque presente anche al di fuori delle pertinenze aeroportuali ed in particolare proprio all'interno del canale di calma. Lo spessore del riporto in corrispondenza del rilevato aeroportuale si attesta tra i 16 ed i 17 metri circa, mentre nel canale di calma, ove presente, il materiale antropico raggiunge spessori massimi nell'ordine dei 5 metri.

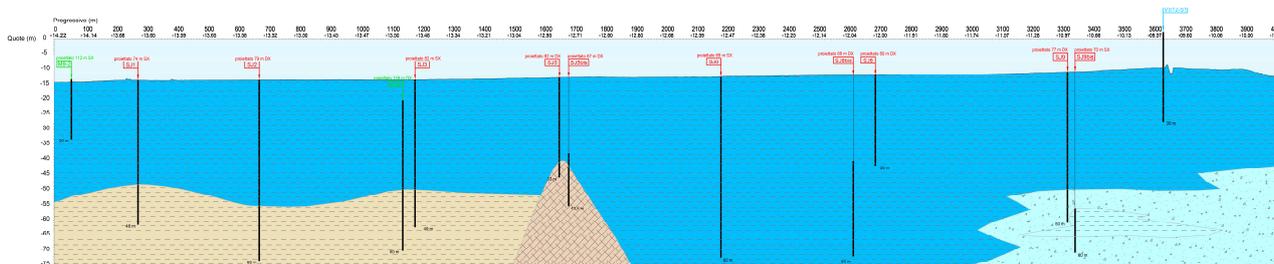


Figura 3-1 Sezione geologica dove risulta visibile l'incisione dei depositi e la porzione minima al centro rappresentata dal substrato roccioso (cfr. elaborato 110729-LL05-PE-DG-GEO-00000-00000-D-GEO0002)

## 4 CARATTERIZZAZIONE DELLE TERRE E ROCCE DA SCAVO

Per la caratterizzazione chimica del materiale sono stati effettuati i campionamenti e le analisi come previsto dalla norma dall'Allegato 2, Del D.M. 161/2012, applicando inoltre quanto indicato in AMB0010 e nelle Appendici B e C di AMB0100.

L'ubicazione dei punti di indagine e di prelievo per la caratterizzazione delle terre è indicata nelle tavole planimetriche allegate al Piano di Utilizzo delle Terre (APG0010), alla carta geologica con l'ubicazione dei punti geognostici (GEO0002) ed in Appendice 1 della relazione sulla quadro ambientale in presenza di amianto (AMB0100).

### 4.1 INDAGINI GEOGNOSTICHE E PRELIEVI PER LA CARATTERIZZAZIONE AMBIENTALE

Di seguito si riportano gli elenchi delle indagini geognostiche eseguite in Ovest Polcevera con sondaggi a carotaggio continuo, la maggior parte dei quali è stata attrezzata con piezometro. A queste tipologie di indagine sono state accompagnate rilievi geomeccanici e con sismica, i cui esiti sono riportati negli elaborati GEO.

Complessivamente, utili anche alle finalità ambientali, sono stati eseguiti 138 sondaggi per un totale complessivo di circa 15 km di perforazioni, la cui quasi totalità a carotaggio continuo.

Tabella 4-1 Sondaggi relativi alla campagna 2006-2007

Sondaggio	Profondità (m)	Tipologia	Inclinazione	Ambito
SGG4	150	carotaggio continuo	verticale	Monterosso
SGG5	190	carotaggio continuo	45°	Varenna
SGG6	150	carotaggio continuo	45°	Amandola
SGG7	40	carotaggio continuo	verticale	Amandola
SGG9	70	carotaggio continuo	verticale	Amandola
SGG10	55	carotaggio continuo	verticale	Voltri e Vesima

Tabella 4-2 Sondaggi eseguiti durante le campagne 2010-2011-2012 per la realizzazione del Progetto Definitivo

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

Sondaggio	Profondità (m)	Tipologia	Inclinazione	Ambito
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
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
RO1bis	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 distruzione 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 4-3 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

Tabella 4-4 Elenco dei sondaggi eseguiti durante la campagna 2015-2016 per le integrazioni del Progetto Definitivo

Sondaggio	Profondità (m)	Tipologia	Inclinazione	Ambito
IG1	35	carotaggio continuo	verticale	Voltri e Vesima
IG3	50	carotaggio continuo	verticale	Voltri e Vesima
IG4	55	carotaggio continuo	verticale	Voltri e Vesima
IG5	35	carotaggio continuo	verticale	Voltri e Vesima
IG6	35	carotaggio continuo	verticale	Voltri e Vesima
IG8	35	carotaggio continuo	verticale	Voltri e Vesima
F2	35	carotaggio continuo	verticale	Voltri e Vesima
F3	35	carotaggio continuo	verticale	Voltri e Vesima
F4	35	carotaggio continuo	verticale	Voltri e Vesima
F6	35	carotaggio continuo	verticale	Voltri e Vesima
F7	35	carotaggio continuo	verticale	Voltri e Vesima
IG7	35	carotaggio continuo	verticale	Voltri e Vesima
IG9	35	carotaggio continuo	verticale	Voltri e Vesima
IG10	35	carotaggio continuo	verticale	Voltri e Vesima
IG11	75	carotaggio continuo	verticale	Voltri e Vesima
IG12	45	carotaggio continuo	verticale	Voltri e Vesima
F8	35	carotaggio continuo	verticale	Voltri e Vesima
F9	35	carotaggio continuo	verticale	Voltri e Vesima
F10	35	carotaggio continuo	verticale	Voltri e Vesima

F11	35	carotaggio continuo	verticale	Voltri e Vesima
F12	35	carotaggio continuo	verticale	Voltri e Vesima
IE1	35	carotaggio continuo	verticale	Genova Ovest
IE2	35	carotaggio continuo	verticale	Genova Ovest
IE3	35	carotaggio continuo	verticale	Torbella
IE4	35	carotaggio continuo	verticale	Torbella
IE5	35	carotaggio continuo	verticale	Torbella
IE6	35	carotaggio continuo	verticale	Torbella
IE7	35	carotaggio continuo	verticale	Bolzaneto
IE8	35	carotaggio continuo	verticale	Bolzaneto
IE9	45	carotaggio continuo	verticale	Bolzaneto
IE10	40	carotaggio continuo	verticale	Bolzaneto

Tabella 4-5 Elenco delle indagini geognostiche svolte negli ambiti di interesse durante la fase di progettazione esecutiva

Sondaggio	Profondità (m)	Tipologia	Inclinazione	Ambito
MP1	570	distruzione 300 e carotaggio 270	35	Monterosso
MP2	680	distruzione 300 e carotaggio 380	50	Monterosso
MP9	420	carotaggio	20	Monterosso
AM1	350	carotaggio	verticale	Amandola
AM1-1	250	distruzione	verticale	Amandola
AM2	350	carotaggio	verticale	Amandola
MP5	240	carotaggio	25	Monterosso
MP6	270	carotaggio	25	Monterosso
MP6-1	250	distruzione	verticale	Monterosso
MP6-2	250	distruzione	verticale	Monterosso
MP7	280	carotaggio	verticale	Monterosso
MP8	280	carotaggio	25	Monterosso
MP8-1 POZZO	250	distruzione	verticale	Monterosso
MP8-2	250	distruzione	verticale	Monterosso
MP8-3	250	distruzione	verticale	Monterosso
MP3	230	carotaggio	verticale	Monterosso
MP4	180	carotaggio	verticale	Monterosso
T1	95	carotaggio	verticale	Galleria Bric del Carmo
T2	85	carotaggio	verticale	Galleria Delle Grazie
T3	100	carotaggio	verticale	Amandola
B1	100	carotaggio	verticale	Amandola
B1-1	100	distruzione	verticale	Amandola
B1-2	100	distruzione	verticale	Amandola
E1	30	carotaggio	verticale	Vesima-Viabilità VS1
E2	30	carotaggio	verticale	Vesima-Viabilità VS2
E3	30	carotaggio	verticale	Voltri-VS3-Via della Brigna

Sondaggio	Profondità (m)	Tipologia	Inclinazione	Ambito
E4	20	carotaggio	verticale	Voltri-VS3-Via della Brigna
E5	30	carotaggio	verticale	Voltri-VS3-Via della Brigna
E6	30	carotaggio	verticale	Imbocco SUD Galleria Bric del Carmo
E7	30	carotaggio	verticale	Viadotto Cerusa - Pile sponda SX
E8	30	carotaggio	verticale	Viadotto Cerusa - Spalla lato GE
E9	30	carotaggio	verticale	Voltri-VS5-Torna indietro A26
E10	30	carotaggio	verticale	Voltri-Viabilità VS4
E11	30	carotaggio	verticale	Viadotto Leiro - Pile in dx torrente
E12	30	carotaggio	verticale	Viadotto Leiro - Pile in dx torrente
E13	30	carotaggio	verticale	Viadotto Leiro - Pile a monte cimitero
E14	30	carotaggio	verticale	Viadotto Leiro - Pile a monte cimitero
E15	30	carotaggio	verticale	Voltri - VS6 - Viabilità da DeRosa
E16	30	carotaggio	verticale	Varenna - Cava Pian di Carlo
E17	30	carotaggio	verticale	Imbocco Monterosso Est
E18	30	carotaggio	verticale	Imbocco Monterosso Est
E19	30	carotaggio	verticale	Imbocco Monterosso Est
E20	30	carotaggio	verticale	Imbocco EST bric du Vento
E21	30	carotaggio	verticale	Interconnession e Bolzaneto - Orpea
E22	30	carotaggio	verticale	Interconnession e Bolzaneto - Mercantile
E23	30	carotaggio	verticale	Interconnession e Bolzaneto - Secca Sud
E24	30	carotaggio	verticale	Interconnession e Bolzaneto - Morego
E25	30	carotaggio	verticale	Interconnession e Bolzaneto - Morego
E26	30	carotaggio	verticale	Interconnession e Bolzaneto - Morego
E27	30	carotaggio	verticale	Imbocco Monterosso Est

Durante le diverse fasi e campagne, sono state svolte attività di campionamento su affioramento, su coltre, dalle cassette catalogatrici e dalle fustelle ambientali.

I prelievi ambientali hanno avuto l'interesse nel contesto territoriale dell'Ovest Polcevera di verificare e studiare soprattutto il contenuto in amianto. La discreta quantità di campioni prelevati ha permesso di approfondire il tema attraverso un'analisi di laboratorio di dettaglio, sia chimica che minero-petrografica.. Allo stesso tempo, l'analisi chimica ha permesso di relazionare la caratterizzazione di laboratorio con il fondo naturale di alcune rocce e di alcuni contesti, riconosciuti anche nella bibliografia scientifica (si veda l'elaborato APG0006-1) e riportata anche nella cartografia geochemica regionale.

Nel corso delle precedenti fasi progettuali, il totale di prelievi ambientali, con analisi chimica di laboratorio è stato di circa 200 campioni, di cui 28 nelle verticali geognostiche eseguite lungo l'impronta dell'opera a mare. A questi si devono aggiungere 96 prelievi sottoposti ad analisi mineropetrografica in sezione sottile, di cui 45 analizzati quantitativamente con la metodica al SEM dedicata al parametro amianto.

Nella fase di progettazione esecutiva, il quadro analitico è stato implementato con il campionamento di ulteriori 133 campioni da sondaggio, da coltre ed in affioramento. A questi si devono aggiungere 165 campioni analizzati in sezione sottile per l'approfondimento qualitativo petrografico ed al SEM per la quantificazione del contenuto di fibre d'amianto.

In generale le analisi complessivamente eseguite (circa 800: 338 per metalli ed idrocarburi, 210 per amianto al SEM e 252 per analisi mineropetrografiche) hanno permesso di dare un quadro pressoché esaustivo del contesto geochimico territoriale a supporto della progettazione.

Tabella 4-6 *Prelievi ambientali eseguiti nelle fasi di progettazione preliminare e definitiva suddivisi per ambiti in Ovest Polcevera*

<b>Ambito Monterosso</b>			
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
<b>Ambito Varenna</b>			
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
<b>Ambito Amandola</b>			
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
<b>Ambito Voltri e Vesima</b>			
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	Galeria 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
IG1	CA1: 0,0-2,0; CA2: 15,0-17,0; CA3: 30-35	2015-16	Opere di imbocco Borgonuovo-SV
IG3	CA1: 0,0-2,0; CA2: 20,0-25,0; CA3: 43-48	2015-16	Opere di imbocco Borgonuovo-SV
IG4	CA1: 0,0-2,0; CA2: 20,0-25,0; CA3: 48-53	2015-16	Opere di imbocco Borgonuovo-SV
IG5	CA1: 0,0-2,0; CA2: 15,0-17,0; CA3: 30-35	2015-16	Opere di imbocco Borgonuovo-GE
IG6	CA1: 0,0-2,0; CA2: 16,0-18,0; CA3: 33-35	2015-16	Opere di imbocco Bric del Carmo -N
IG8	CA1: 0,0-2,0; CA2: 15,0-17,0; CA3: 30-35	2015-16	Opere di imbocco Borgonuovo-GE
F2	CA1: 0,0-2,0; CA2: 15,0-17,0; CA3: 30-35	2015-16	VS01
F3	CA1: 0,0-2,0; CA2: 20.0-21.0; CA3: 30-35	2015-16	VS01
F4	CA1: 0,0-2,0; CA2: 30-35;	2015-16	VS01
F6	CA1: 1,0-3,0; CA2: 15,0-16,0; CA3: 34-35	2015-16	VS02
F7	CA1: 0,0-2,0; CA2: 15,0-17,0; CA3: 30-35	2015-16	galleria Borgonuovo
IG7	CA1: 0,0-2,0; CA2: 15,0-17,0; CA3: 30-35	2015-16	Opere di imbocco Bric del Carmo -S
IG9	CA1: 3.0-4.0; CA2: 10,0-11,0; CA3: 15,0-16.0	2015-16	Opere di imbocco Voltri-GE
IG10	CA1: 0,0-2,0; CA2: 15,0-17,0; CA3: 30-35	2015-16	Opere di imbocco Ciocia-GE
IG11	CA1: 0,0-1,0; CA2: 2,0-3,0; CA3: 3,0-4,0;	2015-16	Opere di imbocco Ciocia-AL
IG12	CA1: 2,0-3,0; CA2: 6,0-7,0; CA3: 11.0-12.0;	2015-16	Opere di imbocco Delle Grazie S
F8	CA1: 0,0-2,0; CA2: 15,0-17,0; CA3: 30-35	2015-16	Opere di imbocco Borgonuovo GE
F9	CA1: 0,0-1,0; CA2: 3.0-4.0; CA3: 6.0-7.0	2015-16	Opere di imbocco Voltri GE
F10	CA1: 0,0-1,0; CA2: 4.0-5.0; CA3: 6.0-7.0	2015-16	versante imbocco Delle Grazie S
F11	CA1: 0,0-1,0; CA2: 3.0-4.0; CA3: 7.0-8.0;	2015-16	versante imbocco Delle Grazie S
F12	CA1: 0,0-1,0; CA2: 2.0-3.0; CA3: 4.0-5.0;	2015-16	versante imbocco Delle Grazie S

Tabella 4-7 Prelievi ambientali eseguiti nelle precedenti fasi di progettazione, suddivisi per ambiti in Est Polcevera

<b>Ambito Genova Ovest</b>			
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
IE1	CA1: 0,0-2,0; CA2: 15,0-17,0; CA3: 30-35	2015-16	Opere di imbocco Moro-GE
IE2	CA1: 0,0-2,0; CA2: 15,0-17,0; CA3: 30-35	2015-16	Opere di imbocco Granarolo-GE
<b>Ambito Torbella e Genova Est</b>			
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
IE3	CA1: 0,0-2,0; CA2: 15,0-17,0; CA3: 30-35	2015-16	Opere di imbocco Granarolo-MI
IE4	CA1: 0,0-2,0; CA2: 15,0-17,0; CA3: 30-35	2015-16	Opere di imbocco Monte Sperone-SV
IE5	CA1: 0,0-2,0; CA2: 15,0-17,0; CA3: 30-35	2015-16	Opere di imbocco Bric du Vento - LI
IE6	CA1: 0,0-2,0; CA2: 15,0-17,0; CA3: 30-35	2015-16	Opere di imbocco Forte Diamante-GE
<b>Ambito Bolzaneto</b>			
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
IE7	CA1: 0,0-2,0; CA2: 15,0-17,0; CA3: 30-35	2015-16	Opere di imbocco Bric du Vento - SV
IE8	CA1: 0,0-2,0; CA2: 15,0-17,0; CA3: 30-35	2015-16	Opere di imbocco Polcevera-SV
IE9	CA1: 0,0-2,0; CA2: 18,0-21,0; CA3: 40-45	2015-16	Opere di imbocco San Rocco N
IE10	CA1: 0,0-2,0; CA2: 18,0-20,0; CA3: 35-40	2015-16	Opere di imbocco Forte Diamante-N
<b>Ambito Opera a mare</b>			
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

Tabella 4-8 Elenco dei campioni ambientali prelevati durante la fase di Progetto Esecutivo

Codice campione	Quota prelievo	Litologia dominante	Ambito	Opera principale di riferimento
F7	32,30-32,40	Serpentiniti	Vesima	VS03C - Galleria Borgonuovo
F6	1,50-4,50	Coltre	Vesima	VS02 - imbocco lato SV Borgonuovo
CA 43	coltre	Coltre	Vesima	Viadotti Vesima
CA 28	coltre	Coltre	Vesima	imbocco Borgonuovo lato SV
CA 72	coltre	Coltre	Vesima	Viadotti Beo/Frana
CA47	coltre	Coltre	Vesima	viadotto Vesima
CA48	coltre	Coltre	Vesima	viadotto Vesima
E1-01	1,00-2,00	Coltre	Vesima	Viadotti Beo/Frana - VS01
E1-02	2,00-3,00	Serpentiniti	Vesima	Viadotti Beo/Frana - VS01
E1-03	18,00-19,0	Calcescisti	Vesima	Viadotti Beo/Frana - VS01
E2-01	1,00-2,00	Coltre	Vesima	VS02
E2-02	2,00-3,00	Coltre	Vesima	VS02
E2-03	18,00-19,0	Calcescisti	Vesima	VS02
SB1	44,8	Serpentiniti	Voltri	Galleria Borgonuovo
SB1	82,5	Serpentiniti	Voltri	Galleria Borgonuovo
IG12	0,50-0,70	Coltre	Voltri	Imbocco Voltri lato GE
IG10	31,50-31,60	Serpentiniti	Voltri	VS04-gallerie Ciocia e delle Grazie
CA 172	coltre	Coltre	Voltri	imbocco Voltri lato SV
CA 128A	affioramento	Serpentiniti	Voltri	imbocco Voltri lato GE

<b>Codice campione</b>	<b>Quota prelievo</b>	<b>Litologia dominante</b>	<b>Ambito</b>	<b>Opera principale di riferimento</b>
CA 72	coltre	Coltre	Voltri	Imbocchi Borgonuovo GE
CA52	coltre	Coltre	Voltri	imbocco Voltri lato GE – Viadotto Leiro
CA55	coltre	Coltre	Voltri	imbocco Voltri lato SV – Viadotto Cerusa
CA58	coltre	Coltre	Voltri	imbocco Voltri lato SV – Viadotto Cerusa
CA62	coltre	Coltre	Voltri	imbocco Voltri lato GE – Viadotto Leiro
CA63	coltre	Coltre	Voltri	imbocco Amandola lato SV – Viadotto Leiro
CA64	coltre	Coltre	Voltri	imbocco Amandola lato SV – VS06
CA 89	affioramento	Serpentiniti	Voltri	Bric del Carmo
CA 94	affioramento		Voltri	Imbocchi Borgonuovo GE e Bric del Carmo
T1-14,00	14	Serpentiniti	Voltri	Bric del Carmo
T1-27,00	27	Metagabbri	Voltri	Bric del Carmo
CA 93	affioramento	Coltre	Voltri	Imbocchi Borgonuovo GE e Bric del Carmo
E3-01	0,00-1,00	Coltre	Voltri	VS03
E3-02	2,00-3,00	Calcescisti	Voltri	VS03
E3-03	18,00-19,0	Calcescisti	Voltri	VS03
E5-01	0,00-1,00	Coltre	Voltri	VS03
E5-02	2,00-3,00	Calcescisti	Voltri	VS03
E5-03	14,00-15,0	Calcescisti	Voltri	VS03
E7-01	0,00-1,00	Coltre	Voltri	Viadotto Cerusa
E7-02	9,00-10,0	Calcescisti	Voltri	Viadotto Cerusa
E7-03	18,00-19,0	Calcescisti	Voltri	Viadotto Cerusa
E8-02	2,00-3,00	Calcescisti	Voltri	Viadotto Cerusa
E8-01	0,00-1,00	Calcescisti	Voltri	Viadotto Cerusa
E8-03	18,00-18,6	Calcescisti	Voltri	Viadotto Cerusa
E9-CA1	0,00-1,00	Coltre	Voltri	VS05
E9-CA2	2,00-4,0	Coltre	Voltri	VS05
E9-CA3	14,00-15,0	Calcescisti	Voltri	VS05
E9-CA4	20,00-22,0	Calcescisti	Voltri	VS05
E10-CA1	0,00-1,00	Coltre	Voltri	VS04- Galleria delle Grazie
E10-CA2	2,00-3,00	Coltre	Voltri	VS04- Galleria delle Grazie
E10-CA3	15,00-15,50	Metagabbri	Voltri	VS04- Galleria delle Grazie
E11-CA1	0,00-1,00	Coltre	Voltri	Viadotto Leiro
E11-CA2	2,00-3,00	Calcescisti	Voltri	Viadotto Leiro
E11-CA4	18,10-19,800	Calcescisti	Voltri	Viadotto Leiro
E11-CA3	15,00-15,500	Calcescisti	Voltri	Viadotto Leiro
E12-CA1	0,00-1,00	Coltre	Voltri	Viadotto Leiro

Codice campione	Quota prelievo	Litologia dominante	Ambito	Opera principale di riferimento
E12-CA2	2,00-3,00	Calcescisti	Voltri	Viadotto Leiro
E12-CA3	15,00-15,50	Calcescisti	Voltri	Viadotto Leiro
E13-CA1	0,00-1,00	Coltre	Voltri	Viadotto Leiro
E13-CA2	2,00-3,00	Calcescisti	Voltri	Viadotto Leiro
E13-CA3	16,00-18,0	Calcescisti	Voltri	Viadotto Leiro
E14-CA1	0,00-1,00	Coltre	Voltri	Viadotto Leiro
E14-CA2	2,00-3,00	Calcescisti	Voltri	Viadotto Leiro
E14-CA3	14,00-16,0	Calcescisti	Voltri	Viadotto Leiro
E15-CA1	0,00-1,00	Coltre	Voltri	Viadotto Leiro
E15-CA2	2,00-3,00	Coltre	Voltri	Viadotto Leiro
E15-CA3	20,00-22,0	Calcescisti	Voltri	Viadotto Leiro
CA 167	coltre	Coltre	Voltri	imbocco Amandola lato SV
CA 71	affioramento	Brecce	Amandola	Galleria Amandola
CA 100	affioramento	Serpentiniti	Amandola	Galleria Amandola
CA 128	affioramento	Serpentiniti	Amandola	Galleria Amandola
CA 131	affioramento	Serpentiniti	Amandola	Galleria Amandola
CA 137	affioramento	Serpentiniti	Amandola	Galleria Amandola
CA 140	affioramento	Serpentiniti	Amandola	Galleria Amandola
CA 143	affioramento	Serpentiniti	Amandola	Galleria Amandola
CA 238	affioramento	Metabasiti	Varenna	Galleria Monterosso
CA 285	affioramento	Serpentiniti	Varenna	imbocchi Amandola - Monterosso
VV1	88,2	Metabasiti	Amandola	Galleria Amandola
CA 17	coltre	Coltre	Varenna	imbocchi Amandola - Monterosso
CA 11	affioramento	Serpentiniti	Varenna	imbocchi Amandola - Monterosso
CA 66	affioramento	Serpentiniti	Varenna	imbocchi Amandola - Monterosso
CA44	affioramento	Serpentiniti	Varenna	Viadotto Varenna
CA 273	affioramento	Serpentiniti	Varenna	imbocchi Amandola - Monterosso
CA 274	affioramento	Serpentiniti	Varenna	imbocchi Amandola - Monterosso
CA 275	affioramento	Serpentiniti	Varenna	imbocchi Amandola - Monterosso
CA 279	affioramento	Serpentiniti	Varenna	imbocchi Amandola - Monterosso
E16-CA1	1,0-2,0	Riperto	Varenna	Imbocco Amandola Ge
E16-CA2	9,0-12,0	Riperto	Varenna	Imbocco Amandola Ge
E16-CA3	16,8-17,0	Metabasiti	Varenna	Imbocco Amandola Ge
E16-CA4	21,0-21,2	Metabasiti	Varenna	Imbocco Amandola Ge
E16-CA5	-21-21,7	Metabasiti	Varenna	Imbocco Amandola Ge
MP7-CA1	250m-274 m	Scisti	Monterosso	Galleria Monterosso

Codice campione	Quota prelievo	Litologia dominante	Ambito	Opera principale di riferimento
MP8-CA1	257 m-272 m	Serpentiniti	Monterosso	Galleria Monterosso
MP7	9,10-9,30	Serpentiniti	Monterosso	Galleria Monterosso
VB11	43,8	Serpentiniti	Monterosso	Galleria Monterosso
VB11	56,5	Serpentiniti	Monterosso	Galleria Monterosso
CON 4	affioramento	Serpentiniti	Monterosso	Galleria Monterosso
MP8	-228,3	Serpentiniti	Monterosso	Galleria Monterosso
MP8	-246,8	Serpentiniti	Monterosso	Galleria Monterosso
MP8	-279,4	Serpentiniti	Monterosso	Galleria Monterosso
CA 36	affioramento	Serpentiniti	Monterosso	Galleria Monterosso
CA 37	affioramento	Serpentiniti	Monterosso	Galleria Monterosso
CA 47	affioramento	Serpentiniti	Monterosso	Galleria Monterosso
MP3	-45	Serpentiniti	Monterosso	Galleria Monterosso
CA 84	affioramento	Serpentiniti	Monterosso	Galleria Monterosso
CA 87	affioramento	Serpentiniti	Monterosso	Galleria Monterosso
CA 115	affioramento	Serpentiniti	Monterosso	Galleria Monterosso
CA 86	affioramento	Serpentiniti	Monterosso	Galleria Monterosso
CA 118-119	affioramento	Serpentiniti	Monterosso	Galleria Monterosso
CA 128	affioramento	Serpentiniti	Monterosso	Galleria Monterosso
CA 129	affioramento	Serpentiniti	Monterosso	Galleria Monterosso
E17-CA1	1,0-2,0	Argilliti	Bolzaneto	Imbocco Monterosso Ge
E17-CA2	14,00-15,0	Argilliti	Bolzaneto	Imbocco Monterosso Ge
E18-CA1	0,00-2,0	Argilliti	Bolzaneto	Imbocco Monterosso Ge
E18-CA2	9,00-10,0	Argilliti	Bolzaneto	Imbocco Monterosso Ge
E18-CA3	19,00-20,0	Argilliti	Bolzaneto	Imbocco Monterosso Ge
E19-CA1	1,0-2,0	Argilliti	Bolzaneto	Imbocco Monterosso Ge
E19-CA2	9,0-12,0	Argilliti	Bolzaneto	Imbocco Monterosso Ge
E28-CA1(E27)	1,0-2,0	Argilliti	Bolzaneto	Imbocco Monterosso Ge
E28-CA2(E27)	9,0-12,0	Argilliti	Bolzaneto	Imbocco Monterosso Ge
EF1-CA1	1,0-2,0	Bolzaneto	Argilliti	Galleria Forte Diamante
EF1-CA2	9,0-12,0	Bolzaneto	Argilliti	Galleria Forte Diamante
E20-CA1	1,0-2,0	Bolzaneto	Argilliti	imbocchi Bric Du Ventu, Baccan e Polcevera, Galleria Polcevera
E21-CA2	14,5-15,0	Bolzaneto	Argilliti	Viadotto Orpea e Viadotto Secca Nord
E22-CA1	0,0-2,5	Bolzaneto	Argilliti	Viadotto Mercantile
E22-CA2	2,5-3,0	Bolzaneto	Argilliti	Viadotto Mercantile
E22-CA3	11,5-12,0	Bolzaneto	Argilliti	Viadotto Mercantile
E23-CA1	0,0-3,0	Bolzaneto	Argilliti	Viadotto Secca sud e Viadotto Mercantile

Codice campione	Quota prelievo	Litologia dominante	Ambito	Opera principale di riferimento
E23-CA2	15-15,5	Bolzaneto	Argilliti	Viadotto Secca sud e Viadotto Mercantile
E24-CA1	1,0-2,0	Bolzaneto	Argilliti	Morego
E24-CA2	11,1-11,2	Bolzaneto	Argilliti	Morego
E25-CA1	1,0-2,0	Bolzaneto	Argilliti	CS19U Descrizion Corpo Stradale da esistente a Galleria Morego Morego IN006
E25-CA2	9,0-12,0	Bolzaneto	Argilliti	CS19U Descrizion Corpo Stradale da esistente a Galleria Morego Morego IN006
E26-CA1	1,0-2,0	Bolzaneto	Argilliti	Morego CS20

Tabella 4-9 Elenco dei prelievi eseguiti per la determinazione quali-quantitativa in amianto effettuati nella fase progettuale precedenti (S, da sondaggio; R, da affioramento)

CAMPIONE	TIPO	Ambito	Unità litologica
<b>Dominio della Val Leira</b>			
GE1 a	R	Borgonuovo	breccia serpent
VV8 58,40-58,70	S	Amandola	breccia serpent
GE1 b	R	Borgonuovo	Serpentiniti (s.l.)
AG70	R	Vesima	Serpentiniti (s.l.)
GE3b	R	Borgonuovo	Serpentiniti (s.l.)
AG71	R	Vesima	Serpentiniti (s.l.)
VV9_1 100,00-100,50	S	Amandola	Serpentiniti (s.l.)
VV9_2 96,20-99,80	S	Amandola	Serpentiniti (s.l.)
VV20 71.70	S	Borgonuovo	Serpentiniti (s.l.)
AG28C01AG	R	Vesima	Serpentiniti (s.l.)
AG26C01AG	R	Vesima	Serpentiniti (s.l.)
AG26C02AG	R	Vesima	Serpentiniti (s.l.)
B23C01B	R	Vesima	Serpentiniti (s.l.)
<b>Unità di Canova</b>			
VV5_1 161,4-161,7	S	Amandola	serp cataclastica
VV5_2 175,2	S	Amandola	Serpentiniti (s.l.)
<b>Zona di deformazione della Val Branega</b>			
SGG7_1 4	S	Amandola	Serpentiniti (s.l.)
SGG7_2 8,5	S	Amandola	Serpentiniti (s.l.)
SGG7_3 12,8	S	Amandola	Lherzoliti (LHP)
SGG7_4 26,5	S	Amandola	Lherzoliti (LHP)
SGG7_5 38,9	S	Amandola	Serpentiniti (s.l.)
SGG7_6 39	S	Amandola	
GE5a	R	Amandola	
GE6	R	Amandola	
GE9	R	Amandola	
SGG6_1 6,6	S	Amandola	
SGG6_2 18,6	S	Amandola	

CAMPIONE	TIPO	Ambito	Unità litologica
SGG6_3 26,6	S	Amandola	
SGG6_4 32,1	S	Amandola	
SGG6_5 37,5	S	Amandola	
SGG6_6 42,1	S	Amandola	
SGG6_7 61,7	S	Amandola	
SGG6_8 87,5	S	Amandola	
VV4_1 38,00-38,50	S	Amandola	breccia serpentinitica
VV4_2 138,6-138,8	S	Amandola	SAC
VV4_3 157,5-158	S	Amandola	serpentinite
AG72	R	Amandola	serp cataclastica
AG73	R	Amandola	breccia serpentinitica
<b>Dominio del Bric Boessa</b>			
RC16.11.01	R	Amandola	Lherzoliti (LHP)
MG 2	R	Amandola	Lherzoliti (LHP)
MG 3	R	Amandola	Lherzoliti (LHP)
<b>Zona di deformazione Val Varenna</b>			
VV1_1 22-24	S	Amandola	serpentinite
VV1_2 24,6	S	Amandola	breccia basalto
VV1_3 38-40	S	Amandola	SAC
VV1_4 55,2-70,5	S	Amandola	breccia metesedimento
VV1_5 69-75	S	Amandola	SAC
VV1_6 75,7	S	Amandola	SAC
VV1_7 115,9	S	Amandola	metabasite
VV1_8 180,2	S	Amandola	metabasite
B17C01B	R	Varenna	serp cataclastica
AG21C01B	R	Varenna	serp cataclastica
VB14_1 18,5	S	Monterosso	serpentinite
VB14_2 160,9	S	Monterosso	serpentinite
VB14_3 239	S	Monterosso	serpentinite
SGG5_1 45	S	Amandola	
SGG5_2 47,3-47,9	S	Amandola	serpentinite
SGG5_3 52,3	S	Amandola	
SGG5_4 54,8	S	Amandola	
SGG5_5 55,4	S	Amandola	
SGG5_6 67,4	S	Amandola	
SGG5_7 103,7	S	Amandola	
SGG5_8 111,6	S	Amandola	
SGG5_9 128,5	S	Amandola	
SGG5_10 130-130,6	S	Amandola	serpentinite
SGG5_11 139,5	S	Amandola	

CAMPIONE	TIPO	Ambito	Unità litologica
<b>Unità Monte Contessa</b>			
AG55C01AG	R	Monterosso	Serpentiniti (s.l.)
AG54C01AG	R	Monterosso	Serpentiniti (s.l.)
B49C01B	R	Monterosso	Serpentiniti (s.l.)
VB11_1 176,5	S	Monterosso	Serpentiniti (s.l.)
VB11_2 174,8	S	Monterosso	Serpentiniti (s.l.)
SGG4_1 106,5	S	Monterosso	
SGG4_2 107,3	S	Monterosso	
SGG4_3 117,4	S	Monterosso	
SGG4_4 120,7	S	Monterosso	
SGG4_5 135,6	S	Monterosso	
SGG4_6 149,5	S	Monterosso	
SGG4_7 57,3	S	Monterosso	
SGG4_8 67,3	S	Monterosso	
SGG4_9 77,8	S	Monterosso	
SGG4_10 97,3	S	Monterosso	
GE16a	R	Monterosso	
GE13c	R	Monterosso	
GE18c	R	Monterosso	
GE19b	R	Monterosso	
GE17b	R	Monterosso	
CA 286 MIMP	R	Monterosso	
<b>Zona di deformazione di Monte Timone</b>			
B51C01B	R	Monterosso	serp venata
B52C01B	R	Monterosso	serpentinite
<b>Zona di deformazione di Scarpino</b>			
GE24b	R	Monterosso	
B1 3C02B	R	Monterosso	oficalcite
AG49C01AG	R	Monterosso	serp cataclastica
AG56C01AG	R	Monterosso	serpentinite
AG02C01B	R	Monterosso	serpentinite

Tabella 4-10 Prelievi eseguiti in affioramento, coltre o in sondaggio per la determinazione dell'amianto durante la fase di progetto esecutivo

CAMPIONE	TIPO	Ambito	Unità litologica
<b>Dominio della Val Leira</b>			
F6-1,50/1,60 + 4,50/4,70	S	Vesima	
CA 53 MM	R	Vesima	Serpentiniti (s.l.)

CAMPIONE	TIPO	Ambito	Unità litologica
CA 43 BM	T	Vesima	
CA 72 MM	T	Vesima	
CA 72 FP	T	Vesima	
CA 47 IM	T	Vesima	
CA 48 IM	T	Vesima	
SB1-44,80	S	Borgonuovo	Scisti actinolítico-cloritici (SAC)
SB1-51,60	S	Borgonuovo	Metabasiti (MB)
SB1-82,50	S	Borgonuovo	Scisti actinolítico-cloritici (SAC)
VV22-169,70	S	Borgonuovo	Metagabbri (MG)
F7-32,30/32,40	S	Borgonuovo	Calcescisti (CS s.l.)
T1-14,00	S	Borgonuovo	Scisti actinolítico-cloritici (SAC)
T1-27,00	S	Borgonuovo	Serpentiniti (s.l.)
T1-28,70	S	Borgonuovo	Serpentiniti (s.l.)
T1-73,60	S	Borgonuovo	Serpentiniti (s.l.)
CA 28 BM	R	Borgonuovo	Serpentiniti (s.l.)
CA 222 BMM	T	Borgonuovo	
IG10-31,50/31,60	S	Voltri	Serpentiniti (s.l.)
IG12-0,50/0,70	S	Voltri	
CA 128 A BMM*	R	Voltri	Serpentiniti (s.l.)
CA 66 FP	R	Voltri	Serpentiniti (s.l.)
CA 89 MIMP	R	Voltri	Serpentiniti (s.l.)
CA 91 MIMP	R	Voltri	Serpentiniti (s.l.)
CA 92 MIMP	R	Voltri	Serpentiniti (s.l.)
CA 93 MIMP	R	Voltri	Scisti actinolítico-cloritici (SAC)
CA 110 MIMP	R	Voltri	Scisti actinolítico-cloritici (SAC)
CA 123 MIMP	R	Voltri	Scisti actinolítico-cloritici (SAC)
CA 128 MIMP	R	Voltri	Serpentiniti (s.l.)
CA 131 MIMP	R	Voltri	Scisti actinolítico-cloritici (SAC)
CA 132 MIMP	R	Voltri	Serpentiniti (s.l.)
CA 137 MIMP	R	Voltri	Serpentiniti (s.l.)
CA 140 MIMP	R	Voltri	Scisti actinolítico-cloritici (SAC)
CA 143 MIMP	R	Voltri	Serpentiniti (s.l.)
CA 175 MIMP	R	Voltri	Scisti actinolítico-cloritici (SAC)
CA 181 MIMP	R	Voltri	Scisti actinolítico-cloritici (SAC)
CA 182 MIMP	R	Voltri	Serpentiniti (s.l.)
CA 183 MIMP	R	Voltri	Scisti actinolítico-cloritici (SAC)
CA 184 MIMP	R	Voltri	Serpentiniti (s.l.)
CA 167 BM	T	Voltri	
CA 172 BM	T	Voltri	
CA FP 24	T	Voltri	

CAMPIONE	TIPO	Ambito	Unità litologica
CA 49 IM	T	Voltri	
CA 50 IM	T	Voltri	
CA 52 IM	T	Voltri	
CA 55 IM	T	Voltri	
CA 57 IM	T	Voltri	
CA 58 IM	T	Voltri	
CA 62 IM	T	Voltri	
CA 63 IM	T	Voltri	
CA 64 IM	T	Voltri	
<b>Unità di Canova</b>			
CA 94 MIMP	R	Amandola	Serpentiniti (s.l.)
CA 95 MIMP	R	Amandola	Serpentiniti (s.l.)
CA 98 MIMP	R	Amandola	Serpentiniti (s.l.)
CA 99 MIMP	R	Amandola	Serpentiniti (s.l.)
CA 100 MIMP	R	Amandola	Serpentiniti (s.l.)
CA 103 MIMP	R	Amandola	Serpentiniti (s.l.)
CA 104 MIMP	R	Amandola	Serpentiniti (s.l.)
CA 111 MIMP	R	Amandola	Serpentiniti (s.l.)
CA 112 MIMP	R	Amandola	Serpentiniti (s.l.)
CA 125 MIMP	R	Amandola	Serpentiniti (s.l.)
CA 70 FP	R	Amandola	Serpentiniti (s.l.)
CA 71 FP	R	Amandola	Serpentiniti (s.l.)
BRA 1 CP + A167	R	Amandola	Serpentiniti (s.l.)
BRA 2 CP	R	Amandola	Serpentiniti (s.l.)
BRA 3 CP	R	Amandola	Serpentiniti (s.l.)
BRA 4 CP	R	Amandola	Serpentiniti (s.l.)
CA 140 FP a	R	Amandola	Serpentiniti (s.l.)
CA 140 FP b	R	Amandola	Serpentiniti (s.l.)
CA 141 FP	R	Amandola	Serpentiniti (s.l.)
<b>Zona di deformazione della Val Branega</b>			
BRA 5 CP	R	Amandola	Serpentiniti (s.l.)
BRA 6 CP	R	Amandola	Serpentiniti (s.l.)
BRA 7 CP	R	Amandola	Lherzoliti (LHP)
BRA 8 CP	R	Amandola	Lherzoliti (LHP)
C09RC	R	Amandola	Serpentiniti (s.l.)
C05RC	R	Amandola	Serpentiniti (s.l.)
<b>Dominio del Bric Boessa</b>			
AM1 -27,10	S	Amandola	Serpentiniti (s.l.)
AM1 -42,50	S	Amandola	Serpentiniti (s.l.)
AM1 -42,90	S	Amandola	Lherzoliti (LHP)

CAMPIONE	TIPO	Ambito	Unità litologica
AM1 -60,00	S	Amandola	Serpentiniti (s.l.)
AM1 -70,00	S	Amandola	Serpentiniti (s.l.)
AM1 -87,30	S	Amandola	Serpentiniti (s.l.)
AM1-180,00	S	Amandola	Serpentiniti (s.l.)
AM1 -234,40	S	Amandola	Serpentiniti (s.l.)
AM1 -262,80	S	Amandola	Serpentiniti (s.l.)
AM1 -269,50	S	Amandola	Serpentiniti (s.l.)
AM1 -272,70	S	Amandola	Serpentiniti (s.l.)
AM1 -278,40	S	Amandola	Serpentiniti (s.l.)
AM1 -280	S	Amandola	Serpentiniti (s.l.)
AM1-281,50	S	Amandola	Serpentiniti (s.l.)
AM2 -24,30	S	Amandola	Serpentiniti (s.l.)
AM2 -50,80	S	Amandola	Serpentiniti (s.l.)
AM2 -83,80	S	Amandola	Serpentiniti (s.l.)
AM2 -87,80	S	Amandola	Serpentiniti (s.l.)
AM2-93,00	S	Amandola	Serpentiniti (s.l.)
AM2 -117,50	S	Amandola	Serpentiniti (s.l.)
AM2 -133,40	S	Amandola	Serpentiniti (s.l.)
AM2 -186,70	S	Amandola	Serpentiniti (s.l.)
AM2 -198,50	S	Amandola	Serpentiniti (s.l.)
AM2 -203,00	S	Amandola	Serpentiniti (s.l.)
AM2 -277,50	S	Amandola	Serpentiniti (s.l.)
AM2 -229,40	S	Amandola	Serpentiniti (s.l.)
AM2 -267,10	S	Amandola	Serpentiniti (s.l.)
AM2-349,50	S	Amandola	Serpentiniti (s.l.)
CA 131 FP	R	Amandola	Lherzoliti (LHP)
CA 132 FP	R	Amandola	Lherzoliti (LHP)
CA 134 FP**	R	Amandola	Lherzoliti (LHP)
CA 136 FP	R	Amandola	Serpentiniti (s.l.)
<b>Zona di deformazione Val Varenna</b>			
VV1-88,2	S	Amandola	Calcescisti (CS s.l.)
CA 11 BM	R	Amandola-Varenna-Monterosso	Serpentiniti (s.l.)
CA 178 BM	R	Amandola-Varenna-Monterosso	Serpentiniti (s.l.)
CA 193 BMM	R	Amandola-Varenna-Monterosso	Metabasiti (MB)
CA 44 IM	R	Amandola-Varenna-Monterosso	Serpentiniti (s.l.)
CA 51 FP	R	Amandola-Varenna-Monterosso	Scisti actinolitico-cloritici (SAC)
CA 238 MIMP	R	Amandola-Varenna-Monterosso	Metabasiti (MB)
CA 273 MIMP	R	Amandola-Varenna-Monterosso	Serpentiniti (s.l.)
CA 274 MIMP	R	Amandola-Varenna-Monterosso	Serpentiniti (s.l.)
CA 275 MIMP	R	Amandola-Varenna-Monterosso	Serpentiniti (s.l.)

CAMPIONE	TIPO	Ambito	Unità litologica
CA 276 MIMP	R	Amandola-Varenna-Monterosso	Metabasiti (MB)
CA 278 MIMP	R	Amandola-Varenna-Monterosso	Serpentiniti (s.l.)
CA 279 MIMP	R	Amandola-Varenna-Monterosso	Serpentiniti (s.l.)
CA 280 MIMP	R	Amandola-Varenna-Monterosso	Serpentiniti (s.l.)
E16-21,70	S	Varenna	Metabasiti (MB)
CA 17 BM	T	Varenna	Serpentiniti (s.l.)
CA 46 IM	T	Varenna	Serpentiniti (s.l.)
<b>Unità Monte Contessa</b>			
VB11-43,80	S	Monterosso	Serpentiniti (s.l.)
VB11-56,50	S	Monterosso	Serpentiniti (s.l.)
MP8-228,30	S	Monterosso	Serpentiniti (s.l.)
MP8-246,80	S	Monterosso	Serpentiniti (s.l.)
MP8-279,40	S	Monterosso	Serpentiniti (s.l.)
CON 4	R	Monterosso	Serpentiniti (s.l.)
CON 7***	R	Monterosso	Serpentiniti (s.l.)
CA 115 FP	R	Monterosso	Serpentiniti (s.l.)
CA 117 FP	R	Monterosso	Serpentiniti (s.l.)
CA 118-119 FP	R	Monterosso	Serpentiniti (s.l.)
CA 128 FP****	R	Monterosso	Serpentiniti (s.l.)
CA 129 FP	R	Monterosso	Serpentiniti (s.l.)
CA 130 FP	R	Monterosso	Scisti actinolitico-cloritici (SAC)
CA 165 MIMP	R	Monterosso	Serpentiniti (s.l.)
CA 282 MIMP a,b,c	R	Monterosso	Serpentiniti (s.l.)
CA 285 MIMP	R	Monterosso	Serpentiniti (s.l.)
CA 286 MIMP	R	Monterosso	Serpentiniti (s.l.)
<b>Zona di deformazione di Monte Timone</b>			
MP5-191,50	S	Monterosso	Serpentiniti di Case Bardane (SPV)
MP7-2,00/2,35	S	Monterosso	Serpentiniti di Case Bardane (SPV)
MP7-4,50/5,00	S	Monterosso	Serpentiniti di Case Bardane (SPV)
MP7-8,50/8,80	S	Monterosso	Serpentiniti di Case Bardane (SPV)
MP7-9,10/9,30	S	Monterosso	Serpentiniti di Case Bardane (SPV)
MP7-13,40/13,70	S	Monterosso	Serpentiniti di Case Bardane (SPV)
MP7-27,50/27,70	S	Monterosso	Serpentiniti di Case Bardane (SPV)
MP7-40,00/40,20	S	Monterosso	Serpentiniti di Case Bardane (SPV)
CA 36 FP	R	Monterosso	Serpentiniti di Case Bardane (SPV)
CA 37 FP	R	Monterosso	Serpentiniti di Case Bardane (SPV)
CA 39 FP	R	Monterosso	Serpentiniti di Case Bardane (SPV)
CA 47 FP	R	Monterosso	Serpentiniti di Case Bardane (SPV)
CA 69 FP	R	Monterosso	Serpentiniti di Case Bardane (SPV)
<b>Unità Serra</b>			

CAMPIONE	TIPO	Ambito	Unità litologica
MP3 -102,50	S	Monterosso	Metabasalti del Monte Figogna (MBF)
MP4-43,00	S	Monterosso	Metabasalti del Monte Figogna (MBF)
CA 48 FP	R	Monterosso	Scisti filladici del Monte Larvego (LRV)
<b>Zona di deformazione di Scarpino</b>			
MP3-45	S	Monterosso	Serpentiniti del Bric dei Corvi (SPF)
CA 84 FP	R	Monterosso	Serpentiniti del Bric dei Corvi (SPF)
CA 86 FP	R	Monterosso	Serpentiniti del Bric dei Corvi (SPF)
CA 87 FP	R	Monterosso	Serpentiniti del Bric dei Corvi (SPF)
<b>Dominio Bric del Teiolo</b>			
MP1 -387,70	S	Monterosso	Metabasalti del Monte Figogna (MBF)
MP1-467,60	S	Monterosso	Metabasalti del Monte Figogna (MBF)

## 5 SINTESI DEI DATI ANALITICI DI LABORATORIO

Di seguito si riportano in sintesi i prelievi ambientali sottoposti ad analisi chimica effettuati nelle diverse fasi progettuali in conformità del D.M. 161/2012 per la caratterizzazione ambientale finalizzate alla definizione di sottoprodotto delle terre e rocce da scavo. I dati degli esiti analitici completi sono in allegato al Piano di utilizzo approvato, sia in forma tabellare sia nel dettaglio dei certificati analitici.

Per tutte le considerazioni di carattere ambientale sulle rocce da scavo si rimanda, oltre che al Piano di Utilizzo, alla relazione di progetto definitivo APG0006-1 ed al documento sul quadro ambientale relativo alla presenza di amianto, AMB0100, con relativi allegati (AMB0101) e profili previsionali (AMB0102 e seguenti).

I prelievi eseguiti, e di conseguenza gli esiti analitici, sono stati finalizzati a dimostrare la peculiarità del contesto territoriale e geologico soprattutto in Ovest Polcevera.

Le rocce attraversate, come ricordato, sono caratterizzate da un contenuto naturale con concentrazioni superiori ai limiti di legge, soprattutto in alcuni metalli pesanti (ad es. cromo, nichel, vanadio e cobalto). Allo stesso tempo, le litologie sono qualificate come potenzialmente amiantifere: negli ambiti di Ovest Polcevera, sono riportate delle tabelle di sintesi con il valore in mg/kg per ciascun campione ed il peso percentuale riferito alle principali famiglie di minerali asbestiferi, serpentino (Crisotilo-Antigorite) o anfiboli (Tremolite-Actinolite).

Ogni ambito è descritto da una serie di tabelle che contemplano le WBS principali.

Sono stati riportati anche ambiti anche di non competenza del lotto di interesse. Questo dettaglio è stato riportato a dimostrazione che gli ammassi rocciosi interferiti, caratterizzati dai contenuti anomali di cui sopra, non sono limitati ad un unico ambito di scavo e di riutilizzo, ovvero è il particolare ed unico contesto unico geologico-ambientale che raccoglie più ambiti (ad es. Voltri e Vesima associati ad Amandola e parte della Monterosso). Con questa logica, sebbene non sia caratterizzata da particolari criticità chimiche, anche l'est Polcevera è raccolto in un unico contesto geologico ambientale per l'attraversamento di rocce di origine sedimentaria, interessate dalla stessa evoluzione tetto-metamorfica.

### 5.1 AMBITO VESIMA-VOLTRI

Di seguito si elencano le WBS principali con scavi e riutilizzi in sotterraneo previsti nell'ambito:

*Tabella 5-1 Elenco delle WBS previste in ambito Voltri-Vesima, caratterizzate da lavorazioni di scavo e riutilizzo in sotterraneo*

WBS	Descrizione WBS
<b>GN02A</b>	Galleria Bric Del Carmo - G9T - 842,00 ml - da pk 309,95 a pk 350,00
<b>GN02B</b>	Galleria Bric Del Carmo - G8T - 842,00 ml - da pk 350,00 a pk 1151,95
<b>GN02U</b>	Galleria Bric Del Carmo - G8T - G9T - 842,00 ml
<b>GN03E</b>	Galleria Voltri carr. Est
<b>GN03W</b>	Galleria Voltri carr. Ovest
<b>GN04A</b>	Galleria Ciocia - G10T - ramo direzione AL - 382,56 ml - da pk 165,41 a pk 254,02
<b>GN04B</b>	Galleria Ciocia - G7T - ramo direzione AL - 382,56 ml - da pk 254,02 a pk 340,00
<b>GN04C</b>	Galleria Ciocia - CAMERONE 8 - ramo direzione AL - 382,56 ml - da pk 340,00 a pk 411,00
<b>GN04D</b>	Galleria Ciocia - G3T - ramo direzione AL - 382,56 ml - da pk 411,00 a pk 547,97
<b>GN04U</b>	Galleria Ciocia - G3T - G7T - G10T - CAMERONE 8 - ramo direzione AL - 382,56 ml
<b>GN05U</b>	Galleria Delle Grazie - G11T - 1.327,14 ml - da pk 86+31 a pk 1400,00
<b>CU01E</b>	Cunicolo di drenaggio Galleria Borgonuovo
<b>CU02U</b>	Cunicolo di drenaggio Galleria Ciocia
<b>CU03U</b>	Cunicolo di drenaggio Galleria Delle Grazie

Nella tabella seguente sono riportate l'elenco per WBS principali delle opere all'aperto da realizzare all'interno dell'ambito di interesse.

Si ravvisa che nella tabella non sono state inserite le parti d'opera relative alle interferenze idrauliche, impianti, muri, presidi e tombini idraulici, ecc. perché parti d'opera comunque contemplate nelle WBS segnalate:

*Tabella 5-2 Elenco delle WBS previste in ambito Voltri-Vesima, caratterizzate da lavorazioni di scavo e riutilizzo all'aperto*

<b>WBS</b>	<b>Descrizione WBS</b>
<b>CO01E</b>	Cantiere Operativo di Imbocco Galleria Borgonuovo lato LI - (Est)
<b>CO02S</b>	Cantiere Operativo di Imbocco Galleria Bric del Carmo Imbocco Sud
<b>CO03C</b>	Campo Operativo Pile Viadotto Cerusa
<b>CO03E</b>	Cantiere Operativo Imbocco Galleria Voltri lato LI - (Est)
<b>CO03L</b>	Campo Operativo Pile Viadotto Leiro
<b>CO03W</b>	Cantiere Operativo Imbocco Galleria Voltri lato SV - (Ovest)
<b>CO04N</b>	Cantiere Operativo Imbocco Galleria Ciocia lato AL (Nord) - Imbocco Nord
<b>CO05S</b>	Cantiere Operativo Imbocco Galleria Delle Grazie - lato SUD - A10
<b>CO06W</b>	Cantiere Operativo Imbocco Galleria Amandola lato SV - (Ovest)
<b>CS04U</b>	Corpo stradale - Ampliamento V.tto Cerusa Esistente a Gall. Bric Del Carmo
<b>CS12U</b>	Corpo stradale - Gall. Ciocia a V.tto Casanova
<b>CS13U</b>	Corpo stradale - V.tto Casanova a Gall. Pero Grosso
<b>CS14U</b>	Corpo stradale - Gall. Delle Grazie a V.tto Leiro Esistente
<b>GF02S</b>	Sistemazione finale Imbocco Galleria Bric Del Carmo Sud
<b>GF04N</b>	Sistemazione finale Imbocco Galleria Ciocia lato Alessandria
<b>GF05E</b>	Sistemazione finale Imbocco Galleria delle Grazie lato Voltri
<b>GI02A</b>	Artificiale Imbocco Galleria Bric Del Carmo Sud
<b>GI02B</b>	Artificiale Imbocco Galleria Bric Del Carmo Nord
<b>GI04A</b>	Artificiale Imbocco Galleria Ciocia - lato LI - (Est) - 24,77 ml
<b>GI04B</b>	Artificiale Imbocco Galleria Ciocia - lato AL - (Nord)
<b>GI05A</b>	Artificiale Imbocco Galleria Delle Grazie lato - A10 - dir. GE / LI
<b>IB01E</b>	Imbocco Galleria Borgonuovo lato Est
<b>IB02S</b>	Imbocco Galleria Bric Del Carmo Sud
<b>IB03E</b>	Imbocco Galleria Voltri lato Est
<b>IB03E</b>	Imbocco Galleria Voltri lato Est
<b>IB03W</b>	Imbocco Galleria Voltri lato Ovest
<b>IB03W</b>	Imbocco Galleria Voltri lato Ovest
<b>IB04N</b>	Imbocco Galleria Ciocia lato Alessandria
<b>IB05E</b>	Imbocco Galleria Delle Grazie lato Voltri
<b>IB06W</b>	Imbocco Galleria Amandola lato Ovest
<b>IN003</b>	Deviazione Viabilità
<b>VA18E</b>	Ampliamento Viadotto Cerusa Esistente
<b>VA19N</b>	Ampliamento Viadotto Casanova
<b>VA20E</b>	Ampliamento Viadotto Leiro Esistente
<b>VI01E</b>	Viadotto Cerusa carr. Est - 366,76 ml -
<b>VI01W</b>	Viadotto Cerusa carr. Ovest
<b>VI02E</b>	Viadotto Leiro carr. Est - 357,20 ml -
<b>VI02W</b>	Viadotto Leiro carr. Ovest - 352,75 ml -
<b>VS005</b>	Viabilità' di Servizio Voltri - Accesso carreggiata dir. Sud A26
<b>VS015</b>	Viabilità di servizio Voltri - Pista di cantiere su torrente Leiro
<b>VS03A</b>	Viabilità' di Servizio Voltri - Accesso all'imbocco Est Galleria Borgonuovo- tratto A
<b>VS03B</b>	Viabilità' di Servizio Voltri - Accesso all'imbocco Est Galleria Borgonuovo- tratto B
<b>VS03C</b>	Viabilità' di Servizio Voltri - Accesso all'imbocco Est Galleria Borgonuovo- tratto C
<b>VS04A</b>	Viabilità' di Servizio Voltri - Accesso all'imbocco Gallerie Voltri- tratto A

WBS	Descrizione WBS
VS04B	Viabilità di Servizio Voltri - Accesso all'imbocco Gallerie Voltri- tratto B
VS04C	Viabilità di Servizio Voltri - Accesso all'imbocco Gallerie Voltri- tratto C
VS04D	Viabilità di Servizio Voltri - Accesso all'imbocco Gallerie Voltri- tratto D
VS06A	Viabilità di Servizio Voltri - Accesso all'imbocco Savona della galleria Amandola -6A-
VS06B	Viabilità di Servizio Voltri - Accesso all'imbocco Savona della galleria Amandola- 6B-
VS11A	Viabilità di servizio - Pista di cantiere accesso piazzale Galleria delle Grazie-11A
VS11B	Viabilità di servizio - Pista di cantiere accesso piazzale Galleria delle Grazie-11B

Tabella 5-3 Sintesi degli esiti analitici sui campioni prelevati nell'ambito Voltri-Vesima

SIGLA CAMPIONE	Prof.	data	Ambito	Litologia dominante	Opera	WBS principali di riferimento	CSC rif Tab 1	note
VV16-CA1	25.0-25.2	PD2010	Voltri	Scisti actinolitici	Imbocco Voltri lato SV - Gallerie Voltri	GN03E GN03W IB03W VS04B	< B	fondo naturale
RO1-CA1	30.0-30.2	PD2010	Voltri	Calcescisti	Gallerie delle Grazie	GN04U IB05E	< A	
IG9 - B1	0.50-1.00	PD2016	Voltri	coltre	imbocco lato sud delle Grazie e galleria delle Grazie	IB05U GN05U	< A	
IG9 - B2	2.70-3.00	PD2016	Voltri	Calcescisti	imbocco lato sud delle Grazie e galleria delle Grazie	IB05U GN05U	< A	
IG9 - B3	6.00-6.30	PD2016	Voltri	Calcescisti	imbocco lato sud delle Grazie e galleria delle Grazie	IB05U GN05U	< A	
IG11 - B1	0.50-1.50	PD2016	Voltri	Calcescisti	imbocco lato AL Ciocia e gallerie Ciocia e delle Grazie lato nord, VS04A e VS04D	IB04U GN04U GN05U VS04A VS04D	< A	
IG11 - B2	2.80-3.00	PD2016	Voltri	Calcescisti	imbocco lato AL Ciocia e gallerie Ciocia e delle Grazie lato nord, VS04A e VS04D	IB04U GN04U GN05U VS04A VS04D	< A	
IG11 - B3	8.40-8.80	PD2016	Voltri	Calcescisti	imbocco lato AL Ciocia e gallerie Ciocia e delle Grazie lato nord, VS04A e VS04D	IB04U GN04U GN05U VS04A VS04D	< A	
IG12 - B1	1.00-1.40	PD2016	Voltri	coltre	imbocco Voltri GE e gallerie Voltri	GN03W GN03E IB03E	< A	
IG12 - B2	4.50-4.85	PD2016	Voltri	coltre	imbocco Voltri GE e gallerie Voltri	GN03W GN03E IB03E	< A	
IG12 - B3	8.00-8.20	PD2016	Voltri	Calcescisti	imbocco Voltri GE e gallerie Voltri	GN03W GN03E IB03E	< A	
F9 - B1	2.80-3.00	PD2016	Voltri	coltre	imbocco Voltri GE e gallerie Voltri	GN03W GN03E IB03E	< A	
F9 - B2	5.00-5.30	PD2016	Voltri	Calcescisti	imbocco Voltri GE e gallerie Voltri	GN03W GN03E IB03E	< A	
F9 - B3	8.00-8.30	PD2016	Voltri	Calcescisti	imbocco Voltri GE e gallerie Voltri	GN03W GN03E IB03E	< A	
F8 - CA1	0.50-1.50		Voltri	Calcescisti	imbocco Borgonuovo GE, viadotto Cerusa e rampa 3 di interconnessione	IB01E VI01	< A	
IG6 - CA1	0.50-1.00	PD2016	Voltri	Calcescisti	imbocco Bric del Carmo - N e galleria B del Carmo	GN02 IB01E	< A	

SIGLA CAMPIONE	Prof.	data	Ambito	Litologia dominante	Opera	WBS principali di riferimento	CSC rif Tab 1	note
IG6 - CA2	3.60-4.00	PD2016	Voltri	Calcescisti	imbocco Bric del Carmo - N e galleria B del Carmo	GN02 IB01E	< A	
IG6 - CA3	5.00-5.40	PD2016	Voltri	Calcescisti	imbocco Bric del Carmo - N e galleria B del Carmo	GN02 IB01E	< A	
F10 - n° 3	7.00-7.20	PD2016	Voltri	Calcescisti	imbocco lato sud 'delle Grazie e galleria delle Grazie	IB05U GN05U	< A	
F10 - n° 1	0.70-1.00	PD2016	Voltri	Coltre	imbocco lato sud 'delle Grazie e galleria delle Grazie	IB05U GN05U	< A	
F10 - n° 2	2.70-3.00	PD2016	Voltri	Coltre	imbocco lato sud 'delle Grazie e galleria delle Grazie	IB05U GN05U	< A	
F11 - n° 2	5.50-5.80	PD2016	Voltri	Calcescisti	imbocco lato sud 'delle Grazie e galleria delle Grazie	IB05U GN05U	< A	
F11 - n° 3	8.50-8.80	PD2016	Voltri	Calcescisti	imbocco lato sud 'delle Grazie e galleria delle Grazie	IB05U GN05U	< A	
F11 - n° 1	0.50-1.00	PD2016	Voltri	Coltre	imbocco lato sud 'delle Grazie e galleria delle Grazie	IB05U GN05U	< A	
F12 - n° 1	2.70-3.00	PD2016	Voltri	Coltre	imbocco lato sud 'delle Grazie e galleria delle Grazie	IB05U GN05U	< A	
F12 - n° 2	6.00-6.30	PD2016	Voltri	Coltre	imbocco lato sud 'delle Grazie e galleria delle Grazie	IB05U GN05U	< A	
F12 - n° 3	8.40-8.80	PD2016	Voltri	Coltre	imbocco lato sud 'delle Grazie e galleria delle Grazie	IB05U GN05U	< A	
IG10 - CA1	0.50-1.00 m	PD2016	Voltri	Coltre	gallerie Ciocia e Voltri, delle Grazie lato nord e VS04C	GN04U GN03E GN03W GN05U VS04C	fondo naturale	
IG10 - CA2	3.00-3.50 m	PD2016	Voltri	Calcescisti	gallerie Ciocia e Voltri, delle Grazie lato nord e VS04C	GN04U GN03E GN03W GN05U VS04C	fondo naturale	
IG10 - CA3	8.50-9.00 m	PD2016	Voltri	Calcescisti	gallerie Ciocia e Voltri, delle Grazie lato nord e VS04C	GN04U GN03E GN03W GN05U VS04C	fondo naturale	
CA 167	coltre	PE 2017-2018	Voltri	Coltre	imbocco Amandola lato SV	IB06E VS06	< B	fondo naturale
IG12	0,50-0,70	PE 2017-2018	Voltri	Coltre	imbocco Voltri GE e gallerie Voltri	GN03W GN03E IB03E	< B	fondo naturale
CA 172	coltre	PE 2017-2018	Voltri	Coltre	imbocco Voltri lato SV - Gallerie Voltri	GN03E GN03W IB03W VS04B	fondo naturale	
CA 128A	affioramento	PE 2017-2018	Voltri	Serpentiniti	imbocco Borgonuovo GE	IB01E	fondo naturale	
CA 72	coltre	PE 2017-2018	Voltri	Coltre	imbocco Borgonuovo GE	IB01E	fondo naturale	
CA52	coltre	PE 2017-2018	Voltri	Coltre	imbocco Voltri GE e gallerie Voltri	GN03W GN03E IB03E	fondo naturale	

SIGLA CAMPIONE	Prof.	data	Ambito	Litologia dominante	Opera	WBS principali di riferimento	CSC rif Tab 1	note
CA55	coltre	PE 2017-2018	Voltri	Coltre	Imbocco Voltri lato SV - Viadotto Cerusa Pila 2	IB03W VI001	< B	fondo naturale
CA58	coltre	PE 2017-2018	Voltri	Coltre	Imbocco Voltri lato SV - Viadotto Cerusa Pila 3	IB03W VI001	fondo naturale	
CA62	coltre	PE 2017-2018	Voltri	Coltre	imbocco Voltri GE e Viadotto Leiro Pila 2	IB03E VI002	< B	fondo naturale
CA63	coltre	PE 2017-2018	Voltri	Coltre	imbocco Amandola lato SV e Viadotto Leiro Pila 3	IB06E VI002	< B	fondo naturale
CA64	coltre	PE 2017-2018	Voltri	Coltre	imbocco Amandola lato SV e VS006	IB06E VS06	fondo naturale	
CA 89	affioramento	PE 2017-2018	Voltri	Serpentiniti	Bric del Carmo	IB002	fondo naturale	
CA 94	affioramento	PE 2017-2018	Voltri		Imbocchi Borgonuovo GE e Carmo	IB01E VI001	fondo naturale	
T1-14,00	14	PE 2017-2018	Voltri	Serpentiniti	Bric del Carmo	IB002	fondo naturale	
T1-27,00	27	PE 2017-2018	Voltri	Metagabbri	Bric del Carmo	IB002	fondo naturale	
CA 93	affioramento	PE 2017-2018	Voltri	Coltre	Imbocchi Borgonuovo GE e Carmo	IB01E VI001	fondo naturale	
E3-01	0,00-1,00	PE 2017-2018	Voltri	Coltre	Viabilità di servizio	VS03	< B	
E3-02	2,00-3,00	PE 2017-2018	Voltri	Calcescisti	Viabilità di servizio	VS03	< B	
E3-03	18,00-19,0	PE 2017-2018	Voltri	Calcescisti	Viabilità di servizio	VS03	< A	
E5-01	0,00-1,00	PE 2017-2018	Voltri	Coltre	Viabilità di servizio	VS03	< B	
E5-02	2,00-3,00	PE 2017-2018	Voltri	Calcescisti	Viabilità di servizio	VS03	< B	fondo naturale
E5-03	14,00-15,0	PE 2017-2018	Voltri	Calcescisti	Viabilità di servizio	VS03	< A	
E7-01	0,00-1,00	PE 2017-2018	Voltri	Coltre	Viadotto Cerusa - Pile sponda SX	VI001	< B	fondo naturale
E7-02	9,00-10,0	PE 2017-2018	Voltri	Calcescisti	Viadotto Cerusa - Pile sponda SX	VI001	< A	
E7-03	18,00-19,0	PE 2017-2018	Voltri	Calcescisti	Viadotto Cerusa - Pile sponda SX	VI001	< A	
E8-02	2,00-3,00	PE 2017-2018	Voltri	Calcescisti	Viadotto Cerusa - Spalla lato GE	VI001	< A	
E8-01	0,00-1,00	PE 2017-2018	Voltri	Calcescisti	Viadotto Cerusa - Spalla lato GE	VI001	< A	
E8-03	18,00-18,6	PE 2017-2018	Voltri	Calcescisti	Viadotto Cerusa - Spalla lato GE	VI001	< A	
E9-CA1	0,00-1,00	PE 2017-2018	Voltri	Detrito di versante	Voltri-VS5-Torna indietro A26	VS005	< A	
E9-CA2	2,00-4,0	PE 2017-2018	Voltri	Detrito di versante	Voltri-VS5-Torna indietro A26	VS005	< B	fondo naturale
E9-CA3	14,00-15,0	PE 2017-2018	Voltri	Calcescisti	Voltri-VS5-Torna indietro A26	VS005	< B	
E9-CA4	20,00-22,0	PE 2017-2018	Voltri	Calcescisti	Voltri-VS5-Torna indietro A26	VS005	< A	
E10-CA1	0,00-1,00	PE 2017-2018	Voltri	Coltre	VS04A- Galleria delle Grazie	VS04A GN05U	< B	fondo naturale
E10-CA2	2,00-3,00	PE 2017-2018	Voltri	Coltre	VS04A- Galleria delle Grazie	VS04A GN05U	fondo naturale	
E10-CA3	15,00-15,50	PE 2017-2018	Voltri	Metagabbri	VS04A- Galleria delle Grazie	VS04A GN05U	< B	fondo naturale
E11-CA1	0,00-1,00	PE 2017-2018	Voltri	Coltre	Viadotto Leiro - Pile in dx torrente	VI002	< B	
E11-CA2	2,00-3,00	PE 2017-2018	Voltri	Calcescisti	Viadotto Leiro - Pile in dx torrente	VI002	< B	
E11-CA4	18,10-19,800	PE 2017-2018	Voltri	Calcescisti	Viadotto Leiro - Pile in dx torrente	VI002	< A	
E11-CA3	15,00-15,500	PE 2017-2018	Voltri	Calcescisti	Viadotto Leiro - Pile in dx torrente	VI002	< B	
E12-CA1	0,00-1,00	PE 2017-2018	Voltri	Coltre	Viadotto Leiro - Pile in dx torrente	VI002	< B	
E12-CA2	2,00-3,00	PE 2017-2018	Voltri	Calcescisti	Viadotto Leiro - Pile in dx torrente	VI002	< B	
E12-CA3	15,00-15,50	PE 2017-2018	Voltri	Calcescisti	Viadotto Leiro - Pile in dx torrente	VI002	< A	

SIGLA CAMPIONE	Prof.	data	Ambito	Litologia dominante	Opera	WBS principali di riferimento	CSC rif Tab 1	note
E13-CA1	0,00-1,00	PE 2017-2018	Voltri	Coltre	Viadotto Leiro - Pile in sx torrente	VI002	< B	fondo naturale
E13-CA2	2,00-3,00	PE 2017-2018	Voltri	Calcescisti	Viadotto Leiro - Pile in sx torrente	VI002	< A	
E13-CA3	16,00-18,0	PE 2017-2018	Voltri	Calcescisti	Viadotto Leiro - Pile in sx torrente	VI002	< A	
E14-CA1	0,00-1,00	PE 2017-2018	Voltri	Coltre	Viadotto Leiro - Pile in sx torrente	VI002	< B	fondo naturale
E14-CA2	2,00-3,00	PE 2017-2018	Voltri	Calcescisti	Viadotto Leiro - Pile in sx torrente	VI002	< A	
E14-CA3	14,00-16,0	PE 2017-2018	Voltri	Calcescisti	Viadotto Leiro - Pile in sx torrente	VI002	< A	
E15-CA1	0,00-1,00	PE 2017-2018	Voltri	Coltre	VS06A-Viadotto Leiro - Pile in sx torrente	VS006 VI002	< B	fondo naturale
E15-CA2	2,00-3,00	PE 2017-2018	Voltri	Coltre	VS06A-Viadotto Leiro - Pile in sx torrente	VS006 VI002	fondo naturale	
E15-CA3	20,00-22,0	PE 2017-2018	Voltri	Calcescisti	VS06A-Viadotto Leiro - Pile in sx torrente	VS006 VI002	< B	fondo naturale
VV22-CA1	210	PD2010	Borgonuovo	Serpentiniti	Galleria Borgonuovo	GN01E GN01W	fondo naturale	
VV27-CA1	125.5-125.65	PD2010	Borgonuovo	Calcescisti	Galleria Borgonuovo	GN01E GN01W	< A	
VV29-CA1	149.70-149.90	PD2010	Borgonuovo	Calcescisti	Galleria Borgonuovo	GN01E GN01W	< A	
VV30-CA1	181.00-181.30	PD2010	Borgonuovo	Calcescisti	Galleria Borgonuovo	GN01E GN01W	< A	
A12	affioramento	PP 2006-2008	Voltri-Vesima	Calcescisti	Galleria Borgonuovo	GN01E GN01W VS03C	<A	
SB1	44,8	PE 2017-2018	Borgonuovo	Serpentiniti	Galleria Borgonuovo	GN01E GN01W	fondo naturale	
SB1	82,5	PE 2017-2018	Borgonuovo	Serpentiniti	Galleria Borgonuovo	GN01E GN01W	fondo naturale	

Tabella 5-4 Contenuto in amianto espresso in ppm ed il peso percentuale riscontrato in fibre ascrivibili al gruppo del serpentino (Crisotilo-Antigorite) o alla famiglia degli anfiboli (Tremolite-Actinolite).

CAMPIONE	UBICAZIONE	Ambito	Unità litologica	CONCENTRAZION E AMIANTO [ppm]	% Ctl-Atg	% Trm-Act
IG10-31,50/31,60	sondaggio IG10	Voltri	Serpentiniti (s.l.)	7779	100	0
IG12-0,50/0,70	sondaggio IG12	Voltri		34	100	0
CA 128 A BMM*	cantiere Voltri lato GE	Voltri	Serpentiniti (s.l.)	29970	92.6	7.4
CA 66 FP	cantiere Amandola lato SV	Voltri	Serpentiniti (s.l.)	33638	100	0
CA 89 MIMP	località Bric del Carmo	Voltri	Serpentiniti (s.l.)	5365	100	0
CA 91 MIMP	località Bric di Caino	Voltri	Serpentiniti (s.l.)	4855	46.8	53.2
CA 92 MIMP	località Bric Batagnin	Voltri	Serpentiniti (s.l.)	15573	0	100
CA 93 MIMP	viabilità VS03-A	Voltri	Scisti actinolitico-cloritici (SAC)	4089	0	100
CA 110 MIMP	località La Bruciata	Voltri	Scisti actinolitico-cloritici (SAC)	14956	72	28
CA 123 MIMP	località La Bruciata	Voltri	Scisti actinolitico-cloritici (SAC)	866	0	100
CA 128 MIMP	località La Bruciata	Voltri	Serpentiniti (s.l.)	1905	100	0
CA 131 MIMP	località Bric Michele	Voltri	Scisti actinolitico-cloritici (SAC)	4642	100	0
CA 132 MIMP	località Bric Michele	Voltri	Serpentiniti (s.l.)	3579	100	0
CA 137 MIMP	località Bric Michele	Voltri	Serpentiniti (s.l.)	11473	100	0
CA 140 MIMP	località Bric Michele	Voltri	Scisti actinolitico-cloritici (SAC)	52015	0	100
CA 143 MIMP	località Bric Michele	Voltri	Serpentiniti (s.l.)	24152	100	0

CAMPIONE	UBICAZIONE	Ambito	Unità litologica	CONCENTRAZIONE AMIANTO [ppm]	% Ctl-Atg	% Trm-Act
CA 175 MIMP	zona Bracco	Voltri	Scisti actinolítico-cloritici (SAC)	4593	0	100
CA 181 MIMP	zona Bracco	Voltri	Scisti actinolítico-cloritici (SAC)	72440	0	100
CA 182 MIMP	zona Ruea	Voltri	Serpentiniti (s.l.)	1220	89.3	10.7
CA 183 MIMP	zona Ruea	Voltri	Scisti actinolítico-cloritici (SAC)	96601	0	100
CA 184 MIMP	zona Ruea	Voltri	Serpentiniti (s.l.)	354	78	22
CA 167 BM	cantiere Amandola lato SV	Voltri		0	0	0
CA 172 BM	cantiere Voltri lato SV	Voltri		4518	0	100
CA FP 24	Cantiere Delle Grazie lato SUD	Voltri		0	0	0
CA 49 IM	cantiere Ciocia lato AL	Voltri		164	0	100
CA 50 IM	cantiere Voltri lato GE	Voltri		252	2	98
CA 52 IM	cantiere Voltri lato GE	Voltri		6223	47	53
CA 55 IM	cantiere Voltri lato SV-	Voltri		49	0	100
CA 57 IM	cantiere Voltri lato SV-Pila 4	Voltri		67	100	0
CA 58 IM	cantiere Voltri lato SV-	Voltri		3	0	100
CA 62 IM	cantiere Voltri lato GE-Pile 2	Voltri		3	100	0
CA 63 IM	cantiere Amandola lato SV-Pila 3_sud	Voltri		62	0	100
CA 64 IM	viabilità VS06	Voltri		8082	5.9	94.1
SB1-44,80	sondaggio SB1	Borgonuovo	Scisti actinolítico-cloritici (SAC)	7531	1.5	98.5
SB1-51,60	sondaggio SB1	Borgonuovo	Metabasiti (MB)	0	0	0
SB1-82,50	sondaggio SB1	Borgonuovo	Scisti actinolítico-cloritici (SAC)	18056	0	100
VV22-169,70	Sondaggio VV22	Borgonuovo	Metagabbri (MG)	0	0	0
F7-32,30/32,40	sondaggio F7	Borgonuovo	Calcescisti (CS s.l.)	371	4.2	95.8
T1-14,00	sondaggio T1	Borgonuovo	Scisti actinolítico-cloritici (SAC)	263609	0	100
T1-27,00	sondaggio T1	Borgonuovo	Serpentiniti (s.l.)	115	68.7	31.3
T1-28,70	sondaggio T1	Borgonuovo	Serpentiniti (s.l.)	18714	0	100
T1-73,60	sondaggio T1	Borgonuovo	Serpentiniti (s.l.)	72519	48.3	51.7

## 5.2 AMBITO AMANDOLA

Si riportano i dati relativi per dare un quadro completo delle caratterizzazioni ambientali eseguite, a dimostrazione inoltre dei tenori di fondo naturale rilevati negli ammassi rocciosi interferiti e del medesimo contesto geologico tra ambiti. Nell'ambito in oggetto sono previsti principalmente scavi in sotterraneo:

Tabella 5-5 Elenco delle WBS previste in ambito Amandola, caratterizzate da sole lavorazioni di scavo e riutilizzo in sotterraneo

WBS	Descrizione WBS
<b>BY00X÷XXX</b>	Galleria Amandola - By-pass Pedonale e Carrabili
<b>GN06E</b>	Galleria Amandola - G01M - 5993,18 ml - carr. Est
<b>GN06W</b>	Galleria Amandola - G01M - 6005,66 ml - carr. Ovest

Tabella 5-6 Sintesi degli esiti analitici sui campioni prelevati nell'ambito Amandola

SIGLA CAMPIONE	Prof.	data	Ambito	Litologia dominante	Opera	WBS principali di riferimento	CSC rif Tab 1
CA 238	affioramento	PE 2017-2018	Varenna	Metabasiti	Galleria Monterosso	GN07E GN07W	fondo naturale
A15	affioramento	PP 2006-2008	Amandola	Peridotiti	Galleria Amandola	GN06E GN06W	fondo naturale
A16	affioramento	PP 2006-2008	Amandola	Brecce serpentiniche	Galleria Amandola	GN06E GN06W	fondo naturale
A17	affioramento	PP 2006-2008	Amandola	Brecce serpentiniche	Galleria Amandola	GN06E GN06W	fondo naturale
BRA 1	affioramento	PE 2017-2018	Amandola	Brecce	Galleria Amandola	GN06E GN06W	fondo naturale
BRA 2	affioramento	PE 2017-2018	Amandola	Serpentiniti	Galleria Amandola	GN06E GN06W	fondo naturale
BRA 3	affioramento	PE 2017-2018	Amandola	Brecce	Galleria Amandola	GN06E GN06W	fondo naturale
BRA 4	affioramento	PE 2017-2018	Amandola	Serpentiniti	Galleria Amandola	GN06E GN06W	fondo naturale
BRA 5	affioramento	PE 2017-2018	Amandola	Brecce	Galleria Amandola	GN06E GN06W	fondo naturale
BRA 7	affioramento	PE 2017-2018	Amandola	Brecce	Galleria Amandola	GN06E GN06W	fondo naturale
BRA 8	affioramento	PE 2017-2018	Amandola	Brecce	Galleria Amandola	GN06E GN06W	fondo naturale
AM1	-281,5	PE 2017-2018	Amandola	Lherzoliti	Galleria Amandola	GN06E GN06W	fondo naturale
CA 70	affioramento	PE 2017-2018	Amandola	Serpentiniti	Galleria Amandola	GN06E GN06W	fondo naturale
CA 71	affioramento	PE 2017-2018	Amandola	Brecce	Galleria Amandola	GN06E GN06W	fondo naturale
CA 100	affioramento	PE 2017-2018	Amandola	Serpentiniti	Galleria Amandola	GN06E GN06W	fondo naturale
CA 128	affioramento	PE 2017-2018	Amandola	Serpentiniti	Galleria Amandola	GN06E GN06W	fondo naturale
CA 131	affioramento	PE 2017-2018	Amandola	Serpentiniti	Galleria Amandola	GN06E GN06W	fondo naturale
CA 137	affioramento	PE 2017-2018	Amandola	Serpentiniti	Galleria Amandola	GN06E GN06W	fondo naturale
CA 140	affioramento	PE 2017-2018	Amandola	Serpentiniti	Galleria Amandola	GN06E GN06W	fondo naturale
CA 143	affioramento	PE 2017-2018	Amandola	Serpentiniti	Galleria Amandola	GN06E GN06W	fondo naturale
VV1	88,2	PE 2017-2018	Amandola	Metabasiti	Galleria Amandola	GN06E GN06W	fondo naturale
VV5-CA1	152-152.3	PD2010	Amandola	Serpentiniti	Galleria Amandola	GN06E GN06W	fondo naturale
SGG5-CA1	15-20	PP 2006-2008	Amandola	Metabsite	Galleria Amandola	GN06E GN06W	< B
SGG5-CA2	36-40	PP 2006-2008	Amandola	Calcescisti	Galleria Amandola	GN06E GN06W	<A
SGG5-CA3	130-135	PP 2006-2008	Amandola	Serpentiniti	Galleria Amandola	GN06E GN06W	fondo naturale
SGG5-CA4	145-150	PP 2006-2008	Amandola	Serpentiniti	Galleria Amandola	GN06E GN06W	fondo naturale

Tabella 5-7 Contenuto in amianto espresso in ppm ed il peso percentuale riscontrato dovuto a fibre ascrivibili al gruppo del serpentino (Crisotilo-Antigorite) o alla famiglia degli anfiboli (Tremolite-Actinolite),

CAMPIONE	UBICAZIONE	Ambito	Unità litologica	CONCENTRAZIONE AMIANTO [ppm]	% Ctl-Atg	% Trm-Act
CA 94 MIMP	località Quartiere Canova	Amandola	Serpentiniti (s.l.)	7596	100	0
CA 95 MIMP	zona Pian di Sotto	Amandola	Serpentiniti (s.l.)	1682	27.4	72.6
CA 98 MIMP	zona Pian di Sotto	Amandola	Serpentiniti (s.l.)	793	93	7
CA 99 MIMP	zona Pian di Sotto	Amandola	Serpentiniti (s.l.)	10459	12.5	87.5
CA 100 MIMP	zona Pian di Sotto	Amandola	Serpentiniti (s.l.)	5546	100	0
CA 103 MIMP	zona Pian di Sotto	Amandola	Serpentiniti (s.l.)	4709	100	0
CA 104 MIMP	località La Bruciata	Amandola	Serpentiniti (s.l.)	63374	0	100
CA 111 MIMP	zona Cruεια	Amandola	Serpentiniti (s.l.)	3550	100	0
CA 112 MIMP	zona Cruεια	Amandola	Serpentiniti (s.l.)	537	100	0
CA 125 MIMP	località La Bruciata	Amandola	Serpentiniti (s.l.)	5337	100	0
CA 70 FP	località Acquasanta	Amandola	Serpentiniti (s.l.)	3066	100	0
CA 71 FP	località Acquasanta	Amandola	Serpentiniti (s.l.)	3220	100	0
BRA 1 CP + A167	località Acquasanta	Amandola	Serpentiniti (s.l.)	960	100	0
BRA 2 CP	località Acquasanta	Amandola	Serpentiniti (s.l.)	3158	100	0
BRA 3 CP	località Acquasanta	Amandola	Serpentiniti (s.l.)	629	100	0
BRA 4 CP	località Acquasanta	Amandola	Serpentiniti (s.l.)	230	99.6	0.4
CA 140 FP a	località Acquasanta	Amandola	Serpentiniti (s.l.)	4263	100	0
CA 140 FP b	località Acquasanta	Amandola	Serpentiniti (s.l.)	3104	100	0
CA 141 FP	zona Pian Grande	Amandola	Serpentiniti (s.l.)	462	100	0
BRA 5 CP	Val Branega - zona Pian Grande	Amandola	Serpentiniti (s.l.)	610	100	0
BRA 6 CP	Val Branega - zona Pian Grande	Amandola	Serpentiniti (s.l.)	37040	100	0
BRA 7 CP	Val Branega - zona Pian Grande	Amandola	Lherzoliti (LHP)	115976	100	0
BRA 8 CP	Val Branega - zona Pian Grande	Amandola	Lherzoliti (LHP)	25329	100	0
C09RC	Val Branega	Amandola	Serpentiniti (s.l.)	10066	100	0
C05RC	Val Branega	Amandola	Serpentiniti (s.l.)	288	37.5	62.5
AM1 -27,10	sondaggio AM1	Amandola	Serpentiniti (s.l.)	592	100	0
AM1 -42,50	sondaggio AM1	Amandola	Serpentiniti (s.l.)	429	100	0
AM1 -42,90	sondaggio AM1	Amandola	Lherzoliti (LHP)	18	100	0
AM1 -60,00	sondaggio AM1	Amandola	Serpentiniti (s.l.)	88	100	0
AM1 -70,00	sondaggio AM1	Amandola	Serpentiniti (s.l.)	129	42.4	57.6
AM1 -87,30	sondaggio AM1	Amandola	Serpentiniti (s.l.)	27	100	0
AM1-180,00	sondaggio AM1	Amandola	Serpentiniti (s.l.)	238	100	0
AM1 -234,40	sondaggio AM1	Amandola	Serpentiniti (s.l.)	1675	100	0
AM1 -262,80	sondaggio AM1	Amandola	Serpentiniti (s.l.)	28	51.6	48.4
AM1 -269,50	sondaggio AM1	Amandola	Serpentiniti (s.l.)	101	100	0
AM1 -272,70	sondaggio AM1	Amandola	Serpentiniti (s.l.)	142	100	0
AM1 -278,40	sondaggio AM1	Amandola	Serpentiniti (s.l.)	2532	100	0
AM1 -280	sondaggio AM1	Amandola	Serpentiniti (s.l.)	35	100	0
AM1-281,50	sondaggio AM1	Amandola	Serpentiniti (s.l.)	58	100	0
AM2 -24,30	sondaggio AM2	Amandola	Serpentiniti (s.l.)	1502	100	0
AM2 -50,80	sondaggio AM2	Amandola	Serpentiniti (s.l.)	870	100	0
AM2 -83,80	sondaggio AM2	Amandola	Serpentiniti (s.l.)	798	100	0
AM2 -87,80	sondaggio AM2	Amandola	Serpentiniti (s.l.)	2640	100	0
AM2-93,00	sondaggio AM2	Amandola	Serpentiniti (s.l.)	1437	31.4	68.6
AM2 -117,50	sondaggio AM2	Amandola	Serpentiniti (s.l.)	655	100	0
AM2 -133,40	sondaggio AM2	Amandola	Serpentiniti (s.l.)	152	100	0
AM2 -186,70	sondaggio AM2	Amandola	Serpentiniti (s.l.)	50	100	0
AM2 -198,50	sondaggio AM2	Amandola	Serpentiniti (s.l.)	2836	100	0
AM2 -203,00	sondaggio AM2	Amandola	Serpentiniti (s.l.)	0	0	0
AM2 -277,50	sondaggio AM2	Amandola	Serpentiniti (s.l.)	0	0	0
AM2 -229,40	sondaggio AM2	Amandola	Serpentiniti (s.l.)	98	100	0
AM2 -267,10	sondaggio AM2	Amandola	Serpentiniti (s.l.)	2375	100	0
AM2-349,50	sondaggio AM2	Amandola	Serpentiniti (s.l.)	8202	100	0
CA 131 FP	zona Muntain - Paso della Cerusa	Amandola	Lherzoliti (LHP)	278	100	0
CA 132 FP	zona Muntain - Paso della Cerusa	Amandola	Lherzoliti (LHP)	2153	99.5	0.5
CA 134 FP**	zona Muntain - Paso della Cerusa	Amandola	Lherzoliti (LHP)	538882	0	100
CA 136 FP	zona Fossa del Lupo	Amandola	Serpentiniti (s.l.)	2533	71	29
VV1-88,2	sondaggio VV1	Amandola	Calcescisti (CS s.l.)	4	100	0

### 5.3 AMBITO VARENNA

Si riportano i dati relativi per dare un quadro completo delle caratterizzazioni ambientali eseguite, a dimostrazione anche dei tenori di fondo naturale rilevati negli ammassi rocciosi interferiti e del medesimo contesto geologico tra ambiti.

Nell'ambito in oggetto sono previsti principalmente scavi all'aperto, di cui la tabella di seguito riporta l'elenco delle WBS principali:

Tabella 5-8 Elenco delle WBS previste in ambito Varenna, caratterizzate da sole lavorazioni di scavo e riutilizzo all'aperto

WBS	Descrizione WBS
CO01W	Cantiere Operativo di Imbocco Galleria Borgonuovo lato SV - (Ovest)
CO06E	Cantiere Operativo Imbocco Galleria Amandola lato LI - (Est)
CO07W	Cantiere Operativo Imbocco Galleria Monterosso lato SV - (Ovest)
CS09E	Corpo stradale - Gall. Amandola a V.to Varenna - Carr. Est
CS09W	Corpo stradale - Gall. Amandola a V.to Varenna - Carr. Ovest
CS10E	Corpo stradale - V.tto Varenna a Gall. Monterosso - carr. Est
CS10W	Corpo stradale - V.tto Varenna a Gall. Monterosso - carr. Ovest
GF07W	Sistemazione finale Imbocco Galleria Monterosso lato Ovest
GI06C	Artificiale Imbocco Galleria Amandola lato LI (Est) - 13,78 ml - carr Ovest
GI06D	Artificiale Imbocco Galleria Amandola lato LI (Est) - 13,23 ml - carr Est
GI07A	Artificiale Imbocco Galleria Monterosso lato SV (Ovest) - 45,58 ml - carr Ovest
GI07B	Artificiale Imbocco Galleria Monterosso lato SV (Ovest) - 37,29 ml - carr Est
IB06E	Imbocco Galleria Amandola lato Est
IB07W	Imbocco Galleria Monterosso lato Ovest
VI03E	Viadotto Varenna carr. Est - 69,99 ml -
VI03W	Viadotto Varenna carr. Ovest - 70,00 ml -
VS014	Viabilità di servizio - Varenna, accesso alla Galleria Monterosso lato SV
VS16A	Viabilità di servizio Varenna - Accesso al piazzale di servizio imbocco Galleria Amandola-16A
VS16A	Viabilità di servizio Varenna - Accesso al piazzale di servizio imbocco Galleria Amandola-16A
VS16B	Viabilità di servizio Varenna - Accesso al piazzale di servizio imbocco Galleria Amandola-16B
VS17A	Viabilità di servizio Varenna - Accesso al piazzale di servizio imbocco Galleria Amandola-17A
VS17B	Viabilità di servizio Varenna - Accesso al piazzale di servizio imbocco Galleria Amandola-17B

Tabella 5-9 Sintesi degli esiti analitici sui campioni prelevati nell'ambito Varenna

SIGLA CAMPIONE	Prof.	data	Ambito	Litologia dominante	Opera	WBS principali di riferimento	CSC rif Tab 1	note
A14	affioramento	PP 2006-2008	Varenna	Metabasalti	Viadotto Varenna imbocchi	VI03E VI03W IB06E IB07W	<A	
VB14-CA1	52.2-52.5	PD2010	Varenna	Serpentiniti con relitti peridotitici	imbocco Monterosso lato SV e galleria Monterosso	IB07W 'GN07E GN07W	< B	fondo naturale
CA 285	affioramento	PE 2017-2018	Varenna	Serpentiniti	imbocchi Amandola - Monterosso	VI03E VI03W IB06E IB07W	fondo naturale	
VV1	88,2	PE 2017-2018	Varenna	Metabasiti	Galleria Amandola	VI03E VI03W IB06E IB07W	fondo naturale	
CA 17	coltre	PE 2017-2018	Varenna	Coltre	Amandola lato GE + Monterosso lato SV - cantiere CI25	VI03E VI03W IB06E IB07W	fondo naturale	
CA 11	affioramento	PE 2017-2018	Varenna	Serpentiniti	imbocco Amandola lato GE +	VI03E VI03W IB06E	fondo naturale	

SIGLA CAMPIONE	Prof.	data	Ambito	Litologia dominante	Opera	WBS principali di riferimento	CSC rif Tab 1	note
					Monterosso lato SV-cantiere CI25	IB07W		
CA 66	affioramento	PE 2017-2018	Varenna	Serpentiniti	imbocco Amandola lato GE + Monterosso lato SV-cantiere CI25	VI03E VI03W IB06E IB07W	fondo naturale	
CA44	affioramento	PE 2017-2018	Varenna	Serpentiniti	cantiere CI25 pila di SE-cantiere CI25_pila SE	VI03E VI03W IB06E IB07W	fondo naturale	
CA 273	affioramento	PE 2017-2018	Varenna	Serpentiniti	imbocchi Amandola - Monterosso	VI03E VI03W IB06E IB07W	fondo naturale	
CA 274	affioramento	PE 2017-2018	Varenna	Serpentiniti	imbocchi Amandola - Monterosso	VI03E VI03W IB06E IB07W	fondo naturale	
CA 275	affioramento	PE 2017-2018	Varenna	Serpentiniti	imbocchi Amandola - Monterosso	VI03E VI03W IB06E IB07W	fondo naturale	
CA 279	affioramento	PE 2017-2018	Varenna	Serpentiniti	imbocchi Amandola - Monterosso	VI03E VI03W IB06E IB07W	fondo naturale	
E16-CA1	1,0-2,0	PE 2017-2018	Varenna	Riporto	Imbocco Amandola Ge	VI03E VI03W IB06E IB07W	< A	
E16-CA2	9,0-12,0	PE 2017-2018	Varenna	Riporto	Imbocco Amandola Ge	VI03E VI03W IB06E IB07W	< A	
E16-CA3	16,8-17,0	PE 2017-2018	Varenna	Metabasiti	Imbocco Amandola Ge	VI03E VI03W IB06E IB07W	< B	fondo naturale
E16-CA4	21,0-21,2	PE 2017-2018	Varenna	Metabasiti	Imbocco Amandola Ge	VI03E VI03W IB06E IB07W	< B	fondo naturale
E16-CA5	-42,7	PE 2017-2018	Varenna	Metabasiti	imbocco Amandola lato GE + Monterosso lato SV	VI03E VI03W IB06E IB07W	< B	fondo naturale
CA 238	affioramento	PE 2017-2018	Varenna	Metabasiti	Galleria Monterosso	GN07E GN07W	fondo naturale	

Tabella 5-10 Contenuto in amianto espresso in ppm ed il peso percentuale riscontrato in fibre ascrivibili al gruppo del serpentino (Crisotilo-Antigorite) o alla famiglia degli anfiboli (Tremolite-Actinolite).

CAMPIONE	UBICAZIONE	Ambito	Unità litologica	CONCENTRAZIONE AMIANTO [ppm]	% Ctl-Atg	% Trm-Act
CA 11 BM	cantiere Amandola lato GE	Varenna	Serpentiniti (s.l.)	2470	93.7	6.3
CA 178 BM	cantiere Amandola lato GE	Varenna	Serpentiniti (s.l.)	107075	21.9	78.1
CA 193 BMM	cantiere Amandola lato GE	Varenna	Metabasiti (MB)	3019	0	100
CA 44 IM	cantiere Monterosso lato SV-pila SE	Varenna	Serpentiniti (s.l.)	50579	100	0
CA 51 FP	cantiere Amandola lato GE	Varenna	Scisti actinolitico-cloritici (SAC)	12579	16.4	83.6
CA 238 MIMP	Val Varenna, N località Chiesino	Varenna	Metabasiti (MB)	1003	0	100
CA 273 MIMP	cantiere Monterosso lato SV	Varenna	Serpentiniti (s.l.)	681	100	0
CA 274 MIMP	cantiere Monterosso lato SV	Varenna	Serpentiniti (s.l.)	527	100	0
CA 275 MIMP	cantiere Monterosso lato SV	Varenna	Serpentiniti (s.l.)	309	100	0
CA 276 MIMP	cantiere Monterosso lato SV	Varenna	Metabasiti (MB)	24	0	100
CA 278 MIMP	Val Varenna, N località Chiesino	Varenna	Serpentiniti (s.l.)	199	93.2	6.8
CA 279 MIMP	Val Varenna, N località Chiesino	Varenna	Serpentiniti (s.l.)	7	100	0
CA 280 MIMP	Val Varenna, località Chiesino	Varenna	Serpentiniti (s.l.)	25014	100	0
E16-21,70	sondaggio E16	Varenna	Metabasiti (MB)	580	40	60
CA 17 BM	Amandola lato Ge-Monterosso lato SV	Varenna		14200	19.7	80.3

## 5.4 AMBITO MONTEROSSO

Si riportano i dati relativi per dare un quadro completo delle caratterizzazioni ambientali eseguite, a dimostrazione anche dei tenori di fondo naturale rilevati negli ammassi rocciosi interferiti e del medesimo contesto geologico tra ambiti.

Nell'ambito in oggetto sono previsti principalmente scavi in sotterraneo:

Tabella 5-11 Elenco delle WBS previste in ambito Monterosso, caratterizzate da sole lavorazioni di scavo e riutilizzo in sotterraneo

WBS	Descrizione WBS
BY00X+XXX	Galleria Monterosso - By-pass Pedonale e Carrabili
GN07E	Galleria Monterosso - G01M - 6.139,04 ml - carr. Est
GN07W	Galleria Monterosso - G01M - 6.074,00 ml - carr. Ovest

Tabella 5-12 Sintesi degli esiti analitici sui campioni prelevati nell'ambito Monterosso

SIGLA CAMPIONE	Prof.	data	Ambito	Litologia dominante	Opera	WBS principali di riferimento	CSC rif Tab 1
A6	affioramento	PP 2006-2008	Monterosso	Argilloscisti			<A
A7	affioramento	PP 2006-2008	Monterosso	Serpentiniti			fondo naturale
A8	affioramento	PP 2006-2008	Monterosso	Scisti filladici	Galleria Monterosso	GN07E GN07W	<A
A9	affioramento	PP 2006-2008	Monterosso	Serpentiniti			fondo naturale
A10	affioramento	PP 2006-2008	Monterosso	Calcari			<A
A11	affioramento	PP 2006-2008	Monterosso	Dolomia			<A
A13	affioramento	PP 2006-2008	Monterosso	Metagabbri			<A
VB8-CA1	190.0-190.3	PD2010	Monterosso	Argilloscisti	Galleria Monterosso	GN07E GN07W	<A
VB11-CA1	185	PD2010	Monterosso	Serpentiniti	Galleria Monterosso	GN07E GN07W	fondo naturale

SIGLA CAMPIONE	Prof.	data	Ambito	Litologia dominante	Opera	WBS principali di riferimento	CSC rif Tab 1
VB12-CA1	224	PD2010	Monterosso	Calcescisti	Galleria Monterosso	GN07E GN07W	< B
VB6-CA1	433-433.20	PD2010	Monterosso	Metabasalti	Galleria Monterosso	GN07E GN07W	<A
VB7bis-CA1	345-345.30	PD2010	Monterosso	Serpentiniti	Galleria Monterosso	GN07E GN07W	fondo naturale
Pozzo 2-CA1	215-215.25	PD2010	Monterosso	Serpentiniti	Galleria Monterosso	GN07E GN07W	fondo naturale
VB10-CA1	269-269.30	PD2010	Monterosso	Calcari	Galleria Monterosso	GN07E GN07W	<A
MP7-CA1	250m-274 m	PE 2017-2018	Monterosso	Scisti	Galleria Monterosso	GN07E GN07W	< B
MP8-CA1	257 m - 272 m	PE 2017-2018	Monterosso	Serpentiniti	Galleria Monterosso	GN07E GN07W	fondo naturale
MP7	9,10-9,30	PE 2017-2018	Monterosso	Serpentiniti	Galleria Monterosso	GN07E GN07W	fondo naturale
VB11	43,8	PE 2017-2018	Monterosso	Serpentiniti	Galleria Monterosso	GN07E GN07W	fondo naturale
VB11	56,5	PE 2017-2018	Monterosso	Serpentiniti	Galleria Monterosso	GN07E GN07W	fondo naturale
CON 4	affioramento	PE 2017-2018	Monterosso	Serpentiniti	Galleria Monterosso	GN07E GN07W	fondo naturale
MP8	-228,3	PE 2017-2018	Monterosso	Serpentiniti	Galleria Monterosso	GN07E GN07W	fondo naturale
MP8	-246,8	PE 2017-2018	Monterosso	Serpentiniti	Galleria Monterosso	GN07E GN07W	fondo naturale
MP8	-279,4	PE 2017-2018	Monterosso	Serpentiniti	Galleria Monterosso	GN07E GN07W	fondo naturale
CA 36	affioramento	PE 2017-2018	Monterosso	Serpentiniti	Galleria Monterosso	GN07E GN07W	fondo naturale
CA 37	affioramento	PE 2017-2018	Monterosso	Serpentiniti	Galleria Monterosso	GN07E GN07W	fondo naturale
CA 47	affioramento	PE 2017-2018	Monterosso	Serpentiniti	Galleria Monterosso	GN07E GN07W	fondo naturale
MP3	-45	PE 2017-2018	Monterosso	Serpentiniti	Galleria Monterosso	GN07E GN07W	fondo naturale
CA 84	affioramento	PE 2017-2018	Monterosso	Serpentiniti	Galleria Monterosso	GN07E GN07W	fondo naturale
CA 87	affioramento	PE 2017-2018	Monterosso	Serpentiniti	Galleria Monterosso	GN07E GN07W	fondo naturale
CA 115	affioramento	PE 2017-2018	Monterosso	Serpentiniti	Galleria Monterosso	GN07E GN07W	fondo naturale
CA 86	affioramento	PE 2017-2018	Monterosso	Serpentiniti	Galleria Monterosso	GN07E GN07W	fondo naturale
CA 118-119	affioramento	PE 2017-2018	Monterosso	Serpentiniti	Galleria Monterosso	GN07E GN07W	fondo naturale
CA 128	affioramento	PE 2017-2018	Monterosso	Serpentiniti	Galleria Monterosso	GN07E GN07W	fondo naturale
CA 129	affioramento	PE 2017-2018	Monterosso	Serpentiniti	Galleria Monterosso	GN07E GN07W	fondo naturale

Tabella 5-13 Contenuto in amianto espresso in ppm ed il peso percentuale riscontrato dovuto a fibre ascrivibili al gruppo del serpentino (Crisotilo-Antigorite) o alla famiglia degli anfiboli (Tremolite-Actinolite),

CAMPIONE	UBICAZIONE	Ambito	Unità litologica	CONCENTRAZIONE AMIANTO [ppm]	% Ctl-Atg	% Trm-Act
VB11-43,80	sondaggio VB11	Monterosso	Serpentiniti (s.l.)	31631	99.6	0.4
VB11-56,50	sondaggio VB11	Monterosso	Serpentiniti (s.l.)	59847	0	100
MP8-228,30	sondaggio MP8	Monterosso	Serpentiniti (s.l.)	1134	2.9	97.1
MP8-246,80	sondaggio MP8	Monterosso	Serpentiniti (s.l.)	424	86.5	13.5
MP8-279,40	sondaggio MP8	Monterosso	Serpentiniti (s.l.)	778	94.7	5.3
CON 4	zona Bosco dei Frati	Monterosso	Serpentiniti (s.l.)	3905	100	0
CON 7***	Monte Contessa, località C. del Bosco	Monterosso	Serpentiniti (s.l.)	1886	100	0
CA 115 FP	zona Contessa-Costa di Serra	Monterosso	Serpentiniti (s.l.)	238	16.8	83.2
CA 117 FP	zona Contessa-Costa di Serra	Monterosso	Serpentiniti (s.l.)	955	100	0
CA 118-119 FP	zona Contessa-Costa di Serra	Monterosso	Serpentiniti (s.l.)	1109	100	0
CA 128 FP****	zona Contessa-Costa di Serra	Monterosso	Serpentiniti (s.l.)	814170	0.1	99.9
CA 129 FP	zona Contessa-Costa di Serra	Monterosso	Serpentiniti (s.l.)	694	90	10
CA 130 FP	zona Contessa-Costa di Serra	Monterosso	Scisti actinolitico-cloritici (SAC)	61293	0	100
CA 165 MIMP	zona Cassinassa	Monterosso	Serpentiniti (s.l.)	2624	100	0
CA 282 MIMP a,b,c	Monte Contessa,	Monterosso	Serpentiniti (s.l.)	762	85.2	14.8
CA 285 MIMP	zona Bosco dei Frati	Monterosso	Serpentiniti (s.l.)	30778	100	0
CA 286 MIMP	zona Bosco dei Frati	Monterosso	Serpentiniti (s.l.)	2551	100	0
MP5-191,50	sondaggio MP5	Monterosso	Serpentiniti di Case Bardane (SPV)	123790	100	0

CAMPIONE	UBICAZIONE	Ambito	Unità litologica	CONCENTRAZIONE AMIANTO [ppm]	% Ctl-Atg	% Trm-Act
MP7-2,00/2,35	sondaggio MP7	Monterosso	Serpentiniti di Case Bardane (SPV)	20433	100	0
MP7-4,50/5,00	sondaggio MP7	Monterosso	Serpentiniti di Case Bardane (SPV)	4126	100	0
MP7-8,50/8,80	sondaggio MP7	Monterosso	Serpentiniti di Case Bardane (SPV)	15345	100	0
MP7-9,10/9,30	sondaggio MP7	Monterosso	Serpentiniti di Case Bardane (SPV)	2065	79.6	20.4
MP7-13,40/13,70	sondaggio MP7	Monterosso	Serpentiniti di Case Bardane (SPV)	475	100	0
MP7-27,50/27,70	sondaggio MP7	Monterosso	Serpentiniti di Case Bardane (SPV)	705	100	0
MP7-40,00/40,20	sondaggio MP7	Monterosso	Serpentiniti di Case Bardane (SPV)	39013	100	0
CA 36 FP	località Timone	Monterosso	Serpentiniti di Case Bardane (SPV)	188	100	0
CA 37 FP	località Timone	Monterosso	Serpentiniti di Case Bardane (SPV)	1959	100	0
CA 39 FP	località Timone	Monterosso	Serpentiniti di Case Bardane (SPV)	9289	100	0
CA 47 FP	località C. Pravello	Monterosso	Serpentiniti di Case Bardane (SPV)	7053	100	0
CA 69 FP	località C. Pravello	Monterosso	Serpentiniti di Case Bardane (SPV)	14	100	0
MP3 -102,50	sondaggio MP3	Monterosso	Metabasalti del Monte Figogna (MBF)	0	0	0
MP4-43,00	sondaggio MP4	Monterosso	Metabasalti del Monte Figogna (MBF)	131	20.3	79.7
CA 48 FP	località C. Pravello	Monterosso	Scisti filladici del Monte Larvego (LRV)	0	0	0
MP3-45	sondaggio MP3	Monterosso	Serpentiniti del Bric dei Corvi (SPF)	11549	100	0
CA 84 FP	località Bric di Pria Scugente	Monterosso	Serpentiniti del Bric dei Corvi (SPF)	985	100	0
CA 86 FP	località Bric di Pria Scugente	Monterosso	Serpentiniti del Bric dei Corvi (SPF)	6339	100	0
CA 87 FP	località Bric di Pria Scugente	Monterosso	Serpentiniti del Bric dei Corvi (SPF)	6339	100	0
MP1 -387,70	sondaggio MP1	Monterosso	Metabasalti del Monte Figogna (MBF)	0	0	0
MP1-467,60	sondaggio MP1	Monterosso	Metabasalti del Monte Figogna (MBF)	0	0	0

## 5.5 AMBITO BOLZANETO

Di seguito si elencano le WBS principali con scavi e riutilizzi all'aperto previsti nell'ambito di interesse:

Tabella 5-14 Elenco delle WBS previste in ambito Bolzaneto, caratterizzate da sole lavorazioni di scavo e riutilizzo all'aperto

WBS	Descrizione WBS
CI014	Campo Operativo Industriale per Impianti TBM e pila 1 Viadotto Genova
CI16A	Cantiere Industriale - pista Polcevera - A ( lato Nord) - servizio x Torbella
CI16B	Cantiere Industriale - pista Polcevera - B ( lato Sud) - servizio x Slurrydotto
CO12W	Cantiere Operativo Imbocco Galleria Forte Diamante + S. Rocco + Polcevera - Imbocco Ovest
CS19E	Corpo stradale - Galleria Morego a Esistente
CS19W	Corpo stradale - Esistente a Galleria Morego
IB07E	Imbocco Galleria Monterosso lato Est
IB12W	Imbocco Galleria Bric Du Vento lato Savona
VI04E	Viadotto Genova - carr. Est - 740,13 ml -
VI04U	Viadotto Genova
VI04W	Viadotto Genova - carr. Ovest - 743,62 ml -
VS008	Viabilità di Servizio Bolzaneto - Accesso alle Gallerie Bric Du Ventu - Baccan - Polcevera

Tabella 5-15 Sintesi degli esiti analitici sui campioni prelevati nell'ambito Bolzaneto

SIGLA CAMPIONE	Prof.	data	Ambito	Litologia dominante	Opera	WBS principali di riferimento	CSC rif Tab 1
IE7 - CA1	1,00-3,00	PD2016	Bolzaneto	Coltre	imbocchi Bric Du Ventu, Baccan e Polcevera, Galleria Polcevera	IB12W	< A
IE7 - CA2	16,00-18,00	PD2016	Bolzaneto	Argilliti	imbocchi Bric Du Ventu, Baccan e Polcevera, Galleria Polcevera	IB12W	< A

SIGLA CAMPIONE	Prof.	data	Ambito	Litologia dominante	Opera	WBS principali di riferimento	CSC rif Tab 1
IE7 - CA3	34,65-35,00	PD2016	Bolzaneto	Argilliti	imbocchi Bric Du Ventu, Baccan e Polcevera, Galleria Polcevera	IB12W	< A
IE8 - CA1	1,00-3,00	PD2016	Bolzaneto	Coltre	imbocchi Bric Du Ventu, Baccan e Polcevera, Galleria Polcevera	IB12W	< A
IE8 - CA2	16,00-18,00	PD2016	Bolzaneto	Argilliti	imbocchi Bric Du Ventu, Baccan e Polcevera, Galleria Polcevera	IB12W	< A
IE8 - CA3	32,7-33	PD2016	Bolzaneto	Argilliti	imbocchi Bric Du Ventu, Baccan e Polcevera, Galleria Polcevera	IB12W	< A
E20-CA1	1,0-2,0	PE 2017-2018	Bolzaneto	Argilliti	imbocchi Bric Du Ventu, Baccan e Polcevera, Galleria Polcevera	IB12W	< A
RE15-CA1	0.00-1.00	PD2010	Bolzaneto	Argilliti	Viadotto Orpea	VS007 VI06U	< B
RE16-CA1	0.00-1.00	PD2010	Bolzaneto	Argilliti	Ampliamento Viadotto Secca nord	VA21S	< B
RE23-CA1	0.00-1.00	PD2010	Bolzaneto	Argilliti	Viadotto Mercantile	VI05U	< A
MB31-CA1	75.0-75.3	PD2010	Bolzaneto	Argilliti	Gallerie San Rocco, Forte Diamante, Baccan e Bric du Ventu	GN09U GN10U GN11U GN10U GN12U	< B
MB26-CA1	123,00	PD2010	Bolzaneto	Arenarie marnose e argilliti	Gallerie Forte Diamante e Bric du Ventu	GN11U GN13U	< A
MB29-CA1	102,00	PD2010	Bolzaneto	Arenarie marnose e argilliti	Gallerie San Rocco e Bric du Ventu	GN09U GN13U	< A
MB30-CA1	116,00	PD2010	Bolzaneto	Argilliti	Gallerie Forte Diamante e Baccan	GN11U GN10U	< A
MB33-CA1	104,00	PD2010	Bolzaneto	Arenarie marnose e argilliti	Gallerie Bric du Ventu e Baccan	GN10U GN13U	< B
IE10-CA1	1.00-3.00 m	PD2016	Bolzaneto	Coltre	Imbocco Galleria Forte Diamante/San Rocco/Polcevera	IB11	< A
IE10-CA2	18.00-21.00 m	PD2016	Bolzaneto	Argilliti	Imbocco Galleria Forte Diamante/San Rocco/Polcevera	IB11	< A
IE10-CA3	33.80-34.00 m	PD2016	Bolzaneto	Argilliti	Imbocco Galleria Forte Diamante/San Rocco/Polcevera	IB11	< A
IE9-CA1	0.00-3.00 m	PD2016	Bolzaneto	Coltre	Imbocco Galleria Forte Diamante/San Rocco/Polcevera	IB11	< A
IE9-CA2	16.75-17.00 m	PD2016	Bolzaneto	Argilliti	Imbocco Galleria Forte Diamante/San Rocco/Polcevera	IB11	< A
IE9-CA3	34.00-34.15 m	PD2016	Bolzaneto	Argilliti	Imbocco Galleria Forte Diamante/San Rocco/Polcevera	IB11	< A
EF1-CA1	1,0-2,0	PE 2017-2018	Bolzaneto	Argilliti	Galleria Forte Diamante	GN11U GN10U VS007	< A
EF1-CA2	9,0-12,0	PE 2017-2018	Bolzaneto	Argilliti	Galleria Forte Diamante	GN11U GN10U VS007	< B
E21-CA1	0,0-3,0	PE 2017-2018	Bolzaneto	Argilliti	Viadotto Orpea e Viadotto Secca Nord	VA21S VA22N	< B

SIGLA CAMPIONE	Prof.	data	Ambito	Litologia dominante	Opera	WBS principali di riferimento	CSC rif Tab 1
						CS21U VS007	
E21-CA2	14,5-15,0	PE 2017-2018	Bolzaneto	Argilliti	Viadotto Orpea e Viadotto Secca Nord	VA21S VA22N CS21U VS007	< A
E22-CA1	0,0-2,5	PE 2017-2018	Bolzaneto	Argilliti	Viadotto Mercantile	VI05U	< A
E22-CA2	2,5-3,0	PE 2017-2018	Bolzaneto	Argilliti	Viadotto Mercantile	VI05U	< A
E22-CA3	11,5-12,0	PE 2017-2018	Bolzaneto	Argilliti	Viadotto Mercantile	VI05U	< A
E23-CA1	0,0-3,0	PE 2017-2018	Bolzaneto	Argilliti	Viadotto Secca sud e Viadotto Mercantile	VA21S VI05U CS16U	< A
E23-CA2	15-15,5	PE 2017-2018	Bolzaneto	Argilliti	Viadotto Secca sud e Viadotto Mercantile	VA21S VI05U CS16U	< A

## 5.6 AMBITO GENOVA EST-TORBELLA

Di seguito si elencano le WBS principali con scavi e riutilizzi all'aperto previsti nell'ambito di interesse:

Tabella 5-16 Elenco delle WBS previste in ambito Genova est - Torbella, caratterizzate da sole lavorazioni di scavo e riutilizzo all'aperto

WBS	Descrizione WBS
CI006	Campo Industriale Campursone
GA001	Gallerie Artificiali Torbella
GF21N	Sistemazione finale Imbocco Galleria Campursone - lato A12 (Nord)
GF21S	Sistemazione finale Imbocco Galleria Campursone - lato GE-Est (Sud)
GI21A	Artificiale Imbocco Galleria Campursone - lato A12 (Nord)
GI21B	Artificiale Imbocco Galleria Campursone - lato GE-Est (Sud)
IB11S	Imbocco Galleria Forte Diamante lato Genova
IB13W	Imbocco Galleria Torbella Ovest
IB16E	Imbocco Galleria Montesperone lato Livorno (Est)
IB16N	Imbocco Galleria Montesperone lato Torbella (Nord)
IN002	Deviazione Viabilità

Tabella 5-17 Sintesi degli esiti analitici sui campioni prelevati nell'ambito Genova est - Torbella

SIGLA CAMPIONE	Prof.	data	Ambito	Litologia dominante	Opera	WBS principali di riferimento	CSC rif Tab 1
IE3 - CA1	0,10-0,50	PD2016	Torbella	Coltre	imbocchi nord Granarolo e Montesperone, gallerie Granarolo e Montesperone	IB16N GN16U GN17U	< A
IE3 - CA2	17,5-17,75	PD2016	Torbella	Areniti marnose ed argilliti	imbocchi nord Granarolo e Montesperone, gallerie Granarolo e Montesperone	IB16N GN16U GN17U	< A

IE3 - CA3	32,00-32,2	PD2016	Torbella	Areniti marnose ed argilliti	imbocchi nord Granarolo e Montesperone, gallerie Granarolo e Montesperone	IB16N GN16U GN17U	< A
IE4 - CA1	0,00-0,30	PD2016	Torbella	Coltre	imbocchi nord Granarolo e Montesperone, gallerie Granarolo e Montesperone	IB16N GN16U GN17U	< A
IE4 - CA2	17,1	PD2016	Torbella	Areniti marnose ed argilliti	imbocchi nord Granarolo e Montesperone, gallerie Granarolo e Montesperone	IB16N GN16U GN17U	< A
IE4 - CA3	31,80-35	PD2016	Torbella	Areniti marnose ed argilliti	imbocchi nord Granarolo e Montesperone, gallerie Granarolo e Montesperone	IB16N GN16U GN17U	< A
IE5 - CA1	1,00-3,00	PD2016	Torbella	Coltre	imbocchi Forte Diamante e Bric du Ventu lato sud, gallerie F. Diamante e B. du Ventu IN002	IB11S GN11U GN12U IN002	< A
IE5 - CA2	16,05-16,35	PD2016	Torbella	Areniti marnose ed argilliti	imbocchi Forte Diamante e Bric du Ventu lato sud, gallerie F. Diamante e B. du Ventu IN002	IB11S GN11U GN12U IN002	< A
IE5 - CA3	33,60-33,85	PD2016	Torbella	Areniti marnose ed argilliti	imbocchi Forte Diamante e Bric du Ventu lato sud, gallerie F. Diamante e B. du Ventu IN002	IB11S GN11U GN12U IN002	< A
IE6 - CA1	1,00-3,00	PD2016	Torbella	Coltre	imbocchi Forte Diamante e Bric du Ventu lato sud, gallerie F. Diamante e B. du Ventu IN002	IB11S GN11U GN12U IN002	< A
IE6 - CA2	17,00-17,45	PD2016	Torbella	Areniti marnose ed argilliti	imbocchi Forte Diamante e Bric du Ventu lato sud, gallerie F. Diamante e B. du Ventu IN002	IB11S GN11U GN12U IN002	< A
IE6 - CA3	34,45-34,95	PD2016	Torbella	Areniti marnose ed argilliti	imbocchi Forte Diamante e Bric du Ventu lato sud, gallerie F. Diamante e B. du Ventu IN002	IB11S GN11U GN12U IN002	< A
RE02-CA1	0.00-1.00	PD2010	Torbella	Areniti marnose ed argilliti	imbocchi Forte Diamante e Bric du Ventu lato sud, gallerie F. Diamante e B. du Ventu IN002	IB11S IN002 VI07U	< B
RE04-CA1	0.00-0.90	PD2010	Torbella	Areniti marnose ed argilliti	Imbocco Galleria Torbella Ovest; IN02	IB13W IN002 VI07U	< B
MB23-CA1	121.35-121.70	PD2010	Torbella	arenarie marnose e argilliti	Imbocco Galleria Forte Diamante	IB11S	< A
MB20-CA1	137,00	PD2010	Torbella	arenarie marnose e argilliti	Imbocco Galleria Forte Diamante	IB11S	< A
MS1-CA1	126-127	PD2010	Torbella	Arenarie marnose e argilliti	Galleria Montesperone	GN16U	< A
MB28-CA1	113.0-113.34	PD2010	Torbella	Arenarie marnose e argilliti	Gallerie Forte Diamante e Baccan	GN11U GN10U	< A
MB24-CA1	87,30	PD2010	Torbella	Arenarie marnose e argilliti	Galleria Bric du Ventu	GN13U	< A

MB9-CA1	227-227.3	PD2010	Torbella	Arenarie marnose e argilliti	Galleria Granarolo	GN17U	< B
MB11-CA1	194.45-194.75	PD2010	Torbella	Arenarie marnose e argilliti	Gallerie Granarolo	GN17U	< A
ST3-AMB1	0.90-1.50	PD2016	Torbella	Arenarie marnose e argilliti	Galleria Torbella Est	GN14U	< A
MS3-CA1	246.00-246.60	PD2010	Genova Est	Calcari marnosi	Gallerie Montesperone e Forte Begato	GN16U GN18U	< A
MS3-CA2	246.60-247.00	PD2010	Genova Est	Calcari marnosi	Gallerie Montesperone e Forte Begato	GN16U GN18U	< B
RE09-CA1	0.00-1.00	PD2010	Genova Est	Coltre in Calcari marnosi	Viadotto Rovena	VI08U	< B

## 5.7 AMBITO GENOVA OVEST

Di seguito si elencano le WBS principali con scavi e riutilizzi all'aperto previsti nell'ambito di interesse:

Tabella 5-18 Elenco delle WBS previste in ambito Genova Ovest, caratterizzate da sole lavorazioni di scavo e riutilizzo all'aperto

WBS	Descrizione WBS
VS10A	Viabilita' di Servizio Genova Ovest - Galleria Granarolo-10A
VS10B	Viabilita' di Servizio Genova Ovest - Galleria Moro 2-10B

Tabella 5-19 Sintesi degli esiti analitici sui campioni prelevati nell'ambito Genova Ovest

SIGLA CAMPIONE	Prof.	data	Ambito	Litologia dominante	Opera	WBS principali di riferimento	CSC rif Tab 1
MB1-CA1	0.60-0.80	PD2010	Genova Ovest	Areniti marnose ed argilliti	Imbocchi Moro 1 e Moro 2	IB19W	< A
MS1-CA1	126-127	PD2010	Torbella/Ge Est	Arenarie marnose e argilliti	Galleria Montesperone	GN16U	< A
MB9-CA1	227-227.3	PD2010	Genova Ovest	Arenarie marnose e argilliti	Galleria Granarolo	GN17U	< B
MB11-CA1	194.45-194.75	PD2010	Genova Ovest	Arenarie marnose e argilliti	Gallerie Granarolo	GN17U	< A
MB4-CA1	91.4-91.7	PD2010	Genova Ovest	Areniti marnose ed argilliti	Galleria Granarolo	GN17U	< A
MB7-CA1	102.35-102.65	PD2010	Genova Ovest	Areniti marnose ed argilliti	Galleria Granarolo	GN17U	< B
MB8-CA1	198-198.45	PD2010	Genova Ovest	Areniti marnose ed argilliti	Galleria Granarolo	GN17U	< B

## 5.8 AMBITO OPERA A MARE

L'ambito dell'opera a mare risulta essere come precedentemente ricordato il principale sito di destinazione dei materiali di scavo dell'intera opera realizzanda. Come tale necessita di particolare interesse ed attenzione. Pertanto si riporta di seguito un maggior dettaglio sull'inquadramento del contesto chimico territoriale.

Di seguito si riportano la sintesi dei 28 prelievi eseguiti, con la descrizione delle caratteristiche litologiche riscontrate alle diverse profondità.

Tabella 5-20 Campioni ambientali prelevati nel canale di calma su cui sono state eseguite le analisi chimiche

Campione ambientale	SJ1	SJ2	SJ3	SJ5	SJ6	SJ8	SJ9
CA1	0,50-1,0 m	0,50-1,0 m	1,00-1,40 m	0,50-1,0 m	0,50-1,0 m	0,50-1,0 m	0,70-1,00 m
	Limo grigio scuro debolmente sabbioso e sabbia fine grigio scura da debolmente limosa a limosa	Trovante e ghiaia; scoglio	Sabbie, grigio-grigio scuro, da fini a medio fini, localmente limose	Trovante e ghiaia scogliera	Limo nerastro sabbioso	Argilla debolmente limosa nerastra	Argilla debolmente limosa nerastra con rari elementi di ghiaia
CA2	2,70-3,00 m	2,80-3,00 m	2,80-3,00 m	2,50-2,90 m	2,70-3,00 m	3,60-4,00 m	2,70-3,00 m
	Sabbia fine grigio scura da debolmente limosa a limosa	Trovante e ghiaia; scoglio	Sabbie, grigio-grigio scuro, da fini a medio fini, localmente limose	Trovante e ghiaia scogliera	Sabbie fini grigio scuro debolmente limose	Sabbia fine con limo grigia	Argilla debolmente limosa nerastra con rari elementi di ghiaia
CA3	5,50-6,0 m	4,50-4,85 m	5,00-5,30 m	5,00-5,20 m	5,40-5,60 m	5,00-5,40 m	5,50-5,80 m
	Sabbia fine grigio scura da debolmente limosa a limosa	Sabbie grigie limose	Sabbie, grigio-grigio scuro, da fini a medio fini, localmente limose	Limi sabbiosi grigi	Sabbie fini grigio scuro con aumento della frazione limosa	Sabbia fine con limo grigia	Sabbia fine grigia con limo
CA4	8,40-8,80 m	8,00-8,50 m	8,00-8,30 m	8,00-8,40 m	8,40-8,60 m	7,00-7,20 m	8,50-8,80 m
	Sabbia fine grigio scura da debolmente limosa a limosa	Limi e sabbie limose grigie con raro ghiaino	Sabbie, grigio-grigio scuro, da fini a medio fini, localmente limose	Limi sabbiosi grigi	Sabbie fini grigio scuro con aumento della frazione limosa	Limo sabbioso da argilloso a debolmente argilloso, grigio	Limo argillo-sabbioso grigio

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.

I risultati delle indagini condotte nel canale di calma sono riportati in modo completo in allegato.

Nel caso specifico è stata effettuata un'analisi di rischio per dimostrare l'assenza di rischio per la salute umana e l'ambiente marino. Recependo quanto introdotto dalla normativa della Regione Liguria, che impone che l'utilizzo delle terre e rocce, provenienti da siti caratterizzati da uno o più superiori di CSC (Concentrazioni Soglia di Contaminazione), sia consentito ai sensi dell'art. 184 bis del D. Lgs. 152/06 s.m.i., qualora non superino le soglie di qualità previste per il sito di destinazione, l'Analisi di Rischio condotta sull'opera a mare ha stabilito tali soglie tenendo conto del suo effettivo utilizzo futuro. Lo studio condotto ha dimostrato che il rischio associato agli interventi di adeguamento del rilevato aeroportuale con i materiali di scavo è assolutamente trascurabile, pur in presenza di concentrazioni di alcuni metalli pesanti superiori ai limiti indicati dalla normativa. I risultati dello studio sono contenuti nel documento APG0007.

I risultati delle indagini condotte nel canale di calma sono stati oggetto di confronto con i dati di monitoraggio eseguito dagli enti di controllo per una loro generale valutazione geochimica.

Come si è potuto notare, i valori riscontrati nel canale di calma, 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).

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 nel capitolo sulla caratterizzazione chimica dei terreni e negli studi condotti dagli Enti (ARPAL, Università di Genova e Regione Liguria) per la cartografia geochimica regionale e per i piani di ripascimento delle spiagge.

Un'analisi delle correlazioni esistenti fra i diversi parametri ha evidenziato rapporti 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.

Tabella 5-21 Sintesi dei dati analitici di laboratorio sui campioni prelevati nel canale di calma

Codice	Profondità da p.c. in m	Litologia	CSC
SJ1-CA1	0.50-1.00	Limo e sabbia	< B
SJ1-CA2	2.70-3.00	Sabbia fine	< B
SJ1-CA3	6.00-6.30	Sabbia fine	> B
SJ1-CA4	8.40-8.80	Sabbia fine	< B
SJ2-CA1	0.50-1.50	Ghiaia	< B
SJ2-CA2	2.80-3.00	Ghiaia	< A
SJ2-CA3	4.50-4.85	Sabbie limose	< B
SJ2-CA4	8.00-8.20	Limi e sabbie	< B
SJ3-CA1	1.00-1.40	Sabbia fine	< B
SJ3-CA2	2.80-3.00	Sabbia fine	< B
SJ3-CA3	5.00-5.30	Sabbia fine	< B
SJ3-CA4	8.00-8.30	Sabbia fine	< B
SJ5-CA1	0.50-1.00	Ghiaia	< A
SJ5-CA2	2.50-2.90	Ghiaia	< A
SJ5-CA3	5.00-5.20	Limi sabbiosi	< B
SJ5-CA4	8.00-8.40	Limi sabbiosi	< B
SJ6-CA1	0.50-1.00	Limi sabbiosi	> B
SJ6-CA2	2.70-3.00	Sabbia fine	< B
SJ6-CA3	5.40-5.60	Sabbia fine	< B
SJ6-CA4	8.40-8.60	Sabbia fine	< B
SJ8-CA1	0.50-1.00	Argilla limosa	> B
SJ8-CA2	3.60-4.00	Sabbia fine	< A
SJ8-CA3	5.00-5.40	Sabbia fine	< A
SJ8-CA4	7.00-7.20	Limi sabbiosi	< B
SJ9-CA1	0.70-1.00	Argilla limosa	< B
SJ9-CA2	2.70-3.00	Argilla limosa	> B
SJ9-CA3	5.50-5.80	Sabbia fine	< B
SJ9-CA4	8.50-8.80	Limi sabbiosi	< B

---

## APPENDICE A

Tabelle riepilogative dei dati analitici di laboratorio