

Accordo con Regione Liguria, Autorità di Sistema Portuale del Mar Ligure Occidentale e Comune di Genova del 14/10/2021

## SVINCOLO DI PEGLI ADEGUAMENTO VIABILITA' DI COLLEGAMENTO CON S.S.1

### PROGETTO DEFINITIVO

#### DOCUMENTAZIONE GENERALE

#### GESTIONE TERRE

#### PIANO DI UTILIZZO DELLE TERRE E ROCCE DA SCAVO AI SENSI DEL D.P.R. 120/2017

IL PROGETTISTA SPECIALISTICO  Ing. Sara Frisiani Ord. Ingg. Genova N. 9810A  Responsabile Studi Ambientali	IL RESPONSABILE INTEGRAZIONE PRESTAZIONI SPECIALISTICHE  Ing. Andrea Bano Ord. Ingg. Padova, Sezione A, N. 5863	IL DIRETTORE TECNICO  Ing. Sara Frisiani Ord. Ingg. Genova N. 9810A  T.A. Ambiente
---	---	---

CODICE IDENTIFICATIVO											ORDINATORE
RIFERIMENTO PROGETTO			RIFERIMENTO DIRETTORIO				RIFERIMENTO ELABORATO				
Codice Commessa	Lotto, Sub-Prog. Cod. Appalto	Fase	Capitolo	Paragrafo	W B S	Parte d'opera	Tip.	Disciplina	Progressivo	Rev.	-
T0903	LL02	PD	DG	PGT	00000	00000	R	AMB	1000	00	SCALA -

	ENGINEER COORDINATOR:		SUPPORTO SPECIALISTICO:				REVISIONE	
	Ing. Andrea Bano Ord. Ingg. Padova, Sezione A, N. 5863						n.	data
	REDATTO:		Dott. Francesco Cipolli		VERIFICATO:		0	SETTEMBRE 2023

	VISTO DEL COMMITTENTE    IL RESPONSABILE UNICO DEL PROCEDIMENTO Luciano Bertilone	VISTO DEL CONCEDENTE    Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti
--	---	---

## Sommario

1	PREMESSA.....	5
1.1	STRUTTURA E CONTENUTI DEL PIANO.....	5
1.2	DURATA E VALIDITÀ DEL PIANO .....	7
2	INQUADRAMENTO GENERALE .....	8
2.1	INQUADRAMENTO TERRITORIALE .....	8
2.2	INQUADRAMENTO PROGETTUALE.....	9
2.2.1	<i>Cantierizzazione</i> .....	13
2.2.2	<i>Fasi di cantierizzazione</i> .....	15
2.2.3	<i>Aree di deposito intermedio delle terre</i> .....	15
2.3	RIMODELLAMENTI E SISTEMAZIONI.....	17
2.4	INQUADRAMENTO GEOLOGICO, GEOMORFOLOGICO E IDROGEOLOGICO.....	18
2.4.1	<i>Inquadramento geologico</i> .....	19
2.4.2	<i>Ricostruzione stratigrafica nell'area di progetto</i> .....	21
2.4.3	<i>Inquadramento geomorfologico</i> .....	24
2.4.4	<i>Inquadramento idrogeologico</i> .....	30
2.5	INQUADRAMENTO GEOTECNICO.....	32
2.6	LE OPERE DA REALIZZARE AI SENSI DEL DPR 120/2017 .....	36
3	CARATTERIZZAZIONE AMBIENTALE DEI MATERIALI DA SCAVO .....	38
3.1	CONOSCENZE PREGRESSE DEI SITI DI INTERESSE E DELLE AREE DI INTERVENTO.....	38
3.1.1	<i>Uso del suolo</i> .....	38
3.1.2	<i>Cartografia geochimica regionale</i> .....	39
3.1.3	<i>Anagrafe regionale dei siti contaminati</i> .....	41
3.2	CAMPAGNA PER LA CARATTERIZZAZIONE DEI MATERIALI DI SCAVO.....	46
3.2.1	<i>Criteri di ubicazione dei punti d'indagine</i> .....	47
3.2.2	<i>Ubicazione dei punti e caratteristiche tecniche d'indagine</i> .....	48
3.2.3	<i>Metodiche di campionamento</i> .....	48
3.2.4	<i>Check-list inquinanti analizzati</i> .....	49
3.3	SINTESI DEI RISULTATI DELLE ANALISI DI CARATTERIZZAZIONE AMBIENTALE.....	50
3.4	COMPATIBILITÀ AMBIENTALI DEI MATERIALI DA SCAVO NEI SITI DI UTILIZZO .....	52
3.5	INTERFERENZE CON LA PORZIONE SATURA DEL TERRENO .....	53
3.5.1	<i>Caratterizzazione dell'acqua sotterranea</i> .....	54
4	MODALITÀ DI SCAVO E TECNOLOGIE APPLICATE.....	55
4.1	GALLERIA ARTIFICIALE .....	55
4.2	OPERE ALL'APERTO .....	59
4.2.1	<i>Scavi da scotico</i> .....	59
4.2.2	<i>Scavi di sbancamento</i> .....	59
4.2.3	<i>Rinterri</i> .....	60
4.2.4	<i>Formazione rilevati e dei rimodellamenti morfologici</i> .....	60
4.2.5	<i>Formazione delle sottofondazioni e fondazioni di pavimentazione</i> .....	60
4.2.6	<i>Scavi di fondazione con micropali o pali di grande diametro</i> .....	60
4.3	NORMALE PRATICA INDUSTRIALE .....	60
4.3.1	<i>Vagliatura</i> .....	61
4.3.2	<i>Frantumazione</i> .....	61
4.3.3	<i>Riduzione elementi/materiali antropici</i> .....	61
4.4	INCLUSIONI.....	61
4.4.1	<i>Presenza di elementi in vetroresina (VTR)</i> .....	61
4.4.2	<i>Presenza di elementi in materiale plastico (PVC)</i> .....	62

---

4.4.3	Utilizzo di miscele di perforazione .....	62
4.5	GESTIONE DEI MATERIALI IDENTIFICATI COME NON SOTTOPRODOTTI.....	62
5	BILANCIO DEI MATERIALI DI SCAVO .....	64
6	CAMPIONAMENTO ED ANALISI IN CORSO D'OPERA.....	66
6.1	CARATTERIZZAZIONE DI VERIFICA IN CORSO D'OPERA O FINALE .....	66
7	GESTIONE E TRASPORTO IN FASE DI CANTIERE .....	67
7.1	VIABILITÀ INTERESSATA DALLA MOVIMENTAZIONE DEI MATERIALI DI SCAVO.....	67
7.2	PROCEDURE PER LA TRACCIABILITÀ DEI MATERIALI .....	67
7.3	DICHIARAZIONE DI AVVENUTO UTILIZZO.....	67

## Indice delle Tabelle e delle Figure

TABELLA 1-1 QUADRO SINOTTICO ALLEGATO 5.....	6
FIGURA 2-1 INQUADRAMENTO TERRITORIALE (DA STD0001).....	8
FIGURA 2-2 AREA DI INTERVENTO SU STRALCIO CTR REGIONALE SCALA 1:10000.....	9
FIGURA 2-3 PLANIMETRIA DI PROGETTO .....	10
FIGURA 2-4 PROFILO LONGITUDINALE E STRALCIO PLANIMETRICO DEL PROGETTO .....	10
FIGURA 2-5 SEZIONE DI PROGETTO TRATTO C .....	11
FIGURA 2-6 SEZIONE DI PROGETTO TRATTO D E ED F.....	11
FIGURA 2-7 SEZIONE DI PROGETTO TRATTO G.....	12
FIGURA 2-8 SEZIONE DI PROGETTO TRATTO H.....	12
FIGURA 2-9 SEZIONE DI PROGETTO TRATTO I .....	12
FIGURA 2-10 SEZIONE TIPO PAVIMENTAZIONE SU NUOVO SEDIME E ROTATORIA (TIPO P1A).....	13
FIGURA 2-11 AREA DI CANTIERE NORD .....	14
FIGURA 2-12 AREA DI CANTIERE SUD.....	14
FIGURA 2-13: FOTOINSERIMENTO SU IMMAGINE AEREA ZENITALE .....	17
FIGURA 2-14 AREA NORD SU ZONA SVINCOLO .....	17
FIGURA 2-15: AREA SUD, CON VISTA SU ROTATORIA IN SS1 .....	18
FIGURA 2-16 PLANIMETRIA DI UBICAZIONE DELLE INDAGINI, DI PROGETTO E BIBLIOGRAFICHE .....	19
FIGURA 2-17 STRALCIO DA CARTA GEOLOGICA D'ITALIA, SCALA 1:50000, CON AREA DI PROGETTO CERCHIATA IN ROSSO .....	19
FIGURA 2-18 STRALCIO DA CARTA GEOLOGICA DA PUC DEL COMUNE DI GENOVA .....	21
FIGURA 2-19. ESTRATTO DELLA CARTA GEOLOGIA DEL SUBSTRATO SOTTOSTANTE LE COPERTURE DETRITICHE E ANTROPICHE .....	24
FIGURA 2-20. ESTRATTO DELLA SEZIONE GEOLOGICA IN ASSE AL TRACCIATO DI PROGETTO .....	24
FIGURA 2-21 BACINO DEL TORRENTE VARENNA .....	25
FIGURA 2-22 ESTRATTO DELLA CARTA GEOMORFOLOGICA DELL'AREA DA PUC. DEL COMUNE DI GENOVA (2014).....	26
FIGURA 2-23 ESTRATTO DELLA CARTA DEL RISCHIO GEOLOGICO DEL T. VARENNA.....	27
FIGURA 2-24 ESTRATTO DELLA CARTA DEL RISCHIO GEOLOGICO DEGLI AMBITI 12-13 .....	27
FIGURA 2-25 ESTRATTO DELLA CARTA DELLA SUSCETTIVITÀ AL DISSESTO GEOLOGICO DEL T. VARENNA.....	28
FIGURA 2-26 ESTRATTO DELLA CARTA DELLA SUSCETTIVITÀ AL DISSESTO GEOLOGICO DEGLI AMBITI 12-13 .....	28
FIGURA 2-27 ESTRATTO DELLA CARTA DELLA FRANOSITÀ (IFFI, 2017) .....	29
FIGURA 2-28 ESTRATTO DELLA CARTOGRAFIA PIETRE VERDI (REGIONE LIGURIA, 2017).....	30
FIGURA 2-29. PERMEABILITÀ DELL'AREA DI PROGETTO DA PUC GENOVA (2014) .....	31
TABELLA 2-2 - VALORI DI SOGGIACENZA DELLA FALDA FREATICA .....	31
TABELLA 2-3 - VALORI DI PERMEABILITÀ DISPONIBILI PER IL SOTTOSUOLO DELL'AREA INTERESSATA DAL PROGETTO.....	32
TABELLA 2-4 - PARAMETRI GEOTECNICI E GEOMECCANICI UNITÀ "R-COP".....	34
TABELLA 2-5 - PARAMETRI GEOTECNICI E GEOMECCANICI UNITÀ "DA".....	35
TABELLA 2-6 - PARAMETRI GEOTECNICI E GEOMECCANICI UNITÀ "ORV" .....	35
TABELLA 2-7 - PARAMETRI GEOTECNICI E GEOMECCANICI UNITÀ "CAP" .....	35
TABELLA 2-8 - PARAMETRI GEOTECNICI E GEOMECCANICI UNITÀ "BR-TET" .....	35
TABELLA 2-9 - PARAMETRI GEOTECNICI E GEOMECCANICI UNITÀ "CS" .....	36
FIGURA 2-31 STRALCIO PLANIMETRICO CON LE WBS PRINCIPALI .....	37
FIGURA 3-1 STRALCIO DELLA CARTA DELL'USO DEL SUOLO (2019) IN SCALA 1:10.000 DELLA REGIONE LIGURIA.....	38
FIGURA 3-2 ESTRATTO DELLA CARTOGRAFIA GEOCHIMICA REGIONALE DEL CROMO .....	39
FIGURA 3-3 ESTRATTO DELLA CARTOGRAFIA GEOCHIMICA REGIONALE DEL NICHEL.....	40
FIGURA 3-4 ESTRATTO DELLA CARTOGRAFIA GEOCHIMICA REGIONALE DEL COBALTO .....	40
FIGURA 3-5 ESTRATTO DELLA CARTOGRAFIA GEOCHIMICA REGIONALE DEL VANADIO .....	41
FIGURA 3-6 EVIDENZA DELLE 2 AREE INTERFERENTI IN PROCEDURA EX 242 DEL D.Lgs. 152/2006 SMI.....	42
FIGURA 3-6 UBICAZIONE DELLE INDAGINI GEOGNOSTICHE .....	43
FIGURA 3-7 AREE INTERESSATE DA SUPERI DELLE CSC NEL SUOLO SUPERFICIALE .....	43
FIGURA 3-8 AREE INTERESSATE DA SUPERI DELLE CSC NEL SUOLO PROFONDO .....	44
FIGURA 3-2 UBICAZIONE INDAGINI GEOGNOSTICHE ESEGUITE E SOVRAPPOSIZIONE SULLA PLANIMETRIA DI PROGETTO .....	45
TABELLA 3-1 QUADRO DI SINTESI RIPORTANTE I VALORI DEI PARAMETRI ECCEDENTI LE CSC .....	46
FIGURA 3-8 UBICAZIONE DEI PUNTI DI INDAGINE AMBIENTALE .....	47

TABELLA 3-1 ELENCO DEI PUNTI DI INDAGINE PER LA CARATTERIZZAZIONE AMBIENTALE .....	48
FIGURA 4-1 FASE 1 REALIZZAZIONE GALLERIA ARTIFICIALE .....	55
FIGURA 4-2 FASE 2 REALIZZAZIONE GALLERIA ARTIFICIALE .....	56
FIGURA 4-3 FASE 3 REALIZZAZIONE GALLERIA ARTIFICIALE .....	56
FIGURA 4-4 FASE 4 REALIZZAZIONE GALLERIA ARTIFICIALE .....	57
FIGURA 4-5 FASE 1 E 2 REALIZZAZIONE SOTTOVIA SVINCOLO AUTOSTRADALE .....	57
FIGURA 4-6 FASE 3 E 4 REALIZZAZIONE SOTTOVIA SVINCOLO AUTOSTRADALE .....	58
FIGURA 4-7 FASE 5 E 6 REALIZZAZIONE SOTTOVIA SVINCOLO AUTOSTRADALE .....	58
FIGURA 4-8: STRALCIO SU FASE 4 PER REALIZZAZIONE SCATOLARE A SPINTA .....	59
TABELLA 5-1 - SINTESI DELLE QUANTITÀ MOVIMENTATE .....	64

## Allegati

### AMB1001

- A) CERTIFICATI DI ANALISI IN LABORATORIO con TABELLE RIEPILOGATIVE ESITI ANALITICI sulle caratterizzazioni ambientali eseguite in fase progettuale

### AMB1002

#### TAVOLE PLANIMETRICHE

- a) delle indagini per la caratterizzazione ambientale, dei siti di scavo, delle aree di cantiere e di deposito e dei siti di utilizzo
- b) di pianificazione urbanistica

## 1 PREMESSA

Il presente elaborato costituisce il Piano di Utilizzo dei materiali da scavo relativamente alla realizzazione dei lavori di collegamento diretto tra lo svincolo di Pegli e la S.S.1 Aurelia.

L'intervento interessa il territorio del comune di Genova, in particolar modo nella zona del quartiere di Genova Pegli.

La gestione delle terre e rocce da scavo prodotte è disciplinata dal DLgs 152/2006 e s.m.i. e dal DPR 120/2017, "Regolamento recante la disciplina semplificata della gestione delle terre e rocce da scavo": la gestione nell'ambito dei lavori di realizzazione del progetto è pertanto svolta ai sensi dell'art.184-bis (Sottoprodotto) del DLgs 152/2006 e dell'art. 4 del DPR 120/2017 ("Criteri per qualificare le terre e rocce da scavo come sottoprodotti").

Il presente documento è riferito all'art. 9 ("Piano di Utilizzo") del DPR 120/2017, in relazione alla procedura di VIA nell'ambito di applicazione delle terre e rocce da scavo come sottoprodotti in cantieri di grandi dimensioni (rif art. 8).

Il Piano di Utilizzo, redatto secondo le indicazioni di cui all'Allegato 5 del Regolamento, costituisce dunque parte integrante del Progetto Definitivo e descrive le modalità di gestione dei materiali da scavo derivanti dalla realizzazione dell'intervento autostradale.

Il documento indica le quantità e le modalità di gestione delle terre e dei materiali che si originano nell'ambito delle attività di realizzazione dell'opera, nelle fasi di produzione, trasporto ed utilizzo, nonché il processo di tracciabilità dei materiali dai siti di produzione ai siti di deposito intermedio ed ai siti di destinazione.

Il Piano di Utilizzo contiene le informazioni necessarie ad appurare che i materiali di scavo derivanti dalla realizzazione dell'opera in progetto rispondano ai criteri dettati dal Regolamento e stabiliti sulla base delle condizioni previste dall'art. 184bis, comma 1 del decreto legislativo n. 152 del 2006 e s.m.i., in modo da poter essere escluse dal regime normativo dei rifiuti e quindi essere gestite come sottoprodotti ai sensi dell'art. 183, comma 1, lett. qq) del decreto legislativo n. 152 del 2006 e s.m.i..

Tale approccio risponde all'esigenza di migliorare l'uso delle risorse naturali limitando, di fatto, il ricorso all'approvvigionamento di materiali da cava, e di prevenire, nel rispetto dell'art. 179, comma 1, del decreto legislativo n. 152 del 2006 e s.m.i., la produzione di rifiuti.

Il Proponente, ai sensi dell'art. 17, comma 1 del Regolamento, prima dell'inizio dei lavori di realizzazione dell'intervento, darà specifica comunicazione all'Autorità competente sulle generalità dell'Esecutore. A far data dalla suddetta comunicazione, l'esecutore sarà tenuto a far proprio e rispettare il presente Piano di Utilizzo e ne diverrà responsabile. L'esecutore sarà inoltre tenuto a redigere la modulistica necessaria a garantire la tracciabilità del materiale da scavo.

### 1.1 STRUTTURA E CONTENUTI DEL PIANO

Oltre il corrente capitolo introduttivo, il documento è strutturato in altri 8 capitoli, in relazione ai punti essenziali nella gestione delle terre e rocce da scavo (quantificazione, qualificazione, destinazione e tracciabilità) e a quanto stabilito dall'art. 9 e dall'allegato 5 del Regolamento di cui al DPR 120/2017.

Nel capitolo 2 sono descritti gli inquadramenti territoriale, progettuale e geologico.

Nel capitolo 3 vengono descritte le campagne di indagine eseguite nel 2011 e nel 2013 per la caratterizzazione dei terreni in sito, svolte per la Progettazione Preliminare e Definitiva al fine di valutare la qualità del chimismo del suolo interessato dall'opera in oggetto. Le diverse sezioni sono state aggiornate con i dati di caratterizzazione chimica, sulla base di un piano di indagine geognostico integrativo, svolto nel 2022-2023

Nel capitolo 4 vengono descritte le operazioni di scavo ed i trattamenti di normale pratica industriale previsti.

Nel capitolo 5 sono descritti i siti di movimentazione dei materiali secondo le diverse tipologie di opere presso cui vengono prodotte le terre e rocce (siti di produzione), quelle presso cui i materiali scavati vengono depositati in via provvisoria (siti di deposito) e quelle utilizzate per la realizzazione dell'opera o parti di essa (siti di utilizzo).

Nel capitolo 6 si riportano le modalità con cui l'Impresa esecutrice dovrà effettuare le eventuali ulteriori caratterizzazioni in corso d'opera sui materiali da scavo.

Infine, nel capitolo 7, sono descritte le caratteristiche e le modalità di deposito e di trasporto e la documentazione per la tracciabilità.

In Allegato sono riportati:

- Rapporti di Prova delle indagini ambientali ai sensi del DPR 120/2017 della fase progettuale;
- Tabella riepilogative sulle caratterizzazioni ambientali dei materiali di scavo;
- Elaborati grafici delle indagini ambientali eseguite.
- Elaborati grafici con l'ubicazione dei siti di produzione, di deposito e di destinazione dei materiali da scavo e sui percorsi dei mezzi di cantiere

A supporto del presente Piano di Utilizzo, si dovranno considerare alcuni elaborati del Progetto Definitivo, che risultano utili per eventuali approfondimenti o inquadramento di carattere tecnico di alcuni elementi descritti e richiamati nel testo. Allo stesso tempo si riporta di seguito, un quadro sinottico riferito all'allegato 5 del DPR 120/2017. La tabella è corredata da un elenco degli elaborati di progetto a supporto, quali riferimenti di carattere tematico e specialistico.

*Tabella 1-1 Quadro sinottico allegato 5*

<b>Allegato 5</b>	
<b>Contenuti Piano di Utilizzo - AMB1000 (articolo 9)</b>	
	<b>Riferimenti</b>
1. l'ubicazione dei siti di produzione delle terre e rocce da scavo con l'indicazione dei relativi volumi in banco suddivisi nelle diverse litologie;	Cap. 2, Cap. 5 e tavole planimetriche AMB1002;
2. l'ubicazione dei siti di destinazione e l'individuazione dei cicli produttivi di destinazione delle terre e rocce da scavo qualificate sottoprodotti, con l'indicazione dei relativi volumi di utilizzo suddivisi nelle diverse tipologie e sulla base della provenienza dai vari siti di produzione.	Cap. 2, Cap. 5, e tavole planimetriche AMB1002
3. le operazioni di normale pratica industriale finalizzate a migliorare le caratteristiche merceologiche, tecniche e prestazionali delle terre e rocce da scavo per il loro utilizzo, con riferimento a quanto indicato all'allegato 3;	Cap. 4
4. le modalità di esecuzione e le risultanze della caratterizzazione ambientale delle terre e rocce da scavo eseguita in fase progettuale in conformità alle previsioni degli allegati 1, 2 e 4	Cap. 3 AMB1001
5. l'ubicazione degli eventuali siti di deposito intermedio in attesa di utilizzo, anche alternativi tra loro	Cap. 2, tavole planimetriche AMB1002
6. i percorsi previsti per il trasporto delle terre e rocce da scavo tra le diverse aree impiegate nel processo di gestione nonché delle modalità di trasporto previste	Cap. 2, Cap. 7 e tavole planimetriche AMB1002
<b>Al fine di esplicitare quanto richiesto, il piano di utilizzo indica, altresì, anche in riferimento alla caratterizzazione delle terre e rocce da scavo, i seguenti elementi per tutti i siti interessati dalla produzione alla destinazione, ivi compresi i siti di deposito intermedio e la viabilità:</b>	
<b>1. inquadramento territoriale e topo-cartografico:</b>	
1.1 denominazione dei siti, desunta dalla toponomastica del luogo;	Cap. 2 e tavole planimetriche AMB1002
1.2 ubicazione dei siti	Cap. 2 e tavole planimetriche AMB1002
1.3 estremi cartografici da Carta Tecnica Regionale (CTR);	Cap. 2
1.4 Corografia	tavola di progetto STD 0001 Planimetria generale di inquadramento
1.5 planimetrie con impianti, sottoservizi	tavole di progetto INTE0002÷0005 Planimetria censimento interferenze tecnologiche
1.6 planimetria quotata	tavola di progetto STD 0001 Planimetria generale di inquadramento
1.7 profili di scavo e/o di riempimento;	Cap.2 e 4, con sezioni scavo Con rif tavole di progetto allegate a codifica GTA
1.8 schema/tabella volumi	Cap. 5

<b>Allegato 5</b>	
<b>Contenuti Piano di Utilizzo - AMB1000 (articolo 9)</b>	
	<b>Riferimenti</b>
<b>2. inquadramento urbanistico:</b>	
2.1 Individuazione della destinazione d'uso	Cap. 2 tavole planimetriche AMB1002
<b>3. inquadramento geologico ed idrogeologico:</b>	Cap. 2
3.1 descrizione del contesto geologico della zona	Cap. 2
3.2 ricostruzione stratigrafica del suolo	Cap. 2 tavole di progetto GEO 0005 Carta geologica con ubicazione indagini GEO 0006 Carta geologica del substrato GEO 0007 Profilo geologico
3.3 descrizione del contesto idrogeologico della zona;	Cap. 2 tavole di progetto IDR 0002 Corografia generali dei bacini IDR 0005 Planimetria di individuazione delle sezioni idrauliche di stato attuale
3.4 livelli piezometrici degli acquiferi principali	tavole di progetto GEO 0007 Profilo geologico
<b>4. descrizione delle attività svolte sul sito:</b>	Cap. 2 e 3
4.1 uso pregresso del sito	Cap. 2 e 3 Relazione di progetto AMB0050 su interferenza siti contaminati
4.2 definizione delle aree a maggiore possibilità di inquinamento	Cap. 2 e 3, secondo indicazioni DPR per infrastruttura stradale Relazione di progetto AMB0050 su interferenza siti contaminati
4.3 identificazione delle possibili sostanze presenti	Cap. 2 e 3, secondo indicazioni DPR per infrastruttura stradale Relazione di progetto AMB0050 su interferenza siti contaminati
4.4 risultati di eventuali pregresse indagini ambientali e relative analisi chimico-fisiche.	Cap. 3 AMB1001 AMB0050
<b>5. piano di campionamento e analisi:</b>	Cap. 3
5.1 descrizione delle indagini svolte e delle modalità di esecuzione;	Cap. 3
5.2 localizzazione dei punti di indagine mediante planimetrie;	Cap. 3, tavole planimetriche AMB1002
5.3 elenco delle sostanze come dettagliato nell'allegato 4;	Cap. 3
5.4 descrizione delle metodiche analitiche e dei relativi limiti di quantificazione.	Cap. 3

## 1.2 DURATA E VALIDITÀ DEL PIANO

La durata complessiva dei lavori, desumibile da cronoprogramma (GEN0002), è pari a 38 mesi.

**La durata di validità del Piano di Utilizzo, pari alla durata dei lavori, è pertanto di 38 mesi a partire dalla data di inizio dei lavori.** Con riferimento a quanto indicato in art. 14, comma 1 del Regolamento, salvo particolari deroghe dell'Autorità competente, si indica che i lavori avranno inizio entro due anni dalla data di emanazione del provvedimento di VIA e non dalla data di presentazione del piano di utilizzo.

Se durante l'esecuzione delle opere dovessero subentrare varianti tali da determinare modifiche sostanziali nella gestione delle terre e rocce da scavo, si procederà secondo quanto prescritto.

## 2 INQUADRAMENTO GENERALE

Il Progetto riguarda il collegamento diretto tra lo svincolo di Pegli e la S.S.1 Aurelia. Tale collegamento sarà realizzato attraverso una rampa che sottopassando l'area "Carmagnani" affianca l'attuale via Simone de Pacoret De Saint Bon per attestarsi sull'intersezione esistente adeguata con una rotonda di nuova realizzazione.

La finalità dell'opera è quella di migliorare l'esistente collegamento viario che risulta per caratteristiche geometriche penalizzante nei confronti del traffico pesante. Le citate carenze si rilevano in particolare nella svolta a destra per i mezzi pesanti provenienti dallo svincolo di Pegli verso via dei Reggio e nel sottopasso ferroviario sulla via Pacoret De Saint Bon che presenta una limitazione in altezza pari a 3,20 m.

Il progetto fa parte di un insieme di interventi, a completo carico di ASPI, finalizzati al soddisfacimento dell'interesse pubblico e definiti nell'Accordo stipulato in data 14 gennaio 2021 da Autostrade per l'Italia con la Regione Liguria, l'Autorità di Sistema Portuale del Mar Ligure Occidentale e il Comune di Genova.

### 2.1 INQUADRAMENTO TERRITORIALE

L'area di intervento è ubicata nel quartiere genovese di Pegli Multedo, in prossimità dello svincolo autostradale di Pegli. In particolare, il tracciato stradale di progetto si snoda tra l'uscita dello stesso svincolo sopra citato, ad una quota di circa 23 m s.l.m. alla Strada Statale Aurelia SS1, ad una quota di circa 6 m, in prossimità del ponte sul Torrente Varenna.

Il tracciato prevede, dopo un primo tratto di raccordo con la rampa di svincolo autostradale, la realizzazione dell'imbocco nord del tratto in sotterraneo in prossimità dei Giardini John Lennon in Via dei Reggio, e l'imbocco sud poco prima dell'attuale Via Aurelia, in adiacenza a Via S. Pacoret de Saint Bon, laddove si raccorda alla viabilità esistente tramite la realizzazione di una rotonda. Nel tratto centrale del suddetto tunnel artificiale si prevede di sottopassare le aree di proprietà dello stabilimento chimico "Attilio Carmagnani AC" e la linea ferroviaria. Si rimanda alla documentazione generale per una descrizione dettagliata dell'intervento (rif GEN0005).

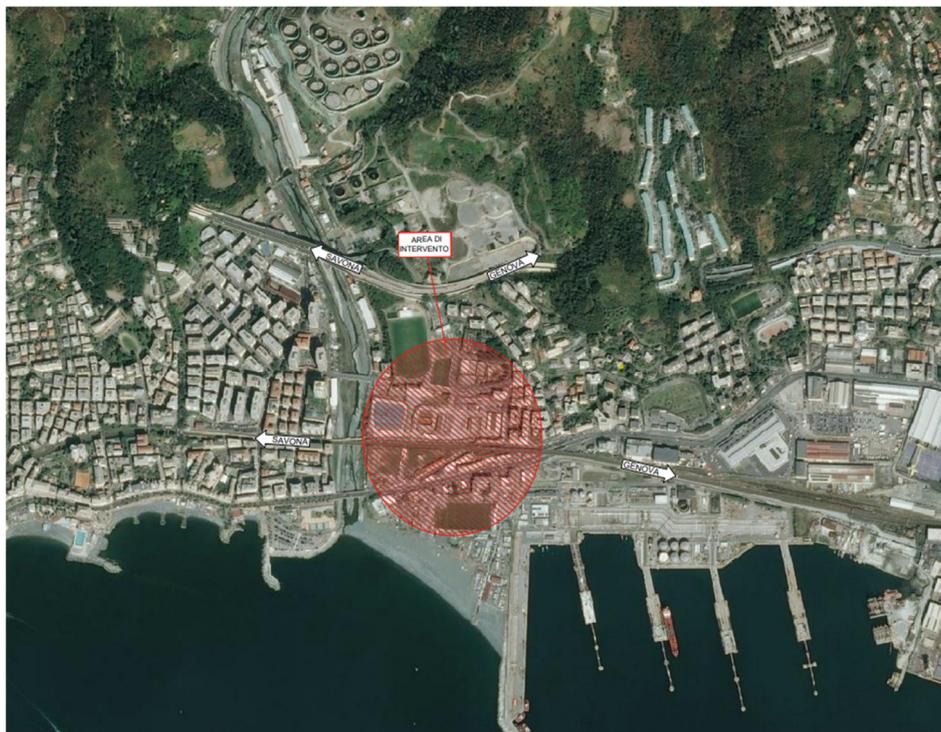


Figura 2-1 inquadramento territoriale (da STD0001)

La carta tecnica regionale di riferimento alla scala 1:10000 è la n° 213140 - Pegli.

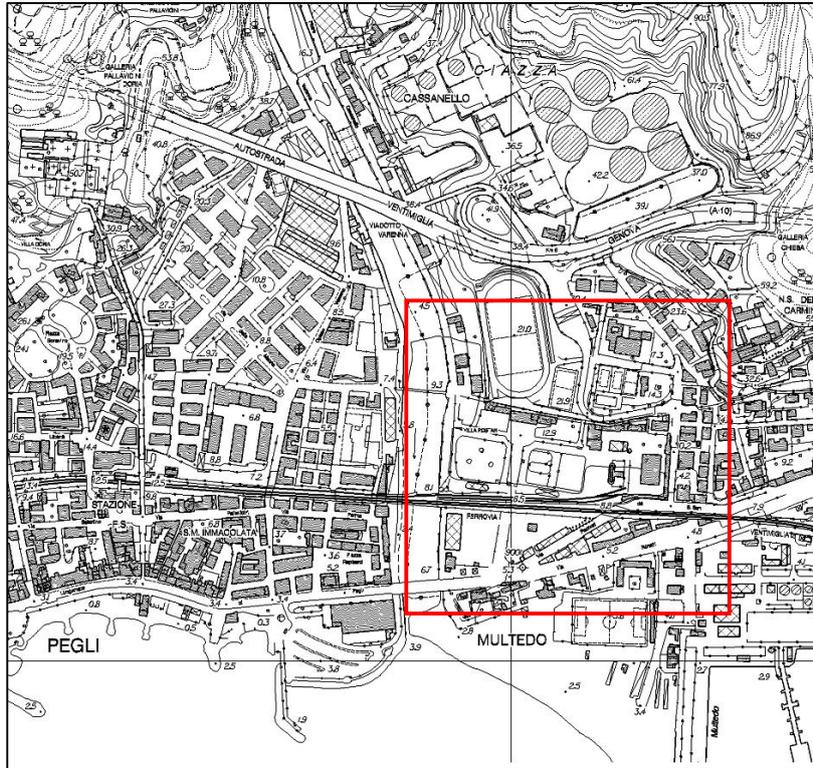


Figura 2-2 Area di Intervento su stralcio CTR regionale scala 1:10000

## 2.2 INQUADRAMENTO PROGETTUALE

Il ramo di collegamento tra l'uscita del casello di Genova Pegli e Via dei Reggio è caratterizzato da una sede stradale con una corsia per senso di marcia, senza banchine e con larghezza variabile (tra i 3,50 m e i 4,00 m circa). L'aspetto maggiormente critico è rappresentato dall'intersezione e dalla svolta in Via dei Reggio, la cui manovra, attualmente semaforizzata dopo l'avvenimento di alcuni incidenti stradali, risulta caratterizzata da raggio di curvatura particolarmente stretto (10 m circa). L'immissione in Via Aurelia da Via Pacoret De Saint Bon è invece garantita tramite un'intersezione semaforizzata, che spesso comporta tempi di attesa elevati.

La nuova realizzazione riguarda il collegamento diretto tra lo svincolo di Pegli e la S.S.1 Aurelia. Tale collegamento sarà realizzato attraverso una rampa che sottopassando l'area "Carmagnani" affianca l'attuale Via Simone de Pacoret De Saint Bon per attestarsi sull'intersezione esistente adeguata con una rotatoria di nuova realizzazione.

La nuova infrastruttura si compone dei seguenti tratti, con la seguente sequenza partendo da nord e procedendo verso sud:

1. un primo tratto di raccordo tra la rampa di accesso al casello autostradale e la nuova viabilità, compreso tra le progressive -0+064 e 0+040 (Tratto A),
2. un secondo tratto compreso tra la progressiva 0+040 e 0+050, ottenuto mediante sezione a raso (Tratto B);
3. un terzo tratto compreso tra la progressiva 0+050 e 0+091.48, in cui la piattaforma è in trincea compresa da opere di sostegno in conglomerato cementizio armato (Tratto C);
4. un primo tratto di galleria artificiale, realizzato mediante metodo "Milano", compreso tra le progressive 0+091.48 0+180 (Tratto D);
5. un secondo tratto di galleria artificiale, compreso tra le progressive 0+180 e 0+200, in cui l'infrastruttura sotto attraversa sia la viabilità di accesso al casello autostradale, sia il percorso pedonale denominato "Via Antica Romana di Pegli" (Tratto E);

6. un terzo tratto di galleria artificiale, ricadente all'interno dell'area "Carmagnani", compreso tra le progressive 0+200 e 0+300.32 (Tratto F);
7. un tratto di sottovia ferroviario, realizzato con scatolare in conglomerato cementizio messo in opera mediante spinta, compreso tra le progressive 0+300.32 e 0+346.07 (Tratto G)
8. un ultimo tratto in trincea compreso tra opere di sostegno in conglomerato cementizio armato, compreso tra le progressive 0+346.07 e 0+410.00 (Tratto H);
9. la rotonda e i rami di collegamento con la viabilità esistente di SS1 e via Pacoret de Saint Bon (Tratto I).



Figura 2-3 Planimetria di progetto

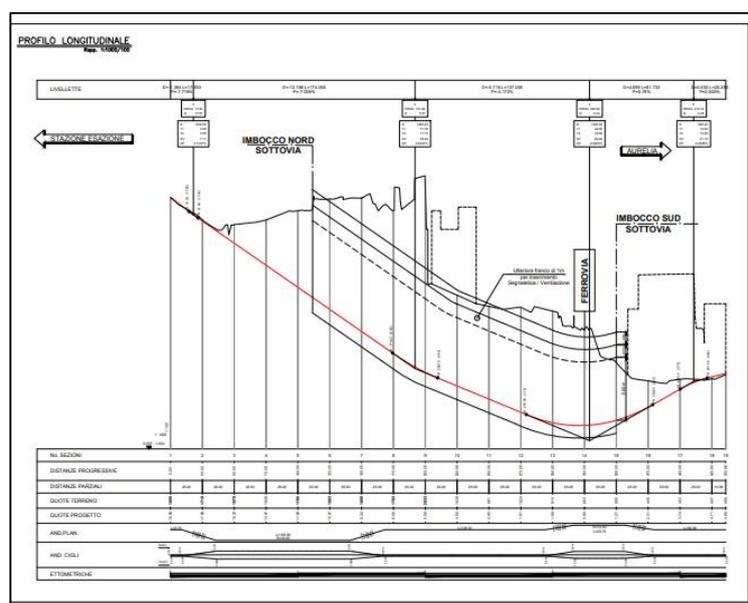


Figura 2-4 Profilo longitudinale e stralcio planimetrico del progetto

Per i dettagli, si rimanda alla consultazione della relazione tecnica stradale (100004-LL02-PF-S1-PRS-00000-00000-D-STD0010-0) e agli elaborati relativi al progetto stradale.

Il Tratto A prevede il rifacimento della pavimentazione esistente e della segnaletica, al fine di gestire il raccordo con la nuova viabilità e quanto esistente.

Nel Tratto B, è presente una sezione a raso, con margini esterni che raccordano la piattaforma con il piano campagna esistente. Sulla sommità delle scarpate sono realizzati due muri in conglomerato cementizio armato, di altezza pari ad 1m, aventi la duplice funzione di parapetto e di contenimento delle eventuali acque di ruscellamento che potrebbero (in caso di eventi meteorici estremi) interessare le aree circostanti la nuova infrastruttura.

Nel Tratto C, visti gli spazi limitrofi disponibili, è necessario adottare una sezione in trincea confinata lateralmente da due opere di sostegno in conglomerato cementizio armato.

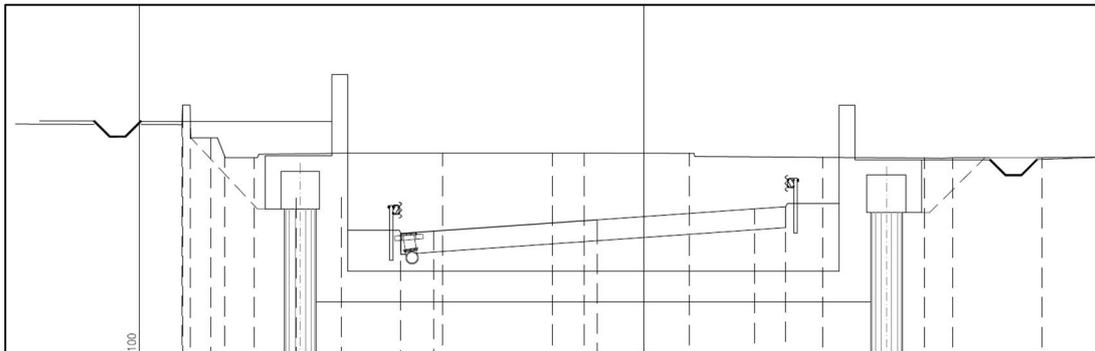


Figura 2-5 Sezione di progetto tratto C

Per i tratti D, E ed F, si prevede la realizzazione di una galleria artificiale con metodo "Milano". La sezione si compone di un solettone di copertura in conglomerato cementizio armato, intestato su due allineamenti paralleli di paratie costituite da pali di grande diametro. Completa la sezione la realizzazione di un solettone di fondo, sempre in conglomerato cementizio armato, da cui si elevano di setti di rivestimento interni (anche essi in conglomerato cementizio armato) della sezione di galleria artificiale. Tra il rivestimento interno costituito da solettone di fondo e setti, e le paratie di pali, viene posta in opera l'impermeabilizzazione avente il compito di evitare l'infiltrazione di acque di falda all'interno della galleria.

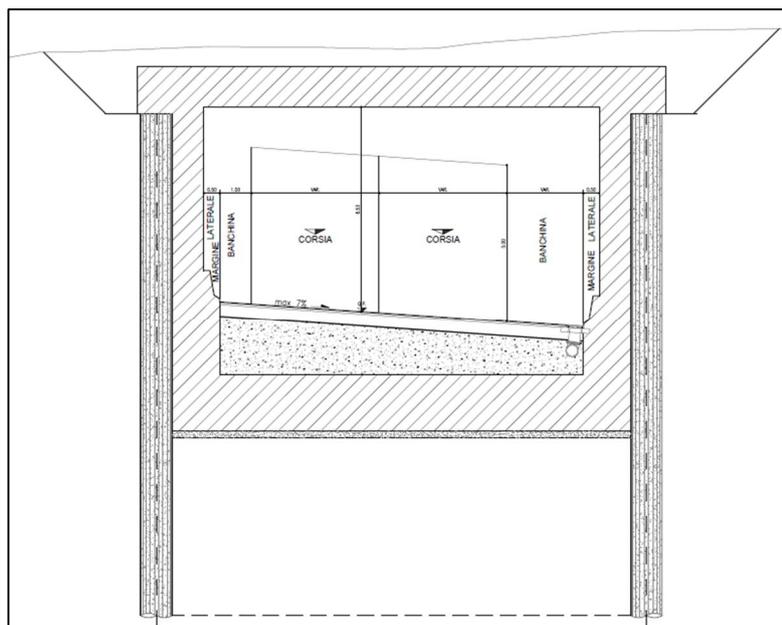


Figura 2-6 Sezione di progetto tratto D E ed F

L'impermeabilizzazione viene posta in opera anche sull'estradosso del solettone di copertura.

Nel tratto G, data la presenza della linea ferroviaria Genova-Ventimiglia, si prevede la realizzazione di uno scatolare in conglomerato cementizio messo in opera mediante spinta.

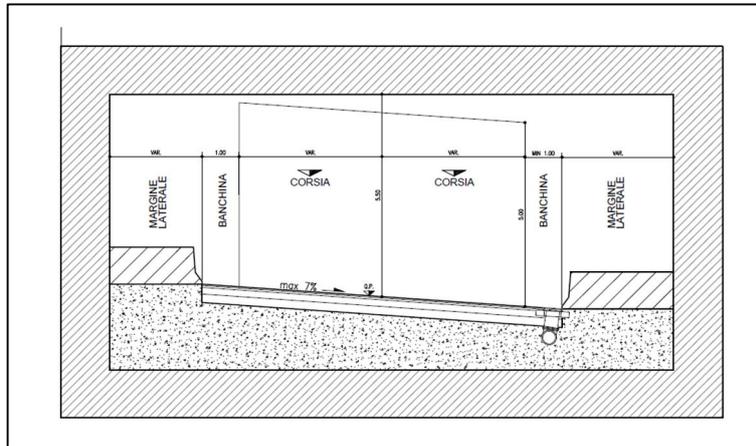


Figura 2-7 Sezione di progetto tratto G

Nel tratto H, è necessario adottare una sezione confinata lateralmente da un'opera di sostegno in conglomerato cementizio armato.

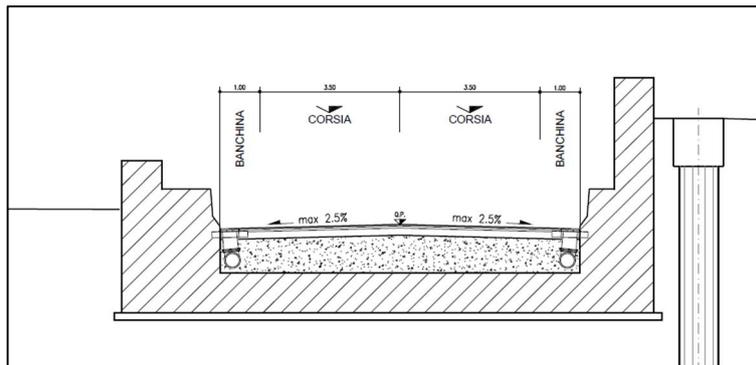


Figura 2-8 Sezione di progetto tratto H

Nel tratto I si prevede la realizzazione di una rotonda sulla attuale Via Aurelia, come da sezione tipo stradale.

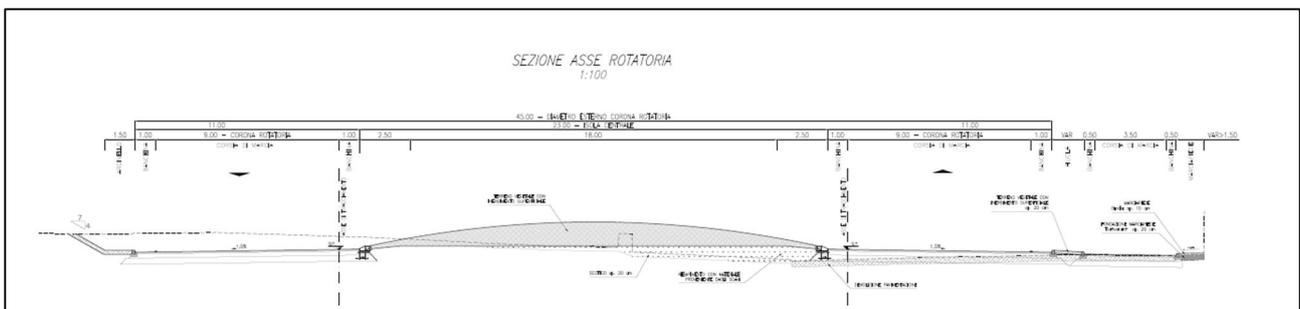


Figura 2-9 Sezione di progetto tratto I

La realizzazione della galleria artificiale avviene con una serie di fasi, meglio dettagliate negli elaborati delle discipline SPL, STR e GTA.

Per quanto riguarda la nuova pavimentazione, è previsto un unico ambito di intervento che ha portato a definire un solo pacchetto di pavimentazione di seguito descritto:

- TIPO P1A: per la realizzazione della sovrastruttura su nuovo sedime, della rotonda e dei suoi corrispondenti rami di ingresso e uscita su nuovo sedime.

Il progetto delle pavimentazioni per la realizzazione della sovrastruttura su nuovo sedime, della rotonda e dei suoi corrispondenti rami di ingresso e uscita su nuovo sedime ha previsto l'impiego di un pacchetto di spessore complessivo pari a 67 cm con una sovrastruttura così composta:

- Usura in conglomerato bituminoso (CB) con bitumi normali di 4 cm;
- Binder in CB con bitumi normali di 5 cm;
- Base in CB con bitumi normali di 18 cm;
- Fondazione legata in misto cementato di 20 cm;
- Fondazione non legata in misto granulare di 20 cm.

Il progetto delle pavimentazioni per la realizzazione della sovrastruttura su nuovo sedime in galleria ha previsto l'impiego di un pacchetto di spessore complessivo pari a 47 cm con una sovrastruttura così composta:

- Usura in conglomerato bituminoso (CB) con bitumi normali di 4 cm;
- Binder in CB con bitumi normali di 5 cm;
- Base in CB con bitumi normali di 18 cm;
- Fondazione legata in misto cementato di 20 cm;

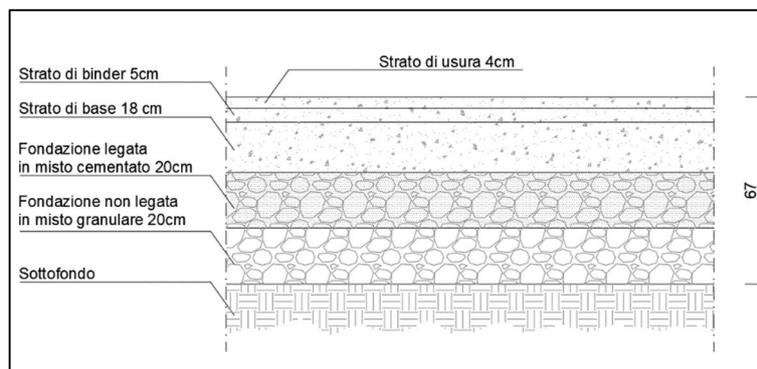


Figura 2-10 Sezione tipo pavimentazione su nuovo sedime e rotonda (tipo P1A)

## 2.2.1 Cantierizzazione

La cantierizzazione dell'opera prevede essenzialmente la suddivisione delle lavorazioni in due differenti ambiti, poste alle estremità del progetto, area nord e area sud. Quindi, in funzione delle attività e del personale medio presente in cantiere sono state individuate due **aree di cantiere** principali. All'interno delle aree saranno previste tutte le attrezzature necessarie alla realizzazione dei lavori, a meno degli alloggi, della mensa e degli impianti per la realizzazione del conglomerato bituminoso e del calcestruzzo che saranno reperiti sul territorio.

Per tutti i dettagli si rimanda alla relazione sulla cantierizzazione SPL0001 e agli elaborati grafici (rif SPL0006÷SPL0010).

Le due aree di cantiere saranno fisse per tutta la durata delle lavorazioni. All'interno dell'area "Attilio Carmagnani 'AC' SpA", in continuità con l'area di intervento, si destinerà un'area di sedime in qualità di area di supporto dell'intervento stesso. In particolare:

### Area di cantiere Nord "Giardini John Lennon"

Quest'area di cantiere/intervento con una superficie totale di circa 6470 mq è accessibile da Via dei Reggio. All'interno circa 1210 mq sono destinati ad ospitare gli apprestamenti e la superficie sarà rivestita con una pavimentazione bituminosa. All'interno uno spazio sarà dedicato al deposito dei materiali di scavo.

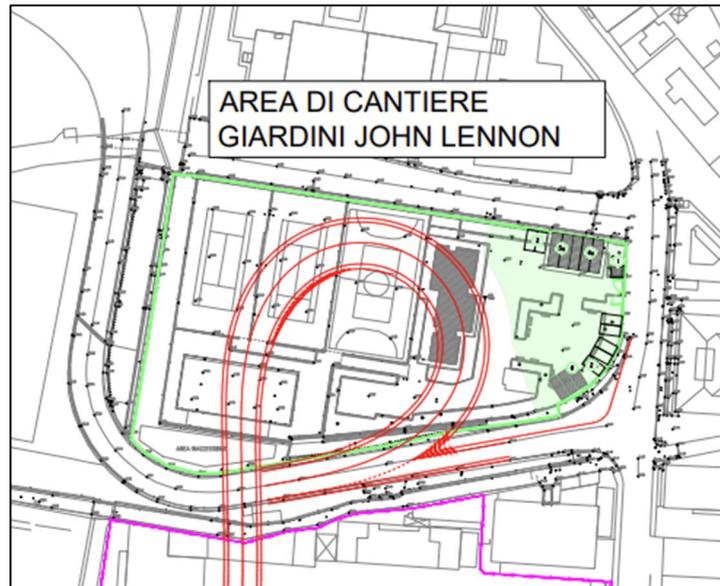


Figura 2-11 Area di cantiere Nord

Area di cantiere sita a sud della Ferrovia Genova-Ventimiglia:

Quest'area di cantiere/intervento, con una superficie totale di circa 5100 mq è accessibile direttamente da una traversa della S.S.1. All'interno circa 2270 mq sono destinati agli apprestamenti e la superficie sarà rivestita con una pavimentazione bituminosa. All'interno si prevede l'installazione una serie di apprestamenti a servizio delle lavorazioni, in particolar modo: area di deposito dei materiali di risulta, apprestamenti dedicati ai lavoratori a contatto con l'amianto, container rifiuti.

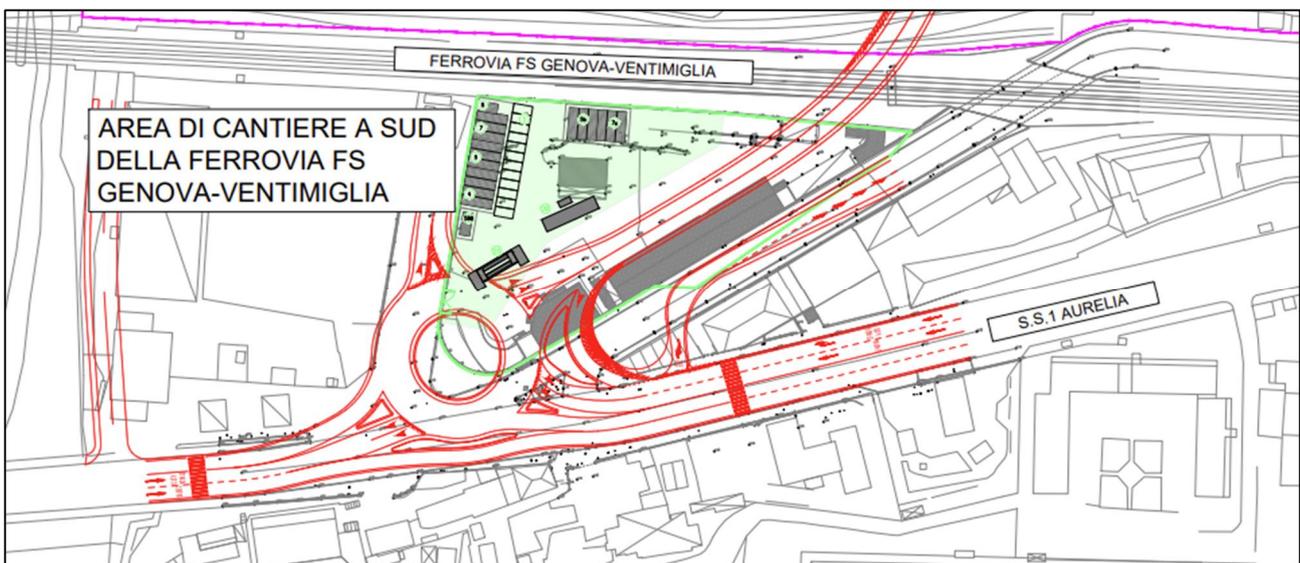


Figura 2-12 Area di cantiere Sud

Area supporto, interna a sito "Attilio Carmagnani 'AC' SpA":

Dal momento che il tracciato della nuova galleria di svincolo attraversa da nord a sud l'azienda "Attilio Carmagnani 'AC' SpA", si è reso necessario valutare una fasizzazione delle lavorazioni in modo da limitare le aree di supporto garantendo una viabilità interna e il regolare svolgimento delle attività all'interno dell'azienda.

Le lavorazioni inizieranno con la cantierizzazione di una zona posta all'interno dell'area doganale, sul lato ovest della pensilina di carico e a nord dell'oleodotto. Una volta smantellata quest'area si proseguirà a cantierizzare le nuove aree proseguendo verso nord.

Durante i lavori (fase 3) la "Attilio Carmagnani 'AC' S.p.A." sarà interessata da due cantieri: uno sul lato nord, al di fuori dell'area doganale e uno a sud in corrispondenza dei binari della ferrovia presente all'interno.

Considerato che il tracciato della galleria interferisce anche con la linea ferroviaria, al fine di completare la realizzazione delle opere di attraversamento sottostanti, si rende necessaria la temporanea sospensione di un tratto di ferrovia. Per questo motivo, le operazioni in corrispondenza di quest'ultima area di cantiere dovranno essere programmate condividendo le tempistiche con l'azienda "Attilio Carmagnani 'AC' S.p.A.", in modo che quest'ultima possa organizzare preventivamente le proprie attività con transito convogli su rotaia.

## 2.2.2 Fasi di cantierizzazione

Sono previste 3 fasi principali di cantierizzazione e lavorazione, più una fase finale che raggruppa alcuni interventi propedeutici alla apertura del traffico:

- Fase 0, rif. T0903-LL02-PD-CN-ACN-CN000-00000-D-SPL-0006-00: Terminata l'installazione degli apprestamenti e la pulizia delle aree di pertinenza avranno inizio tutte le operazioni propedeutiche all'inizio dei lavori e la realizzazione della pavimentazione bituminosa nelle aree di cantiere.
- Fase 1, rif. T0903-LL02-PD-CN-ACN-CN000-00000-D-SPL-0007-00: La fase in oggetto è costituita da due sottofasi, nella prima sottofase saranno eseguite tutte le lavorazioni per la realizzazione dei pali secanti e nella sottofase successiva si procederà con la realizzazione della soletta, l'impermeabilizzazione e il rinterro. Alla fine di questa fase nell'area all'interno "Attilio Carmagnani 'AC' SpA" si procederà alla messa in funzione delle nuove condotte e dismissione di quelle interferenti, interventi ad opera dell'azienda Carmagnani.
- Fase 2, rif. T0903-LL02-PD-CN-ACN-CN000-00000-D-SPL-0008-00: Anche questa fase è costituita da due sottofasi in cui nella prima sottofase proseguiranno tutte le lavorazioni per la realizzazione dei pali secanti e nella sottofase successiva si proseguirà con la realizzazione della soletta, l'impermeabilizzazione e il rinterro. Nell'area di cantiere a sud della ferrovia Genova-Ventimiglia avrà inizio il montaggio del manufatto di spinta.
- Fase 3, rif. T0903-LL02-PD-CN-ACN-CN000-00000-D-SPL-0009-00: In questa fase le lavorazioni avranno luogo nell'area dell'attuale svincolo autostradale. Nell'area di cantiere a sud della ferrovia Genova-Ventimiglia prosegue il montaggio del manufatto di spinta.
- Fasi finali, rif. T0903-LL02-PD-CN-ACN-CN000-00000-D-SPL-0010-00: Prima dell'apertura al traffico del nuovo svincolo autostradale sono previsti due scenari durante i quali sarà rimossa la viabilità provvisoria che era stata realizzata per la deviazione del traffico nelle vicinanze del casello autostradale e saranno eseguite le ultime opere, tra cui la realizzazione dei muri e delle vasche di raccolta delle acque.

## 2.2.3 Aree di deposito intermedio delle terre

Nell'ambito della cantierizzazione, sono stati individuati siti inquadri quali aree di deposito secondo la definizione all'art. 5 del Regolamento del DPR 120/2017. Si tratta di aree per la deposizione del materiale in attesa della destinazione/utilizzo finale. Nell'ambito del progetto sono previste 2 aree di deposito a terra, come da tabella:

Tabella 2-1 Elenco dei depositi dei materiali di scavo

Cantiere	Superficie disponibile per il deposito (mq)
Area di cantiere Nord	1.500
Area di cantiere Sud	1.500

### Caratteristiche e tipologie delle aree di deposito in attesa di utilizzo

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

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

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

All'interno delle singole aree il terreno viene stoccato in cumuli separati, distinti per natura e provenienza del materiale, con altezza massima derivante dall'angolo di riposo del materiale in condizioni sature, tenendo conto degli spazi necessari per operare in sicurezza durante le attività di deposito e prelievo del materiale.

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

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

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

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

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

- garanzia di funzionamento continuo del sistema di regimazione e convogliamento delle acque superficiali e dell'impianto di raccolta e gestione delle acque di dilavamento;
- dotazione di misure idonee a ridurre i disturbi ed i rischi causati dalla produzione di polveri e di materiali trasportati dal vento, con protezioni e delimitazioni perimetrali;
- adozione di misure identificative delle aree di deposito, con opportuna segnaletica utile ad evitare contatti con terre e rocce da scavo potenzialmente inquinate ed evitare possibili errori di direccionamento;
- dotazione di misure di protezione delle falde acquifere, con un sistema di impermeabilizzazione del fondo e di gestione e raccolta delle acque.

### **Aree di deposito per terreno vegetale**

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

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

### **Gestione del deposito dei materiali di scavo**

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

Va evidenziato che il sistema che verrà impiegato per la maggior parte delle aree sarà di tipo "dinamico".

In ciascuna area di deposito saranno normalmente collocate delle terre da scavo, derivanti da scavi e sterri, che verranno quindi reimpiegate, con tempistica diversa in funzione dell'avanzamento dei lavori, per la realizzazione di rinterri, sottofondi o rilevati o per il riempimento dei rimodellamenti morfologici o di sistemazione ambientale.

Faranno generalmente eccezione a questa logica le aree che verranno impiegate per il deposito del terreno vegetale, soprattutto quello di cantiere. Questo avrà origine dalle operazioni di scotico svolte nella prima fase di attività e verrà reimpiegato nell'ambito dei ripristini, delle sistemazioni e del rivestimento delle scarpate.

Tipicamente, quindi, l'eventuale terreno vegetale verrà stoccato fin dalla fase iniziale dei lavori e riutilizzato solo nella fase finale dei lavori.

### 2.3 RIMODELLAMENTI E SISTEMAZIONI

La nuova viabilità si rende necessaria per consentire continuità dei flussi di accesso per lo svincolo di Genova Pegli, che oggi transitano all'interno di un quartiere residenziale in modo discontinuo e tortuoso. Il nuovo raccordo viabilistico consentirà l'innesto diretto tra via Aurelia ed Autostrada A10, passando prevalentemente in sottosuolo tramite galleria artificiale.



Figura 2-13: Fotoinserimento su immagine aerea zenitale

Il progetto ha la finalità di trasformare un'infrastruttura viabilistica complessa con l'opportunità di riqualificazione urbana, attraverso la creazione di un'area a parco pubblico, all'interno dello svincolo di progetto (area nord): il parco utilizza le forme curve dettate dalla viabilità per creare diaframmi e scarpate verdi, rampe pedonali dallo sviluppo dolce ed allineamenti di alberature che dal perimetro conducono progressivamente verso il centro del parco, in una sorta di 'spirale' che trasforma lo svincolo da spazio di risulta a centro sportivo immerso nel verde.



Figura 2-14 Area Nord su zona svincolo

Nella parte sud, la connessione con la via Aurelia consente di liberare aree fatiscenti e creare percorsi pedonali ampi e protetti da alberature: la nuova rotatoria sorge lungo l'asse storico di Villa Rostan, ristabilendo l'antico sistema di landmark territoriali interconnessi che favoriscono visuali paesisticamente significative.

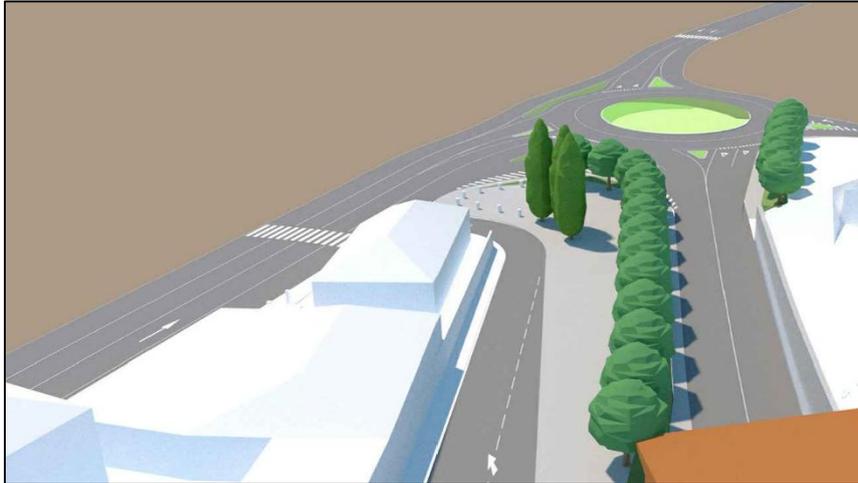


Figura 2-15: Area sud, con vista su rotatoria in SS1

## 2.4 INQUADRAMENTO GEOLOGICO, GEOMORFOLOGICO E IDROGEOLOGICO

I dati relativi alle caratteristiche litologiche e strutturali dei litotipi affioranti nell'area in esame, acquisiti dall'analisi bibliografica nella fase preliminare, sono stati integrati attraverso un rilevamento geologico diretto sul terreno e l'analisi litostratigrafica e di facies eseguita sulle carote prelevate durante le campagne di indagini geognostiche della fase progettuale definitiva. Le indagini bibliografiche reperite sono costituite da:

- stratigrafie dei sondaggi del database della Regione Liguria (Repertorio Cartografico del Geoportale Regione Liguria: <https://srvcarto.regione.liguria.it/geoviewer2/pages/apps/geoportale/index.html>);
- dati contenuti nella pubblicazione riguardante la realizzazione del microtunnel di collegamento del nuovo fascio tubiero di collegamento tra il porto petrolio di Genova Multedo ed il deposito ENI 'Fondegga' di Pegli (Olcese et al.,2005).

Le indagini di progetto sono costituite dalle indagini geognostiche eseguite nei mesi di settembre ed ottobre 2022. Si sottolinea che per problemi autorizzativi in alcune aree di interesse progettuale (stabilimento chimico "Attilio Carmagnani AC") non tutte le indagini previste sono state eseguite secondo programma. In particolare, non è stato eseguito un sondaggio a carotaggio previsto proprio a margine del sottoattraversamento ferroviario, in corrispondenza del tratto in galleria più profondo e maggiormente critico. Inoltre, non è stata completata la caratterizzazione geofisica dei terreni, sia in foro che in superficie. Le indagini di progetto sono costituite da:

- n. 4 sondaggi a carotaggio continuo (SVP1, SVP2, SPV4 e SVP5) spinti a profondità variabili tra 25 e 40 m dal piano campagna locale (p.c.), con esecuzione di prove Standard Penetration Test (SPT), prove di permeabilità Lefranc, prove pressiometriche Menard, nonché il prelievo di campioni indisturbati e rimaneggiati rappresentativi dei terreni attraversati, sottoposti a prove di laboratorio per la determinazione delle caratteristiche fisiche e meccaniche.
- n. 1 analisi sismica di superficie di tipo MASW, per la determinazione del profilo Vs con la profondità, determinazione delle Vs.equiv. e classificazione del sottosuolo ai sensi delle NTC 2018;
- n. 1 analisi di sismica passiva di superficie di HVSR, per la valutazione dei rapporti spettrali H/V e determinazione della frequenza di risonanza dei depositi.

I certificati delle indagini sono allegati al progetto in un elaborato a codifica GEO.

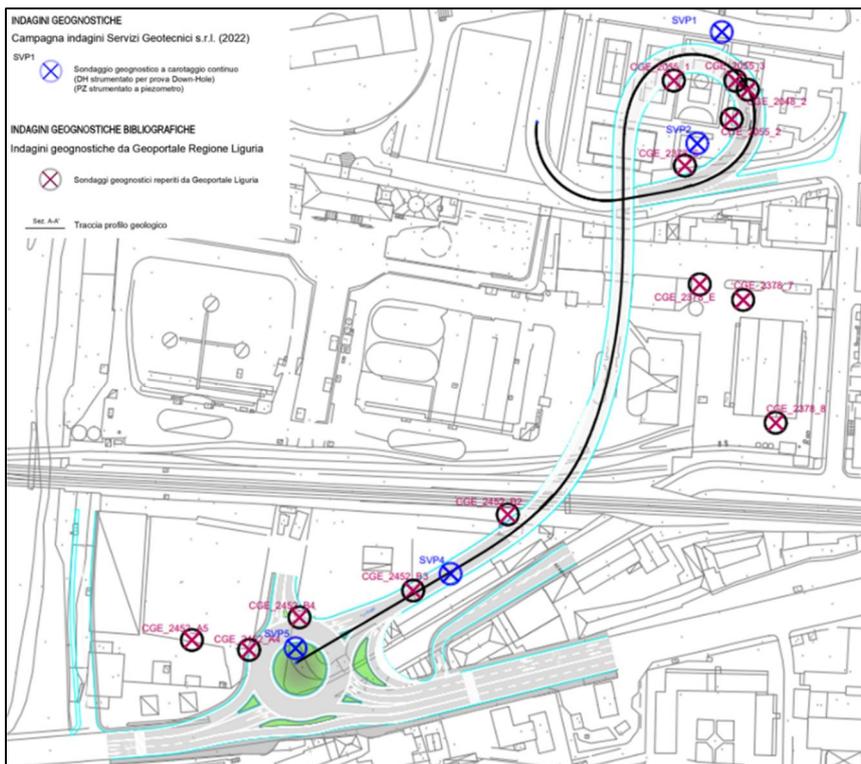


Figura 2-16 Planimetria di ubicazione delle indagini, di progetto e bibliografiche

### 2.4.1 Inquadramento geologico

Sulla base della cartografia geologica CARG (Foglio n. 213-230, 1:50'000) nell'area in esame affiora la formazione dei Calcescisti della Val Branega, in contatto tettonico-stratigrafico con le sottostanti serpentiniti di San Carlo; entrambe le formazioni appartengono alla cosiddetta 'Unità Tettonometamorfica Palmaro-Caffarella', insieme ai metagabbri del Bric. A tali formazioni si associano, in superficie, in direzione della costa e a ridosso dei corsi d'acqua, i depositi quaternari alluvionali, terrazzati e recenti.

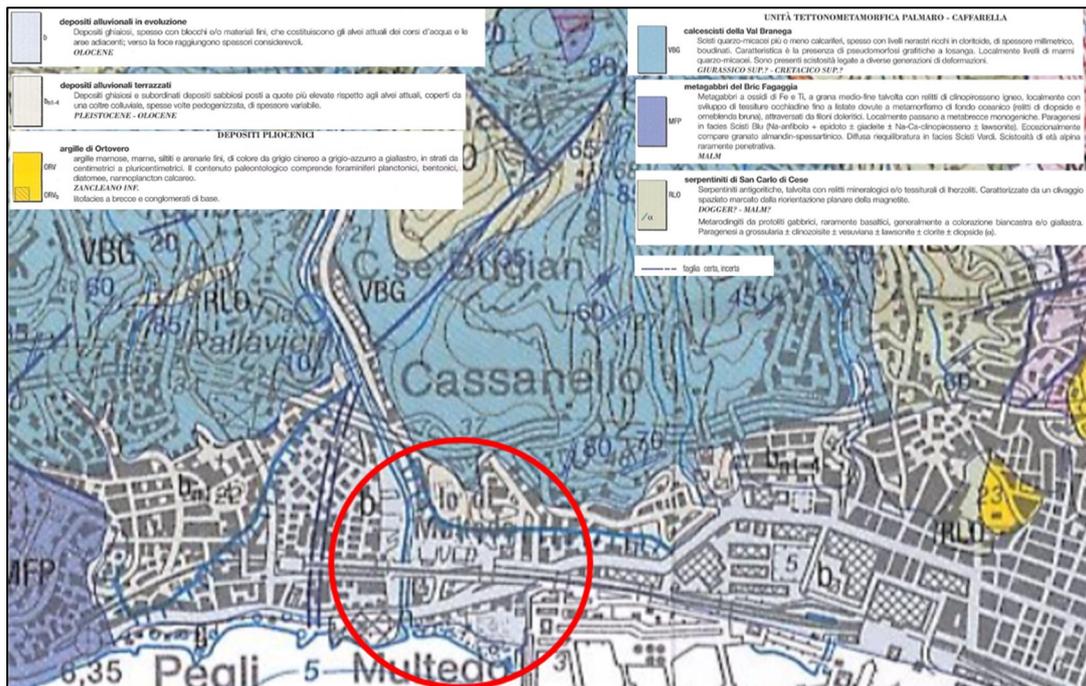


Figura 2-17 Stralcio da Carta Geologica d'Italia, scala 1:50000, con area di progetto cerchiata in rosso

Più in dettaglio di seguito sono riportate le caratteristiche peculiari delle formazioni che caratterizzano il substrato dell'area vasta circostante il sito in esame.

#### Calcescisti della Val Branega

Affiorano sui versanti a nord dell'area in esame. Sono costituiti da scisti quarzo-micacei più o meno calcariferi, calcescisti, micascisti e calcari cristallini, caratterizzati da alternanze di livelli pelitici e livelli quarzocarbonatici. Le variazioni nelle percentuali modali di calcite, quarzo e miche bianche determinano la transizione tra calcescisti, micascisti, calcari cristallini ("marmi") e i sottostanti quarzoscisti. Sono presenti scistosità legate a diverse generazioni di deformazioni. L'età presunta è compresa tra il Giurassico superiore e il Cretacico superiore.

#### Serpentiniti di San Carlo di Cese

Affiorano in corpi allungati in direzione N-S, a ridosso del contatto con le unità più orientali. Consistono di serpentiniti a lizardite e crisotilo, in coesistenza o completamente sostituiti da antigorite. Sono frequenti i relitti mineralogici e/o tessiture di lherzoliti. Sono presenti anche alcuni affioramenti di metabrecce formate da clasti eterometrici di serpentinite, più o meno arrotondati, in una matrice a carbonati, talco e anfiboli. Queste breccie possono essere interpretate come metaoficalciti e rappresentano quindi gli equivalenti metamorfici di breccie originate durante l'evoluzione di fondo oceanico. L'età presunta è compresa tra il Dogger e il Malm.

#### Metagabbri del Bric Fagaggia

Affiorano ad Ovest del sito nella zona del Bric Fagaggia e in prossimità della costa, ove formano l'esteso affioramento del Castelluccio di Prà. Comprendono metagabbri di Fe e Ti, a grana medio-fine, talvolta con relitti di clinopirosseno augitico. L'età presunta è Malm.

La Carta Geologica del P.U.C. del Comune di Genova 1:5'000, mostra le medesime formazioni già descritte precedentemente, con l'aggiunta della Formazione delle Argille di Ortovero, plioceniche, presenti in corrispondenza dello svincolo esistente e della parte urbanizzata in destra idrografica del Torrente Varenna.

Questa formazione è in contatto tettonico/stratigrafico con i calcescisti della Val Branega; verso la costa sono sepolte dai sedimenti alluvionali quaternari e, in un'area circoscritta appena più a Sud dell'area di interesse progettuale, da una coltre eluvio-colluviale. Inoltre, si segnala la presenza di riporti antropici nella zona immediatamente a Sud-est dell'area di studio, legati alla presenza del porto petroli di Multedo.

Le Argille di Ortovero, del Pliocene Inf., sono costituite da alternanze stratificate di argille sabbiose, argille azzurre e sabbie con micro-conglomerati. Il litotipo predominante è costituito da limi argillosi di colore grigio-azzurro o giallastro, caratterizzati da un modesto contenuto in CaCO<sub>3</sub>, localmente ricchi in fossili. Localmente si osservano sottili livelli sabbiosi, o passaggi caratterizzati da presenza di sostanza organica. I livelli più alterati sono di colore ocraceo, e possono avere spessori significativi in relazione alle condizioni fisico-chimiche locali.

La cartografia geologica comunale riporta alcune linee tettoniche, solo parzialmente coerenti con quanto evidenziato nella cartografia CARG, sia al contatto tra le argille di Ortovero e i sottostanti calcescisti, a nord-ovest dell'area in esame, sia all'interno della medesima formazione argillosa, appena più a nord dell'area di progetto. Non evidenzia allineamenti tettonici in corrispondenza delle alluvioni quaternarie in prossimità dell'area di progetto.

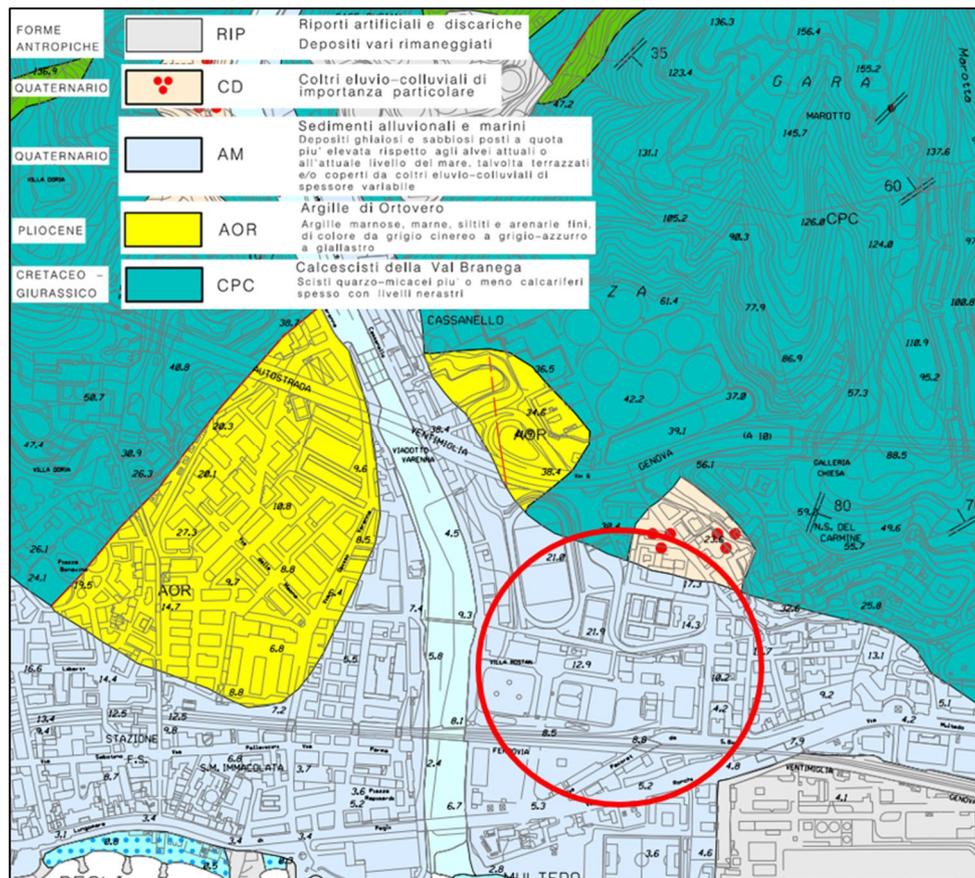


Figura 2-18 Stralcio da carta geologica da PUC del Comune di Genova

## 2.4.2 Ricostruzione stratigrafica nell'area di progetto

Nelle zone più a nord e centrali dell'area di progetto, le stratigrafie riconducibili al database regionale mostrano una copertura di materiali incoerenti (generalmente depositi antropici, e subordinatamente alluvionali ed eluviali), sovrastanti il substrato dei Calcescisti della Val Branega.

Tali livelli superficiali di copertura sono costituiti da materiale eterogeneo di varia granulometria e composizione; nel caso di depositi antropici contengono anche laterizi, ciottoli, blocchi lapidei e resti di conglomerato cementizio.

La presenza del substrato dei Calcescisti della Val Branega, secondo l'interpretazione delle suddette indagini, si riscontra a profondità comprese tra 5.5 e 10 m, come rappresentato nella figura seguente.

I Calcescisti della Val Branega sono caratterizzati da una scistosità marcata, legata a diverse generazioni di deformazioni; talvolta sono associati a bande trasposte di metabasiti disposte parallelamente rispetto alla foliazione pervasiva principale. A livello di ammasso lapideo si presentano "straterellati", a bande monoclinali, talvolta sottilmente scistososi.

La formazione, qualora inalterata, è di consistenza decisamente lapidea; problemi di instabilità possono derivare prevalentemente dai significativi spessori di alterazione.

Nella zona meridionale dell'area in esame, a sud della linea ferroviaria, tra lo stabilimento chimico "Attilio Carmagnani AC" e la rotonda sulla SS1 Aurelia, le stratigrafie del database regionale mostrano che il substrato, al di sotto delle coperture alluvionali ed eventuali depositi antropici di riporto, è costituito da breccie prevalentemente ofiolitiche, sub-affioranti nella porzione più prossima all'area di interesse progettuale.

In prossimità della futura rotatoria presso la SS1 Aurelia si individuano invece, a profondità comprese tra 2.4 e 6.8 m da p.c. argille limose consistenti, debolmente sabbiose nel settore più occidentale, riconducibili alle Argille di Ortovero plioceniche.

Le breccie si presentano come ammasso roccioso cementato, seppure sovente allentato. Sono principalmente a supporto clastico, costituite da elementi poligenici, mal selezionati, di dimensioni da millimetriche a pluricentriche, con bordi da spigolosi a sub-arrotondati, immersi in matrice, in percentuali variabili, e in minor misura da cemento calcitico. La disposizione dei clasti è disomogenea e non sono presenti strutture. La composizione dei clasti deriva dalla natura litologica delle formazioni presenti nelle immediate vicinanze, in particolare dalle formazioni ofiolitiche e dai calcescisti.

Le argille e limi argillosi grigi azzurri riconducibili alle Argille di Ortovero presentano al loro interno straterelli sabbiosi di spessore decimetrico. Sono generalmente sovraconsolidate, sia in profondità che in prossimità del piano campagna

Le Argille di Ortovero in generale affiorano in lembi isolati in vari punti della linea di costa ligure, sovente come riempimento di fosse tettoniche plioceniche (graben).

Le risultanze delle indagini di progetto (2022) sono in accordo con quanto osservabile dall'analisi delle stratigrafie reperite dal database del Geoportale regionale. Nello specifico, i sondaggi SVP1 e SVP2, eseguiti nel settore più a nord della zona di studio, nei pressi del casello autostradale, hanno riscontrato la presenza di Calcescisti della Val Branega a costituire il substrato.

Il sondaggio SVP4, realizzato a sud della linea ferroviaria, in prossimità della stessa, ha mostrato la presenza di breccie poligeniche al di sotto dei depositi antropici ed alluvionali. Tali breccie contengono clasti, aventi dimensioni da millimetriche a centimetriche, di ofiolitici, calcescisti e serpentiniti.

Il sondaggio SVP5, prossimo all'area di futura realizzazione della rotatoria sulla SS1 Aurelia, vede la presenza, al di sotto dei depositi antropici ed alluvionali superficiali, dapprima di materiali limoso-argillosi, riconducibili alla formazione delle Argille di Ortovero, e successivamente delle breccie poligeniche già rinvenute all'interno del sondaggio SVP4.

In particolare, i sondaggi geognostici in precedenza parzialmente descritti, mostrano le seguenti stratigrafie:

- **Sondaggio SVP1** (profondità 30m):
  - da p.c. a 4,9 m: riporto antropico e terreno di copertura costituito da alternanze di limi sabbiosi ghiaiosi a tratti argillosi colore avana/marrone chiaro;
  - da 4,9 m a 6,5 m: sabbia limosa di colore marrone chiaro con intercalazioni limose argillose, riconducibili a depositi alluvionali;
  - da 6,5 m a 18,0 m: calcescisti alterati di colore grigio scuro nerastro; destrutturati; presenti numerose intercalazioni da millimetriche a centimetriche di argilla limosa con all'interno scaglie di calcescisti;
  - da 18 m a 30 m: calcescisti di colore grigio nerastro, a struttura scagliosa, con inclinazione della scistosità da subverticale a verticale; più tenaci in profondità; presenti intercalazioni da centimetriche a decimetriche di argilla limosa con all'interno scaglie di calcescisti. Diffusa presenza di vene di calcite e grafite sparsa.
- **Sondaggio SVP2** (profondità 40m):
  - da p.c. a 3,5 m; riporto antropico e terreno di copertura costituito da alternanze di limi sabbiosi ghiaiosi, a tratti argillosi, colore avana/marrone chiaro;
  - da 3,5 m a 6,5 m: ghiaia in matrice argillosa limosa sabbiosa di colore marrone, riconducibili a depositi alluvionali;
  - da 6,5 m a 9,5 m: calcescisti alterato e frammentato di colore grigio e localmente ocreo; presenti numerose intercalazioni da millimetriche a centimetriche di argilla limosa con all'interno scaglie di calcescisti;
  - da 9,5 m a 30 m: calcescisti di colore grigio nerastro, a struttura scagliosa, con inclinazione della scistosità da subverticale a verticale; compatti; fratture aperte e riempite tra 10m e 18m di profondità; presenti intercalazioni da centimetriche a decimetriche di argilla limosa con all'interno scaglie di calcescisti. Da circa tra 36m a 40m si presenta altamente destrutturato e foliato con le superfici di discontinuità riempite di argilla.
- **Sondaggio SVP4** (profondità 30m):
  - da p.c. a 2,9 m; riporto antropico e terreno di copertura costituito da ghiaie limo-argillose debolmente sabbiosa di colore marrone chiaro;

- da 2,9 m a 5 m: deposito alluvionale formato da limo con sabbia o sabbioso ghiaiosa colore beige;
- da 5 m a 24,6 m: breccia a granulometria ghiaiosa in matrice limosa colore da grigio a bruno rossastra. Tra 14 m e 15,1 trovante di calcescisto compatto grigio con scistosità a basso angolo;
- da 24,6 m a 30 m: breccia grigio verdastra, scagliosa e con struttura scistosa.
- **Sondaggio SVP5** (profondità 25m):
  - da p.c. a 2,3 m di terreno di riporto a granulometria argilloso limosa di colore marrone chiaro beige;
  - da 2,3 m a 4,2 m: deposito alluvionale formato da limo argilloso sabbioso di colore marrone chiaro beige;
  - da 4,2 m a 14 m: limo argilloso di colore grigio azzurro, riconducibile alla formazione della Argille di Ortovero;
  - da 14 m a 25 m: breccia a granulometria ghiaiosa in matrice limosa, di colore da grigio a bruno rossastra. Probabile presenza di clasti ofiolitici, oltre che di calcescisto.

Attraverso l'analisi delle stratigrafie dei sondaggi eseguiti nel 2022 (SVP1, SVP2, SVP4 e SVP5), congiuntamente ai dati geognostici del database regionale, si è potuto ricostruire un modello geologico del sottosuolo dell'area di progetto, seppure con alcuni ulteriori elementi da approfondire una volta eseguite le indagini mancanti.

In superficie si ha uno spessore significativo di riporti antropici e di depositi alluvionali, eluvio-colluviali e detritici, giacenti sulle differenti tipologie di substrato.

Nella zona settentrionale e centrale il substrato è riconducibile alla formazione di Calcescisti della Val Branega, caratterizzato da differente grado di alterazione e fratturazione lungo le verticali investigate.

Passando al settore meridionale dell'area di studio, un probabile elemento tettonico, sito in prossimità della linea ferroviaria, mette a contatto la formazione suddetta con un substrato differente, costituito da brecce poligeniche contenenti clasti ofiolitici, frammenti di calcescisti e, più in profondità, anche serpentinitici.

Lungo l'elemento tettonico ipotizzato potrebbe essersi verificato un dislocamento tale da determinare la formazione di una depressione, che si sarebbe via via riempita per deposizione e accumulo in ambiente subaereo (fluviale costiero), di depositi provenienti dalle formazioni vicine (Calcescisti della Val Branega e Serpentiniti di San Carlo di Cese). La successiva diagenesi dei materiali depositati, in un contesto tettonico attivo, avrebbe portato alla formazione delle attuali brecce.

Secondo le attuali ricostruzioni litostratigrafiche le brecce potrebbero attribuirsi alla formazione delle Brecce di Costa Cravara (Eocene sup. (?) – Oligocene inf. (?)), riconducibili alla successione del Bacino Terziario Piemontese. Nel Pliocene, nella zona già occupata dalle brecce, la deposizione potrebbe essere proseguita in ambiente marino, previa deposizione dei sedimenti appartenenti alla formazione delle Argille di Ortovero.

In epoca più recente si è avuto il colmamento dell'intera piana ad opera dei depositi alluvionali e costieri.

Di seguito si riportano la ricostruzione planimetrica del substrato al di sotto delle coperture detritiche, coltri antropiche e depositi alluvionali, in un intorno del tracciato di progetto, ed il profilo geologico sviluppato lungo l'asse dello stesso tracciato di progetto.

Si rimanda alla cartografia geologica specialistica allegata al progetto per una visione di dettaglio dei rapporti stratigrafici e tettonici. Le figure seguenti riportano uno estratto della suddetta documentazione.

In sintesi, il sito di progetto, lungo l'asse del tracciato, è caratterizzato dalla presenza in superficie di coperture di natura antropica, detritica, eluvio-colluviali e depositi alluvionali, con spessori a tratti significativi. Tali depositi sono sovrapposti a materiali più strutturati aventi diversa origine e caratteristiche. Nella parte nord il substrato è costituito da rocce appartenenti alla formazione dei Calcescisti della Val Branega, spesso molto alterati e fratturati nella porzione più superficiale.

Procedendo a sud si intercetta un substrato costituito da brecce poligeniche (in probabile contatto tettonico con i precedenti calcescisti), verosimilmente riconducibili alla formazione delle Brecce di Costa Cravara. Queste ultime sono a loro volta ricoperte dalle Argille di Ortovero lungo l'estremità meridionale dell'area di interesse progettuale.



tra circa 6 e 20 m s.l.m, nella zona terrazzata tra la litoranea di Pegli, attraversata dalla strada S.S. 1 Aurelia, e la fascia pedemontana, attraversata dall'autostrada A10 Genova - Ventimiglia.

La Val Varenna occupa un settore centrale a nord del Golfo di Genova e si estende alle spalle di Genova-Pegli. Essa si inserisce tra il bacino del T. Chiaravagna ad E, la Val Polcevera a NE e le valli dei torrenti Branega, Fagaggia e S.Pietro ad W, con uno sviluppo prevalentemente N-S di circa 9 km e ampiezza massima di 4,5 km. Il massimo dislivello fra testata e foce è di circa 950 m.

In generale la Val Varenna presenta un profilo trasversale fortemente asimmetrico, con il versante occidentale più esteso ed il versante orientale caratterizzato da una morfologia più recente, con pendii piuttosto ripidi.

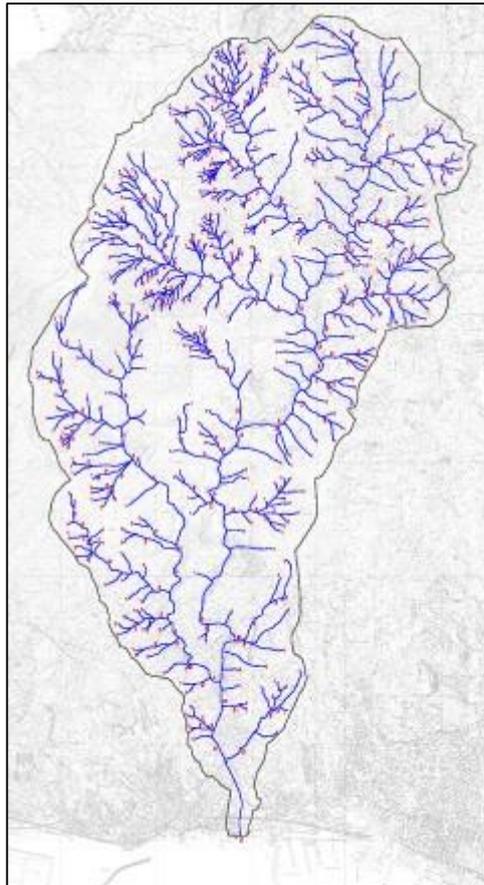


Figura 2-21 Bacino del Torrente Varenna

Fattori caratterizzanti della conformazione del bacino, che si sviluppa lungo una direttrice Nord-Sud con chiusura ad imbuto verso il mare, sono le caratteristiche fisico strutturali delle litologie prevalenti.

In tutta la valle è evidente il controllo tettonico, per la presenza di linee di discontinuità orientate prevalentemente NE-SO, e N-S, lungo le quali si trovano impostati i numerosi corsi d'acqua, a percorso breve e rettilineo.

Ciò ha condizionato la dinamica evolutiva della valle, determinando vasti fenomeni di erosione areale intensa e favorendo il trasporto di grandi quantità di materiale solido da parte degli stessi corsi d'acqua.

La predisposizione all'instabilità, prevalentemente a carico delle rocce serpentitiche, è molto spinta sulle pendici del settore occidentale del bacino, in corrispondenza dell'allineamento N-S tra Scogli Neri, Monte Riondo, Monte Pennello, Monte Foscallo. Tale area è caratterizzata dalla estesi fenomeni di erosione superficiale e franosità diffusa, con formazione di accumuli di detrito grossolano in corrispondenza delle principali rotture di pendenza.

Nella zona di progetto, prospiciente alla fascia costiera, la pendenza è molto ridotta (2%). Riguardo alle coperture alluvionali terrazzate che caratterizzano l'area, è evidente il terrazzo morfologico tra la rampa dello svincolo autostradale a monte e la via pedonale Via Antica Romana di Pegli a valle.

A monte si sviluppano rilievi importanti, dai pendii acclivi, su cui si ritrovano spesse coltri di detritazione eluviale, accumuli di frane antiche. Più a valle domina l'estesa urbanizzazione territoriale.

La stessa area di studio presenta evidenti testimonianze di tale antropizzazione, essendo interessata dalla presenza di linee ferroviarie adibite al trasporto civile e per trasporto merci, stabilimenti chimici, impianti sportivi e zone residenziali, mentre immediatamente a Nord della zona di interesse si segnala la presenza di un'area adibita al deposito per idrocarburi ENI di Fondegga sud, di cui esistono tutt'ora i relitti delle fondazioni dei serbatoi, ormai dismessi.

La seguente figura mostra l'estratto della carta geomorfologica del PUC di Genova, con l'area di progetto evidenziata in rosso.

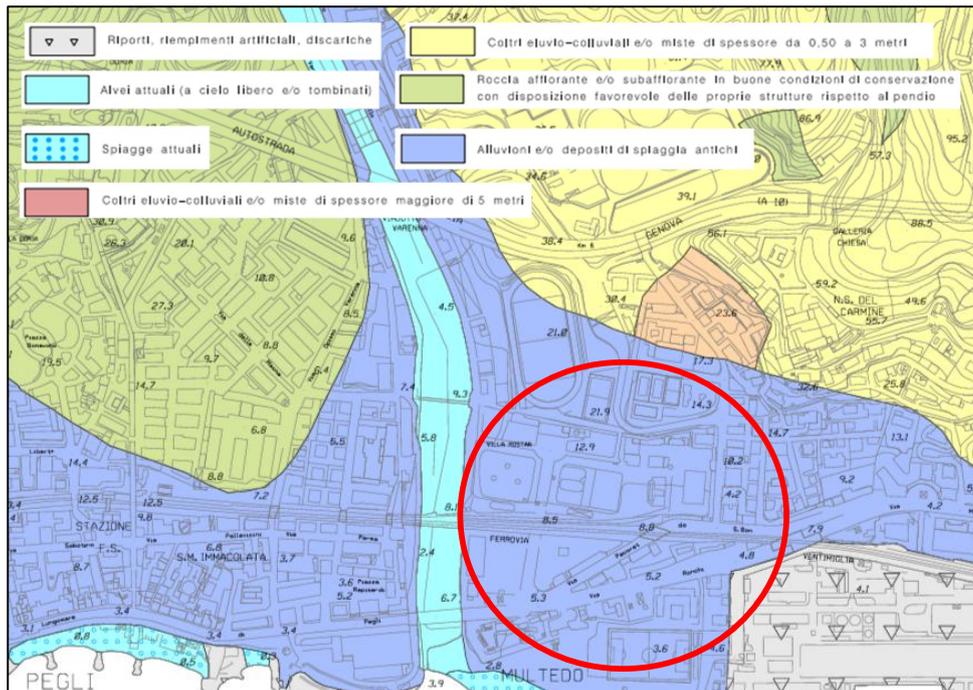


Figura 2-22 Estratto della Carta Geomorfologica dell'area da PUC. del Comune di Genova (2014).

L'area di progetto ricade all'interno delle perimetrazioni del PdB degli Ambiti 12-13 (2022), immediatamente ad est del confine con la perimetrazione del PdB del T. Varenna (2017), motivo per cui, per completezza di valutazione, le verifiche di compatibilità geomorfologica hanno preso in considerazione anche gli elaborati cartografici di quest'ultimo piano di bacino.

Con riferimento alla Carte del Rischio Geologico allegate ai suddetti Piani di Bacino, l'area in esame presenterebbe un rischio trascurabile nella parte settentrionale e centrale del tracciato stradale, mentre è indicato un rischio moderato nella parte meridionale dell'area di progetto, a sud della linea ferroviaria ed a ridosso della SS 1 Aurelia e della costa.

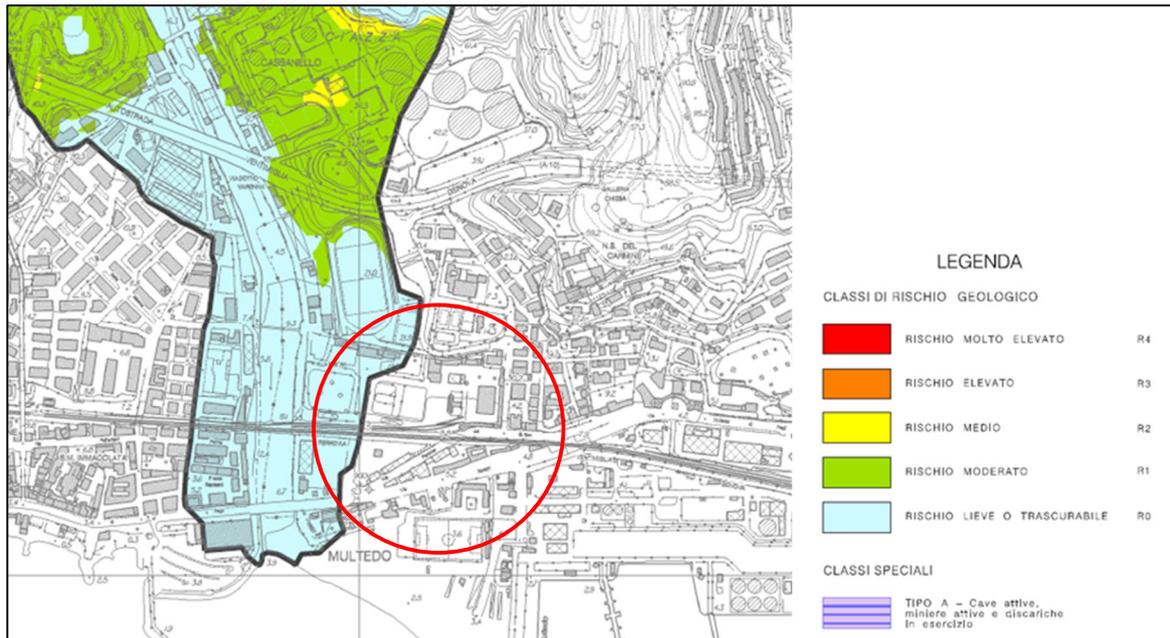


Figura 2-23 Estratto della Carta del Rischio Geologico del T. Varenna.

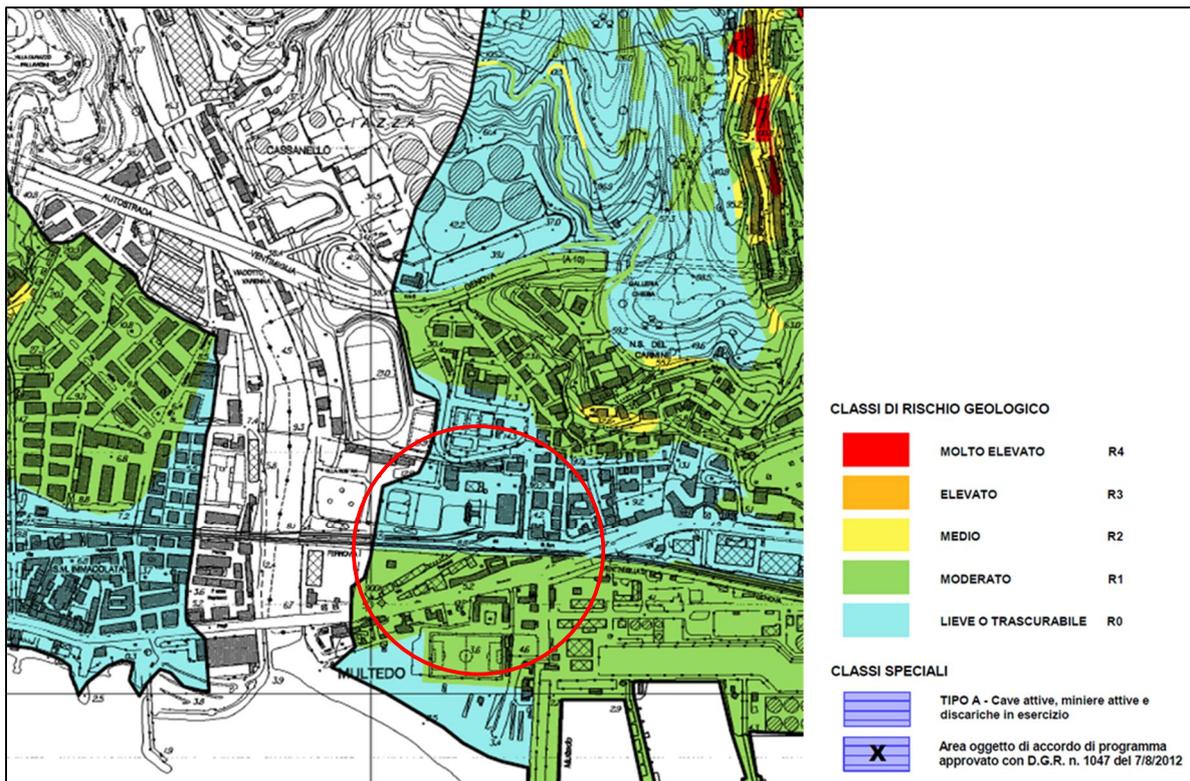


Figura 2-24 Estratto della Carta del Rischio Geologico degli Ambiti 12-13

Analogamente alle carte del rischio, le carte della suscettività al dissesto dei PdB del T. Varenna (2017) e del PdB degli Ambiti 12-13 (2022) presentano, per l'area in esame, condizioni di suscettività molto bassa per la parte centro settentrionale dell'area, a nord della linea ferroviaria, e bassa in classe speciale B2 "Discariche dismesse e riporti antropici" per i settori a sud della suddetta ferrovia.

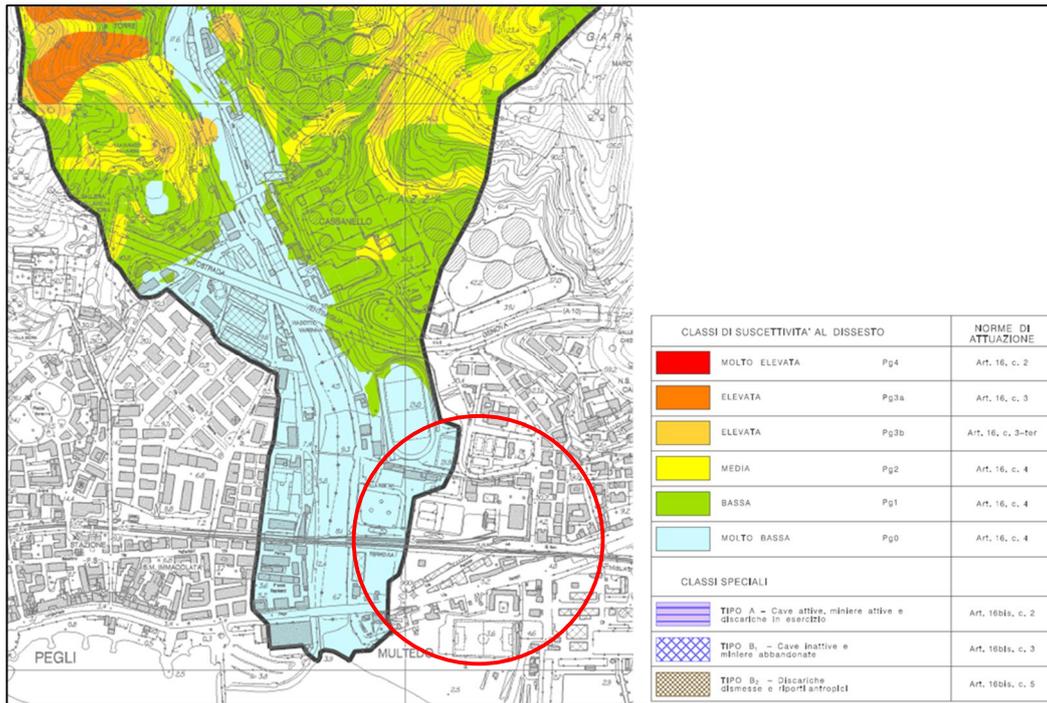


Figura 2-25 Estratto della Carta della Suscettività al Dissesto Geologico del T. Varenna

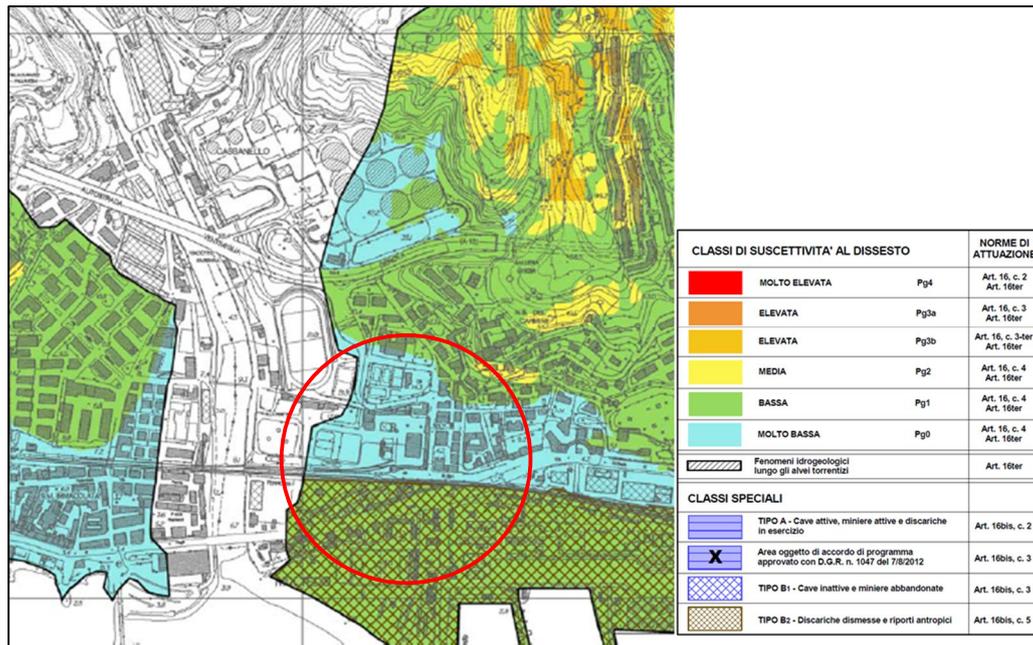


Figura 2-26 Estratto della Carta della Suscettività al Dissesto Geologico degli Ambiti 12-13

Inoltre, è stata fatta una verifica su Inventario dei Fenomeni Franosi in Italia (progetto I.F.F.I. - ISPRA 2021) per la franosità evidenziando l'assenza di instabilità nell'area di progetto o di specifiche interferenza.

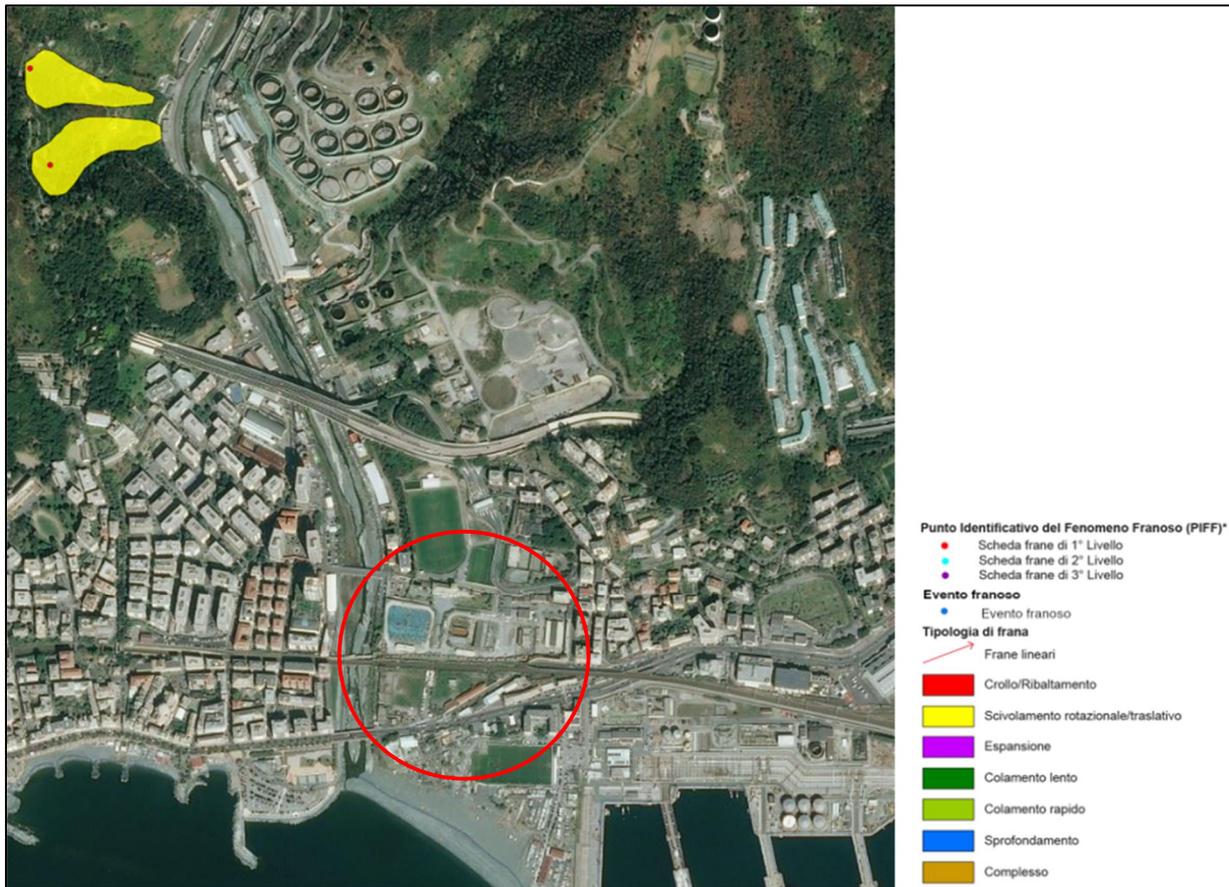


Figura 2-27 Estratto della Carta della Franosità (IFFI, 2017)

Infine, è stata svolta una verifica delle criticità geologiche con la cartografia delle Pietre Verdi (Regione Liguria).

A tale scopo è stato consultato il relativo livello informativo "Pietre Verdi" del Geoportale della Regione Liguria, estrapolato dai dati ufficiali dei più recenti rilevamenti geologici realizzati nell'ambito di progetti nazionali e regionali (progetto CARG e CGR). Con il termine Pietre Verdi comunemente si identificano le ofioliti suscettibili di contenere minerali amiantiferi; di conseguenza risulta di fondamentale importanza la conoscenza delle aree in cui tali rocce sono presenti, sia in tema di gestione ed utilizzo delle terre e rocce da scavo che in tema legato prettamente al garantire la sicurezza delle lavorazioni.

La cartografia regionale segnala, pertanto, gli areali a "probabile" presenza di mineralizzazioni amiantifere all'interno dei quali sono necessari ulteriori approfondimenti geologici per la caratterizzazione specifica in sede locale.

La cartografia regionale analizzata non segnala, per l'area in esame, la presenza di un substrato direttamente riconducibile alle pietre verdi o a litotipi basaltici ed affini segnalati con eventuali minerali amiantiferi.

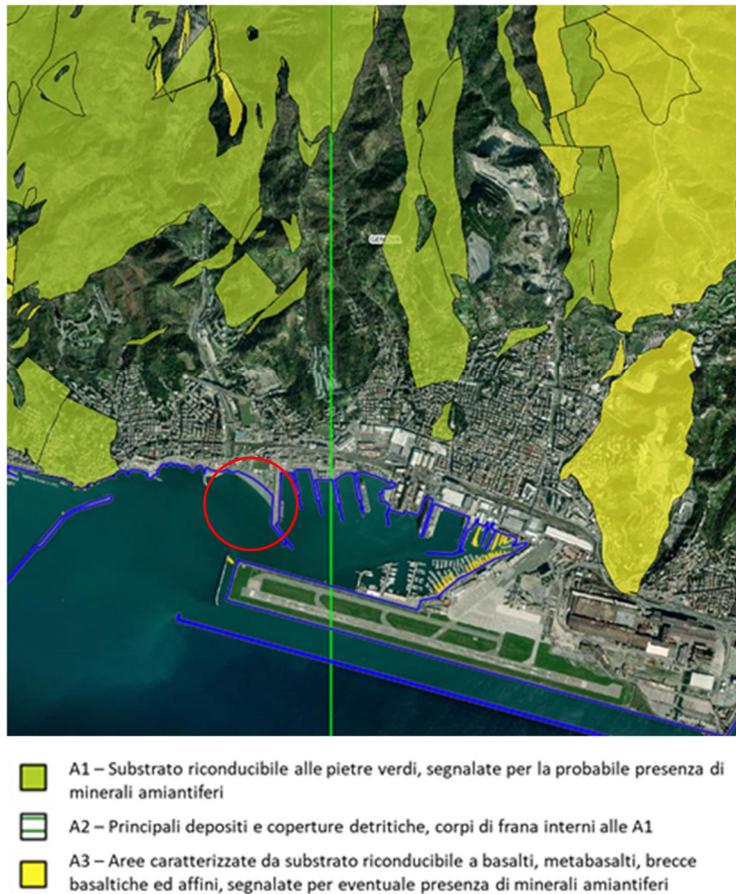


Figura 2-28 Estratto della Cartografia Pietre Verdi (Regione Liguria, 2017)

#### 2.4.4 Inquadramento idrogeologico

L'area di progetto si trova in area urbanizzata, in cui coperture di materiali incoerenti (coperture antropiche, alluvionali, eluviali e antropiche), permeabili per porosità, sovrastano tipologie di substrato tra loro differenti, ma poco permeabili, rappresentati dai Calcescisti della Val Branega (nella zona centrale e settentrionale dell'area di studio), dalle brecce poligeniche e dalle Argille di Ortovero (nell'area più occidentale dell'area di progetto e più a sud nei pressi della strada statale SS1 Aurelia).

Secondo la carta delle permeabilità de PUC del Comune di Genova, l'area di progetto interessa zone permeabili per porosità su substrati permeabili o semipermeabili (coltri sciolte, ammassi detritici), tuttavia non va trascurato il fatto che vaste zone dell'area risultano antropizzate e ricoperte da estese superfici pseudo impermeabili (aree pavimentate).

I dati acquisiti in letteratura, con l'aggiunta delle risultanze delle prove di permeabilità in foro eseguite nel corso delle indagini geognostiche, indicherebbero per le diverse formazioni le seguenti classi indicative di permeabilità:

- Coperture detritiche, alluvionali ed eluviali:  $10^{-4}$ - $10^{-5}$  m/s;
- Strati molto fratturati ed alterati dei Calcescisti della Val Branega:  $10^{-4}$ - $10^{-5}$  m/s;
- Calcescisti della Val Branega:  $10^{-6}$  m/s;
- Brecce poligeniche:  $10^{-6}$ ;
- Alternanze di siltiti, arenarie e sabbie presenti nella Formazione delle Argille di Ortovero:  $10^{-4}$ - $10^{-5}$ m/s.
- Sedimenti fini della Formazione delle Argille di Ortovero:  $<10^{-6}$ .

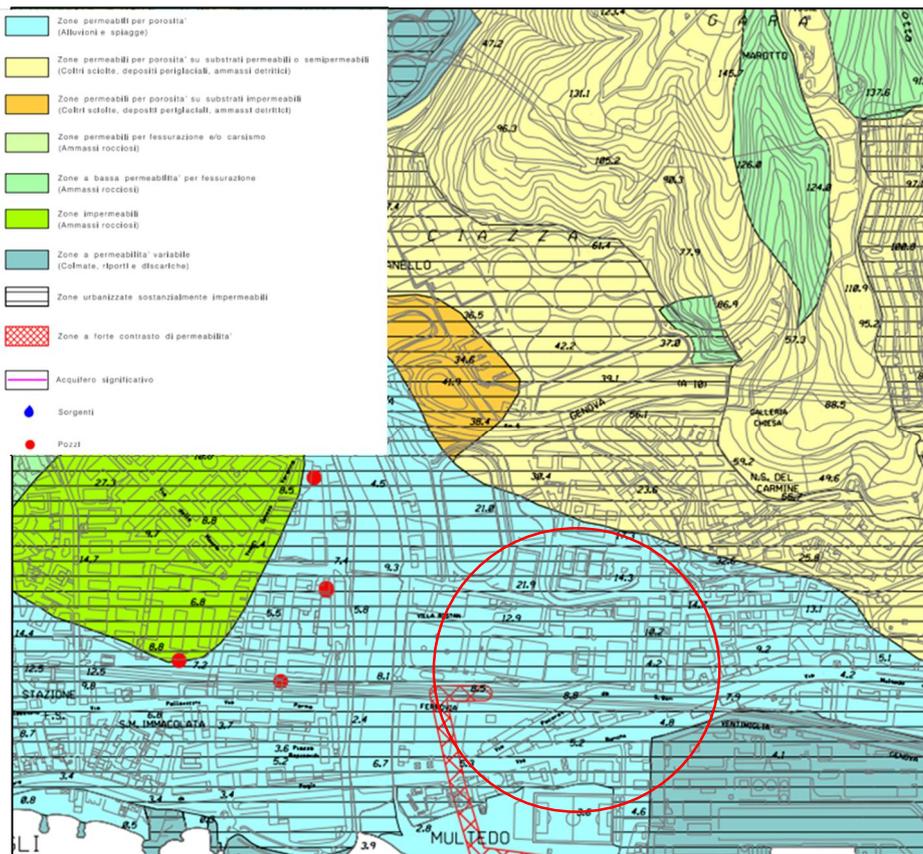


Figura 2-29. Permeabilità dell'area di progetto da PUC Genova (2014)

Riguardo l'idrografia della zona, la principale asta fluviale è costituita dal torrente Varena, che scorre con direzione Nord Sud nelle immediate vicinanze dell'area di progetto, circa 100 m ad ovest del tracciato di progetto, per poi sfociare direttamente in mare poco più a sud. Si segnala inoltre la presenza del Rio Rostan, un rio minore tombinato proveniente dai versanti dei rilievi collinari di Cassanello, il quale fiancheggia ad est l'area di progetto, scorrendo al di sotto di Via dei Reggio per poi sfociare in mare in prossimità del Porto Petroli.

Non sono evidenziate emergenze idriche nei dintorni dell'area di progetto.

Relativamente ai livelli di falda, di seguito si riportano le misure piezometriche eseguite all'interno dei piezometri installati nelle perforazioni di progetto:

Tabella 2-2 - Valori di soggiacenza della falda freatica

Sondaggio	Quota	Soggiacenza	Quota falda (m)	Data
SVP1	19.88	6.22	13.66	7/10/2022
		6.3	13.58	18/10/2022
		6.03	13.85	01/12/2022
SVP2	16.11	4.2	11.91	28/09/2022
SVP4	5.33	2.82	2.51	22/09/2022 (sondaggio non ancora completato)
		3.35	1.98	18/10/2022
		2.8	2.53	01/12/2022
SVP5	4.96	2.12	2.84	30/09/2022
		0.9	4.06	01/12/2022

Dai dati suddetti emerge che, compatibilmente con il sensibile abbassamento di quota morfologica, procedendo dal margine nord dell'area (SVP1), sita al di sopra del terrazzo della Via Antica Romana di Pegli, in direzione Sud (SVP4 e SVP5), verso la costa, la falda risale sensibilmente presso la superficie.

Si tratta in ogni caso di dati indicativi, relativi a misure puntuali, che non tengono conto delle variazioni stagionali, né di possibili differenti circolazioni idriche sotterranee in unità differenti.

Dal punto di vista idrogeologico, gli unici dati a disposizione sono, da un lato, quelli relativi alla permeabilità dei terreni derivanti dalle due Prove Lefranc eseguite (rispettivamente all'interno dei fori SVP4 ed SVP5, nonché, per le Argille di Ortovero, due ulteriori valori ricavati dalle prove edometriche) e, dall'altro lato, quelli relativi alla soggiacenza della falda misurata nei fori dei sondaggi attrezzati con piezometri.

I valori di permeabilità sono riassunti nella seguente tabella, quelli di soggiacenza della falda, disponibili alla data di emissione della presente relazione.

Tabella 2-3 - Valori di permeabilità disponibili per il sottosuolo dell'area interessata dal progetto

Sondaggio	Prova	Profondità (m)	Terreno/Unità geotecnica	Permeabilità (m/s)
SVP4	Lefranc	27.00-28.50	Brecce Serpentinitiche	$4.5 \times 10^{-6}$
SVP5	Edometrica	4.50-4.80	Argille di Ortovero	$1-1.8 \times 10^{-10}$
	Edometrica	12.00-12.50	Argille di Ortovero	$5.6-9.4 \times 10^{-11}$
	Lefranc	15.00-16.50	Brecce tettoniche	$4 \times 10^{-6}$

Dati i valori di permeabilità disponibili e sintetizzati in tabella, da medi per le brecce tettoniche e serpentinitiche a molto bassi per le Argille di Ortovero, si può ragionevolmente ipotizzare quanto di seguito:

- Poiché le brecce, sia quelle tettoniche, sia quelle serpentinitiche, rappresentano porzioni di substrato roccioso generalmente molto fratturato ed alterato, il "cappellaccio" di alterazione dei calcescisti dovrebbe essere caratterizzato da valori confrontabili, mentre, i calcescisti sani e poco fratturati, dovrebbero presentare valori più bassi più simili a quelli delle Argille (pur trattandosi di permeabilità secondaria e non primaria, per porosità, come per le Argille);
- Pur non avendo dati relativi a disposizione, i terreni superficiali, sia quelli alluvionali o eluvio-colluviali, sia quelli di natura antropica, dovrebbero presentare permeabilità molto variabile, in funzione della percentuale di frazione fine che li caratterizza, in ogni caso, è possibile ipotizzare un ordine di grandezza non inferiore a  $10^{-5}$  m/s, vale a dire generalmente superiore rispetto a quella che caratterizza il substrato roccioso alterato.

Inoltre, come si può dedurre dai dati di soggiacenza, l'area interessata dallo svincolo in progetto, è caratterizzata da una falda freatica che, raccordandosi con la quota di base rappresentata dal livello del mare, risulta alquanto superficiale.

Le linee di deflusso di tale falda dovrebbero essere dirette circa sub-perpendicolarmente alla linea di costa, se non in caso di significativa ricarica da parte del torrente Varenna che potrebbe indurle, con ogni probabilità, a disporsi leggermente più verso SE.

## 2.5 INQUADRAMENTO GEOTECNICO

In base alle analisi ed alle valutazioni riportate nella Relazione Geologica di progetto ed ai dati geotecnici e geomeccanici acquisiti grazie alle indagini geognostiche descritte nel precedente Capitolo 3, è stato possibile elaborare il Modello Geotecnico-Geomeccanico di Riferimento, descritto qui di seguito.

L'esame critico dei risultati della campagna geognostica eseguita ha permesso d'individuare una serie di unità geotecniche e geomeccaniche, alle quali sono stati attribuiti i campioni ed i provini testati.

Le unità geotecniche e geomeccaniche individuate ricalcano quasi esattamente le suddivisioni lito-stratigrafiche presentate e descritte nella Relazione Geologica di progetto. Le uniche differenze riguardano

l'assegnazione di un'unità geotecnica a sé stante per il cosiddetto "cappellaccio" di alterazione superficiale dei calcescisti così come per le 'brecce tettoniche'.

Di seguito, pertanto, si fornisce l'elenco ed una breve descrizione sintetica delle unità geotecniche-geomeccaniche individuate, all'interno delle quali sono stati raggruppati i terreni e gli ammassi rocciosi presenti nel sottosuolo dell'area in cui è prevista la realizzazione delle opere in progetto.

- **Unità R-COP:** rappresentata dai terreni incoerenti sabbioso-ghiaiosi, più o meno limoso-argillosi con, talora, clasti poligenici frammisti a frammenti di laterizi ed apparati radicali di piante, almeno in parte, di natura antropica.

Tale unità è superficialmente ubiquitaria in tutta l'area di progetto, ma con spessori molto variabili compresi, tra 9m nel settore Nord dell'opera con sviluppo elicoidale sino a meno di un metro a Sud dell'attuale linea ferroviaria tra i sondaggi pregressi, 2452\_B3 e 2452\_B4.

All'interno di questa unità, ai riporti di natura antropica, sono stati associati generici depositi di copertura superficiale (ad esempio depositi eluvio-colluviali) che non presentavano chiari indizi rivelatori della natura alluvionale.
- **Unità DA:** rappresentata da depositi alluvionali, costituiti da limi più o meno sabbioso-argillosi oppure, più raramente, da intercalazioni ghiaiose ed a clasti arrotondati poligenici ed eterometrici.

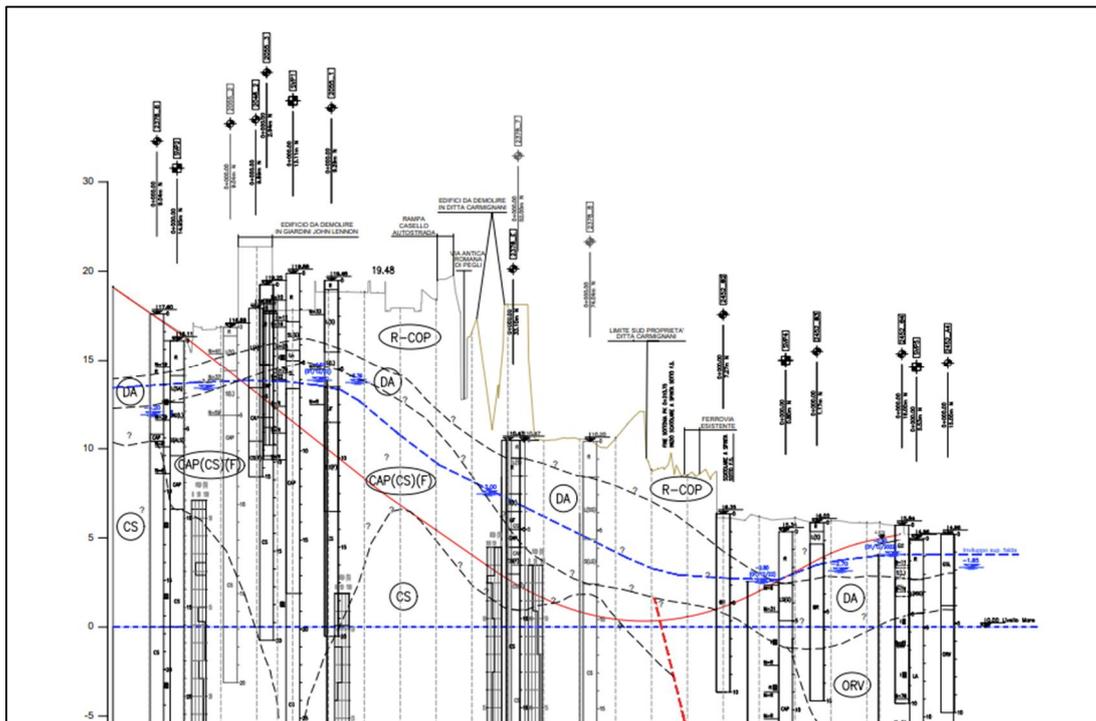
Tale unità è stata riconosciuta e distinta con maggiore certezza, nel settore dell'area di progetto a Sud dell'attuale linea ferroviaria, dove presenta spessori contenuti, generalmente compresi tra 2 e 5 m ma, soprattutto, dove i report stratigrafici dei sondaggi SVP4 e SVP5 hanno descritto più chiaramente la presenza di clasti/(ciottoli) arrotondati.
- **Unità ORV:** rappresentata dalla Formazione delle Argille di Ortovero, costituita da limi argillosi di colore grigio-azzurro, abbastanza omogenei, umidi e plastici e generalmente consistenti. In corrispondenza del sondaggio SVP5, presentano uno spessore di 9m (mentre, i sondaggi del febbraio-marzo 1999, realizzati nelle immediate vicinanze e le cui stratigrafie sono presenti del Repertorio Cartografico della Regione Liguria, sembrano aver riscontrato, per le Argille, uno spessore non superiore a 4-6m).
- **Unità CAP:** rappresentata dal cosiddetto "cappellaccio" di alterazione superficiale dei calcescisti. In corrispondenza di questo orizzonte superficiale, i calcescisti risultano fortemente fratturati ed alterati con fratture riempite da più o meno abbondante matrice fine limoso-argilloso-sabbiosa: nonostante la maggior parte dei relativi campioni estratti dalle carote dei sondaggi, siano risultati assimilabili a delle terre, sono stati caratterizzati come rocce tenere. Anche questa unità presenta spessori molto variabili da meno di un metro (per es. lungo il sondaggio 2378\_6 del Repertorio Cartografico della Regione Liguria) a valori di oltre 20m per il recente sondaggio SVP1 (in corrispondenza del sondaggio SVP1 in particolare, è probabile che la significativa potenza dello spessore di alterazione superficiale dei calcescisti sia stata influenzata dalla presenza di orizzonti maggiormente fratturati che hanno favorito una maggior circolazione idrica con conseguente accelerazione ed approfondimento dei processi di alterazione, tuttavia per esempio, tra 18 e 20m di profondità, una lente preservata di calcescisti più sani ha mostrato un RQD di quasi 100).
- **Unità BR-TET:** rappresentata da brecce dall'aspetto abbastanza caotico, "a granulometria ghiaiosa" ed a clasti, generalmente ofiolitici, sub-angolari e eterometrici, di dimensioni variabili tra 4-5 e 8-10cm. In genere molto alterate (con screziature dal grigio-verde al bruno-beige-rossastro), sono spesso caratterizzate da un'abbondante matrice limoso-argilloso-sabbiosa al punto che, i relativi campioni estratti dalle carote dei sondaggi, sono risultati tutti assimilabili a delle terre.

In corrispondenza del sondaggio SVP4, tali brecce presentano lo spessore massimo di ca. 20m, se si esclude la lente di calcescisti +/- alterati e grafitici di circa 7m di spessore presente tra 14 e 21.2 m di profondità.

In base al modello geologico di riferimento, l'occorrenza di tali brecce tettoniche sarebbe presumibilmente legata alla presenza di una zona di faglia, con giacitura a medio-basso angolo ed immersione mediamente verso S, che dislocherebbe i contatti ed oblitererebbe i rapporti geometrico-strutturali, tra calcescisti e brecce serpentinitiche, in questo settore di sottosuolo ancora parzialmente interessato dalle opere in progetto.
- **Unità BR-SERP:** attraversata e indagata, probabilmente, solo dal sondaggio SVP4, spinto sino a 30m di profondità da piano campagna, è rappresentata da un "deposito scistoso" dall'aspetto leggermente meno caotico e meno alterato rispetto alle brecce tettoniche precedentemente descritte. A tessitura "scagliosa" e di colore più omogeneo grigio-verdastro, le corrispondenti litologie risultano comunque anch'esse "permeate" da una più o meno abbondante matrice limoso-argilloso-sabbiosa al punto che, anche l'unico campione estratto dal corrispondente orizzonte delle carote del sondaggio SVP4, è risultato assimilabile ad una terra.

**Unità CS:** rappresentata da calcescisti sani o poco fratturati, è l'unica, anche tra le altre unità appartenenti al substrato roccioso, per la quale, le corrispondenti litologie sono risultate appartenenti, a delle rocce, anche dal punto di vista geotecnico-geomeccanico. Tali rocce, al di sotto di un cappellaccio di alterazione di spessore più o meno significativo (unità CAP), sono apparse spesso, pur interessate da una foliazione molto pervasiva subverticale (sub-parallela agli assi delle carote), sane o molto poco fratturate, caratterizzate per ampi tratti da RQD 100%. Nonostante ciò, hanno mostrato caratteristiche di rocce tenere: nei report stratigrafici dei sondaggi SVP1 ed SVP2 sono state descritte come "friabili, più tenaci con la profondità" ed i valori di resistenza a compressione ( $\sigma_c$ ) ricavati dalle prove di laboratorio sono risultati alquanto contenuti.

Di seguito si riporta uno stralcio del profilo geomeccanico elaborato a partire da quello geologico di progetto, nel quale sono state distinte le diverse unità geotecniche-geomeccaniche sopra descritte.



### UNITÀ GEOTECNICA DA

Tabella 2-5 - Parametri geotecnici e geomeccanici unità "DA"

<b>γ [kN/m<sup>3</sup>]</b>	18-20
<b>f ' [°]</b>	25
<b>c' [kPa]</b>	3
<b>Cu [kPa]</b>	-
<b>Eop [MPa]</b>	20-45
<b>n</b>	0.25

### UNITÀ GEOTECNICA ORV

Tabella 2-6 - Parametri geotecnici e geomeccanici unità "ORV"

<b>γ [kN/m<sup>3</sup>]</b>	19-20
<b>f ' [°]</b>	24-26
<b>c' [kPa]</b>	15-25
<b>Cu [kPa]</b>	250-300
<b>Eop [MPa]</b>	50*
<b>n</b>	0.4

(\*) Modulo operativo per il calcolo delle paratie

### UNITÀ GEOTECNICA CAP

Tabella 2-7 - Parametri geotecnici e geomeccanici unità "CAP"

<b>γ [kN/m<sup>3</sup>]</b>	18
<b>f ' [°]</b>	Si veda tabella capitolo dedicato
<b>c' [kPa]</b>	Si veda tabella capitolo dedicato
<b>Eop [MPa]</b>	Si veda tabella capitolo dedicato
<b>n</b>	0.3

### UNITÀ GEOTECNICA BR-TET

Tabella 2-8 - Parametri geotecnici e geomeccanici unità "BR-TET"

<b>γ [kN/m<sup>3</sup>]</b>	22-23
<b>f ' [°]</b>	30-33
<b>c' [kPa]</b>	4-12
<b>Cu [kPa]</b>	-
<b>Eop [MPa]</b>	50-100
<b>n</b>	-

### UNITÀ GEOTECNICA BR-SERP

Per l'unità geotecnica BR-Serp, poiché i corrispondenti terreni non saranno interessati dalle opere in progetto, non è stata fornita una parametrizzazione.

## UNITÀ GEOTECNICA CS

Tabella 2-9 - Parametri geotecnici e geomeccanici unità CS"

	ROCCIA INTATTA	ROCCIA FRATTURATA
$\rho$ (kN/m <sup>3</sup> )	27.0	27.0
GSI	40	30
$\sigma_c$ (MPa)	20	
mi (-)	10	10
D (Disturbo)	0	0.7
E (campione di roccia)	11	
$\Phi$ ammasso (°)		Si veda tabella capitolo dedicato
C ammasso (kPa)		Si veda tabella capitolo dedicato
E <sub>op</sub> (MPa)		2285
n	0.5	0.1
$\sigma_t$ (GPa)		2.5

## 2.6 LE OPERE DA REALIZZARE AI SENSI DEL DPR 120/2017

Sulla base degli interventi descritti, sono stati individuati ambiti lungo l'intero tracciato, la cui disposizione è esplicitata negli elaborati grafici riportati in Allegato. Questa suddivisione in ambiti risulta funzionale anche per le disposizioni di movimento materiali da scavo descritte dal presente Piano di Utilizzo.

Gli ambiti, così individuati, risultano infatti essere simili per caratteristiche ambientali e geologiche; allo stesso tempo rispondono a medesime peculiarità progettuali. Questo tipo di inquadramento è utile in funzione anche di alcune superfici limitate per la realizzazione di opere all'aperto, dove tuttavia sono comprese una moltitudine di interventi relativi alla costruzione del corpo stradale.

Questi interventi coincidono spesso con l'impronta dei rimodellamenti morfologici indicati in progetto, in un contesto geolitologico, idrogeologico e geomorfologico che risulta essere appunto omogeneo in tutta la superficie interferita.

La seguente figura individua le WBS principali, riferite alle diverse parti d'opera. Sulla base delle informazioni e delle indagini sulla caratterizzazione ambientale, si evince che:

- 1) **i siti di produzione** dei materiali a sottoprodotto sono individuati (riquadro giallo in figura) unicamente nella parte settentrionale con la **galleria artificiale**, GA001, sino alla pk 0+200, individuata come sito di scavo principale.
- 2) **i siti di riutilizzo** sono individuati su tutte le WBS (riquadro verde in figura).
- 3) **le due aree di cantiere principali**, rispettivamente poste a nord e a sud dell'intervento, risultano individuate come aree di deposito intermedio dei materiali (riquadro rosso in figura) e quindi funzionali alla movimentazione dei sottoprodotti e del loro riutilizzo in opera.

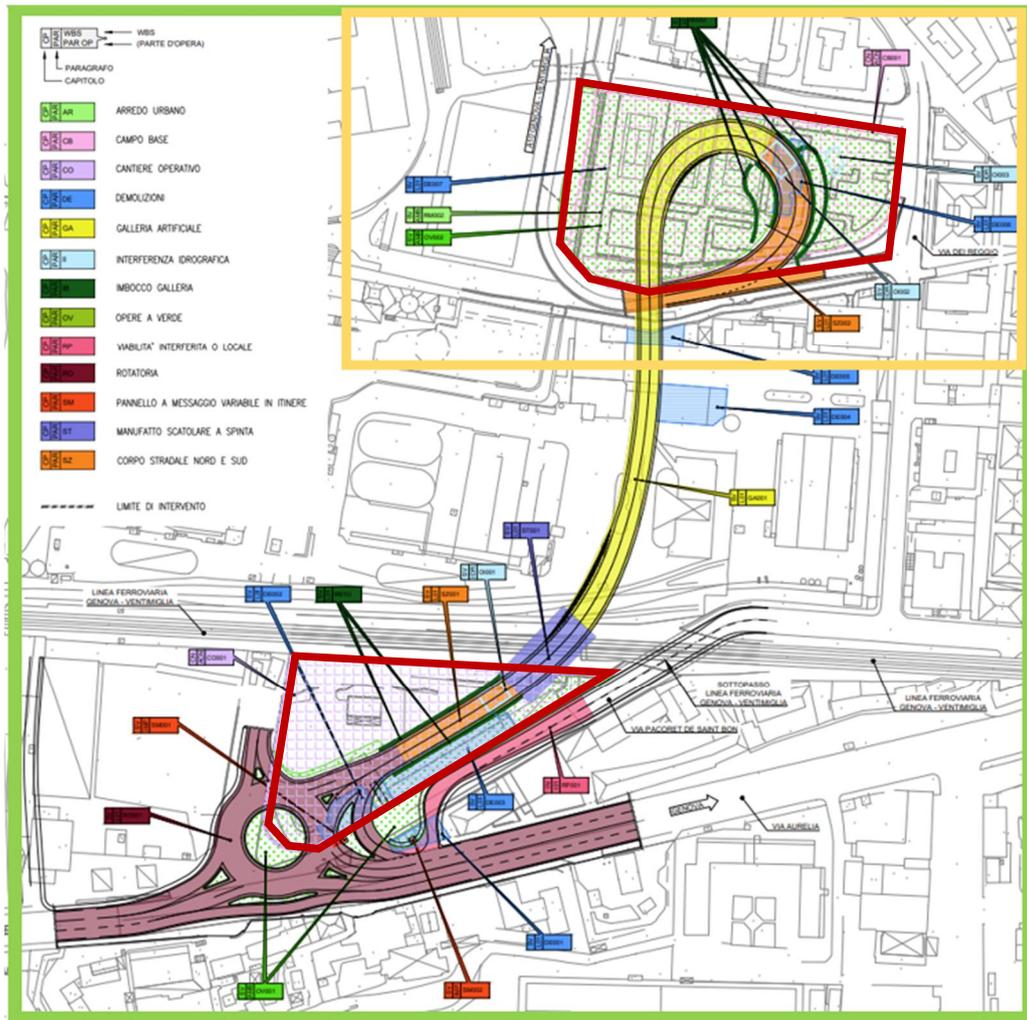


Figura 2-31 Stralcio planimetrico con le WBS principali

### 3 CARATTERIZZAZIONE AMBIENTALE DEI MATERIALI DA SCAVO

Il tracciato di progetto è stato interessato da una campagna di indagine per la caratterizzazione ambientale dei terreni in sito. La campagna è stata eseguita nel periodo tra novembre 2022 e maggio 2023, sulla base di un piano di indagine geognostico, in conformità alle indicazioni riportate negli allegati 2 e 4 del DPR 120/2017.

Al fine di ricostruire la tipologia e le caratteristiche dei materiali presenti nel sottosuolo, risultano di fondamentale importanza le indagini geognostiche (in sito ed in laboratorio). Si è provveduto in prima fase a reperire tutti i dati disponibili (presso Enti, privati o indagini pregresse realizzate da Autostrade all'interno dell'area in esame nell'ambito della fase preliminare) e successivamente alla realizzazione di una apposita campagna di indagini mirata alla definizione degli aspetti di maggiore interesse ingegneristico ed ambientale (caratterizzazione litologica e meccanica delle diverse formazioni, caratteristiche idrogeologiche e geomeccaniche relative ai principali contesti tettonici, ricostruzione dell'assetto idrogeologico dell'area, ecc.).

#### 3.1 CONOSCENZE PREGRESSE DEI SITI DI INTERESSE E DELLE AREE DI INTERVENTO

Per definire in via preliminare l'assetto geologico, stratigrafico ed idrogeologico dell'area in esame, sono state prese a riferimento sia informazioni bibliografiche sia dati geognostici di progetto sia dati pubblicate e dati tecnico-scientifico.

##### 3.1.1 Uso del suolo

L'uso del suolo dell'ambito territoriale interessato dal progetto è stato studiato mediante la "Carta dell'uso del suolo – edizione 2019" in scala 1:10.000 elaborata dalla Regione Liguria. L'analisi della cartografia è stata svolta in rapporto all'intervento in progetto, i cantieri e le relative aree previste in esproprio.

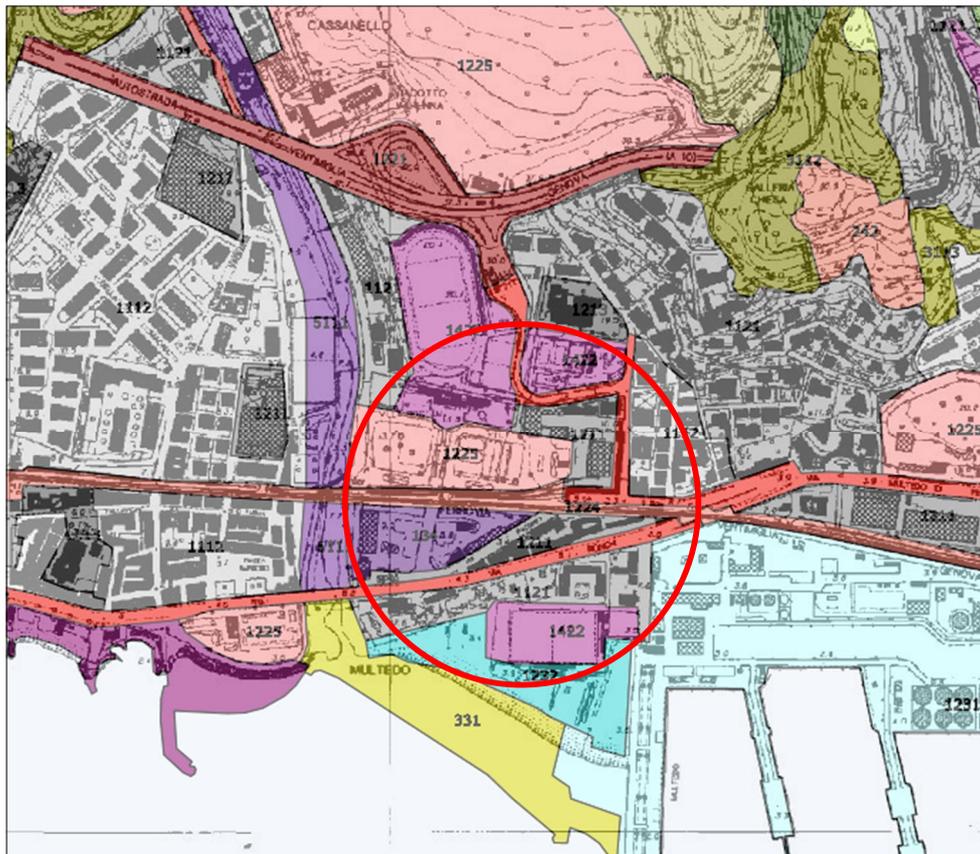


Figura 3-1 Stralcio della carta dell'uso del suolo (2019) in scala 1:10.000 della Regione Liguria

Dall'analisi della carta risulta che l'area interessata dall'opera a progetto interessa:

- 134 Terreni non utilizzati e/o abbandonati all'interno di aree urbane;

- 1121 Tessuto urbano residenziale discontinuo e mediamente denso;
- 1211 aree industriali e artigianali;
- 1222 Superstrade, grandi arterie di viabilità e spazi accessori;
- 1224 Reti ferroviarie e spazi accessori;
- 1225 Reti tecnologiche e aree di servizio;
- 1422 Aree sportive.

Nell'area di studio, situata in un contesto cittadino, si evince un differente uso del suolo maggiormente interferito, con superfici già urbanizzate e/o ad uso industriale. Come descritto nel precedente capitolo, parte del tracciato sarà in sotterraneo, minimizzando l'occupazione di suolo a carattere residenziale e commerciale.

### 3.1.2 Cartografia geochimica regionale

Un'indicazione fondamentale è data dalla prospezione geochimica eseguita dall'Università di Genova (2005) nell'ambito del progetto Carta Geochimica della Regione Liguria. La finalità del progetto è stata l'organizzazione e la rappresentazione spaziale delle concentrazioni elementali rilevate nella matrice stream sediment (sedimenti fluviali attivi) nel contesto regionale. Seguendo indirizzi di ricerca individuati e già sperimentati a livello europeo e nazionale, il Progetto ha previsto la rielaborazione statistica di dati raccolti dall'Università per l'Archivio Geochimico Nazionale integrati da nuove campionature eseguite a partire dagli anni 2007–2008. Le cartografie sono state reperite sul sito ufficiale per l'ambiente della Regione Liguria con la disponibilità di banche dati ed informazioni ambientali, (<https://svcarto.regione.liguria.it/geoservices/apps/viewer/pages/apps/atlan-te-geochimico/>).

Per ciò che riguarda l'area di interesse, l'elaborazione statistica e la restituzione cartografica evidenziano particolari anomalie di carattere naturale, per una buona parte dei metalli pesanti considerati. Si segnalano infatti 4 elementi: Cromo, Nichel, Vanadio e Cobalto presentano valori di concentrazione di origine naturale negli ammassi rocciosi, molto prossimi o superiori anche alle CSC indicati in colonna B, destinazione d'uso industriale e commerciale. Nel testo viene riportata, a titolo esemplificativo, lo stralcio della distribuzione del Cromo, Nichel, Cobalto e Vanadio.

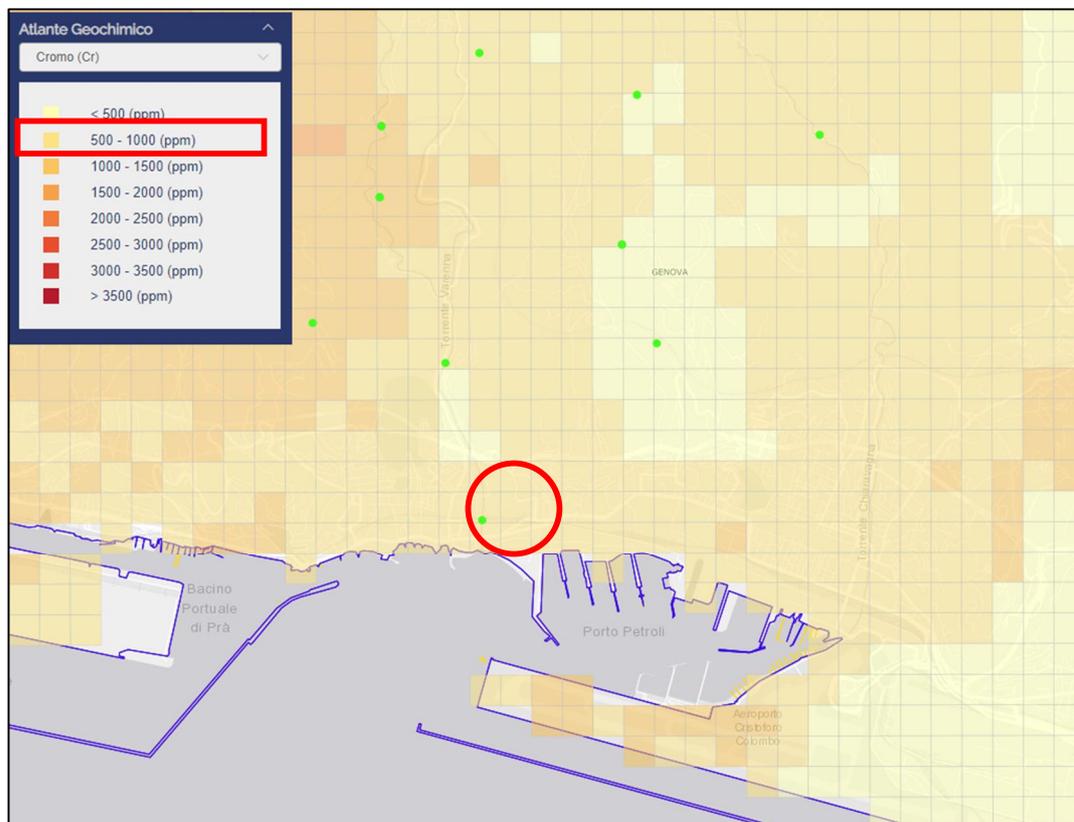


Figura 3-2 Estratto della cartografia geochimica regionale del Cromo

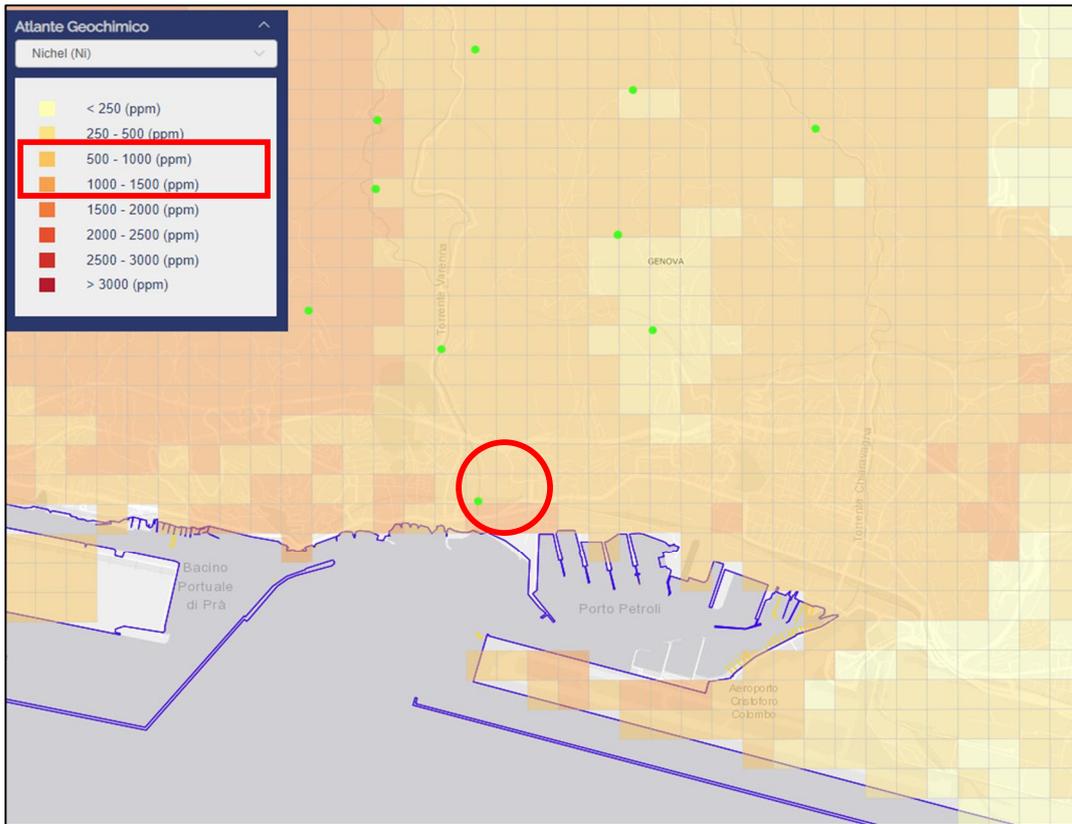


Figura 3-3 Estratto della cartografia geochimica regionale del Nichel

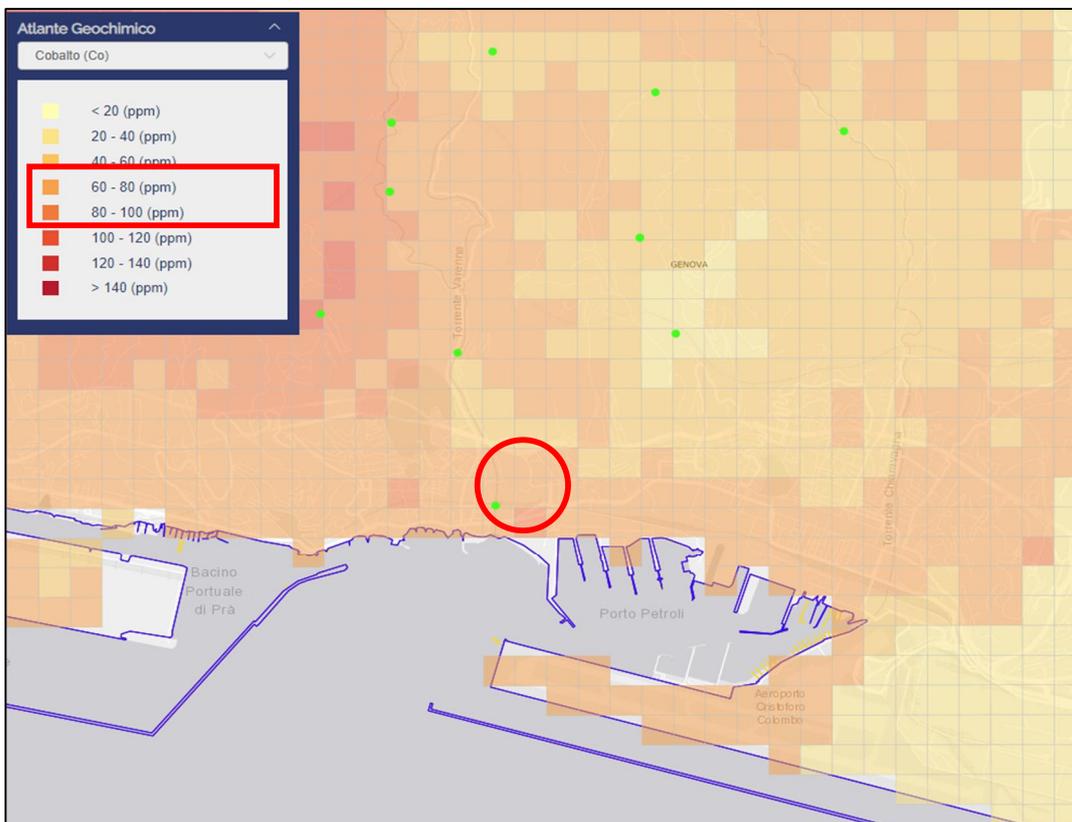


Figura 3-4 Estratto della cartografia geochimica regionale del Cobalto

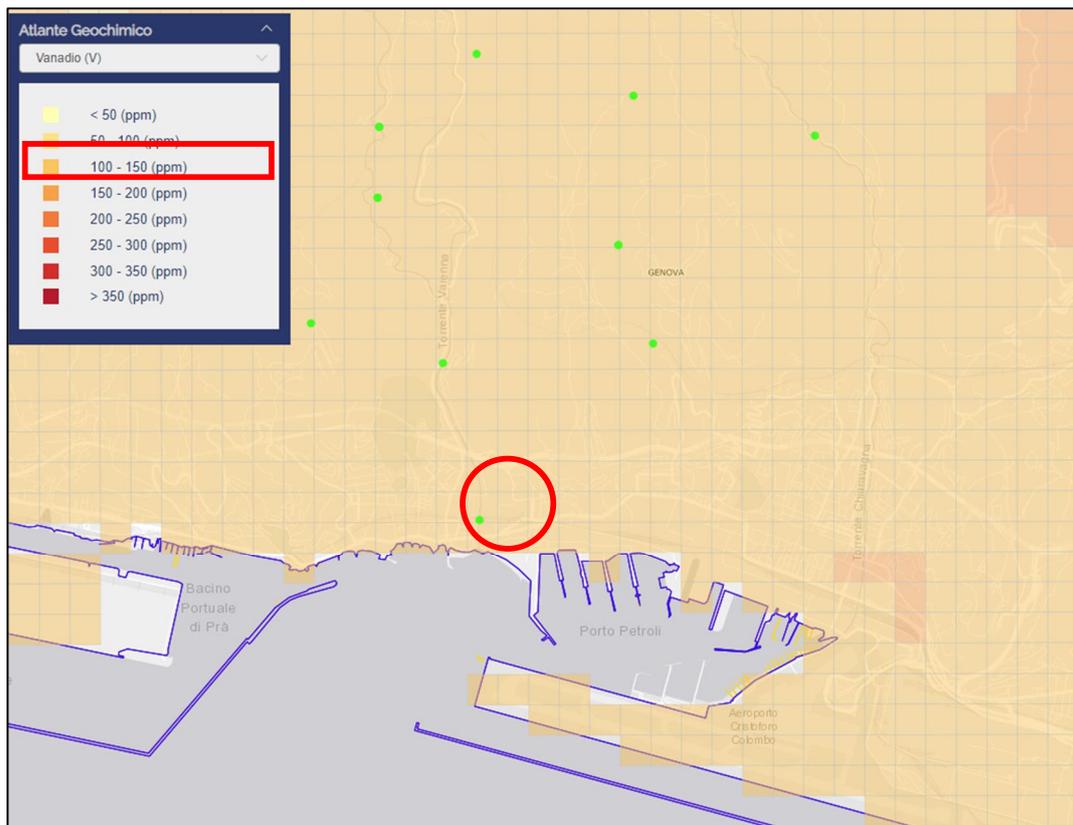


Figura 3-5 Estratto della cartografia geochimica regionale del Vanadio

### 3.1.3 Anagrafe regionale dei siti contaminati

Nell'area di intervento è stata fatta anche una ricerca delle attività antropiche, pregresse od attualmente esistenti, che possano rappresentare una potenziale fonte di contaminazione chimica dei materiali da scavo ed allo stesso tempo è stata fatta perciò una verifica della presenza di siti potenzialmente inquinati già riconosciuti.

A parte la presenza dell'infrastruttura autostradale e stradale esistente, il tracciato in progetto si sviluppa in buona parte in condizioni densamente urbanizzate e soggette a pressioni antropiche rilevanti.

Sulla base della ricognizione effettuata in anagrafe regionale sui siti contaminati, sono risultate presenti fonti di potenziale contaminazione e alterazione chimica, indotta da pressioni di carattere industriale.

Infatti, sulla base delle indicazioni rilevate negli elenchi regionali, il progetto risulta interferire con 2 particolari aree. Le aree ad occupazione e destinazione d'uso industriale e commerciale sono:

- a nord, l'impianto della Attilio Carmagnani AC S.p.a. situato in Via dei Reggio;
- a sud, l'ex deposito ENI (AGIP), situato in Viale Villa Rostan.

Entrambi i siti sono interessati da procedure amministrative ai sensi dell'art 242 del D.Lgs 152/2006 smi e da conseguenti attività di bonifica e messa in sicurezza. Inoltre l'impianto della Attilio Carmagnani AC S.p.a compare nell'inventario nazionale degli stabilimenti a rischio di incidente rilevante ai sensi dell'art. 15 comma 4 del D.Lgs. 334/1999 ("Seveso 2") e smi con D.Lgs. 238/2005 ("Seveso 3").

Le 2 aree risultano contigue e sono separate, dalla linea ferroviaria.

Al fine di comprendere il grado di interferenza dei 2 siti sopra richiamati con il progetto del nuovo svincolo, è stato eseguito uno studio di approfondimento, a cui si rimanda, per maggiori dettagli (rif AMB0050).

Lo scopo è stato quello di comprendere il grado di interferenza con il progetto e definire di conseguenza le soluzioni più idonee e conformi alle situazioni in oggetto, sulla base delle stesse proposte progettuali (ad es gestione dei materiali di scavo)

In sintesi, gli elementi che sono stati definiti dallo studio partono dal presupposto che l'opera, in particolar modo la galleria artificiale, interferisca direttamente con il sistema di MISO (messa in sicurezza operativa) presente nell'area Carmagnani, e sebbene con minor impatto, con la superficie dell'area "ex deposito" ENI.

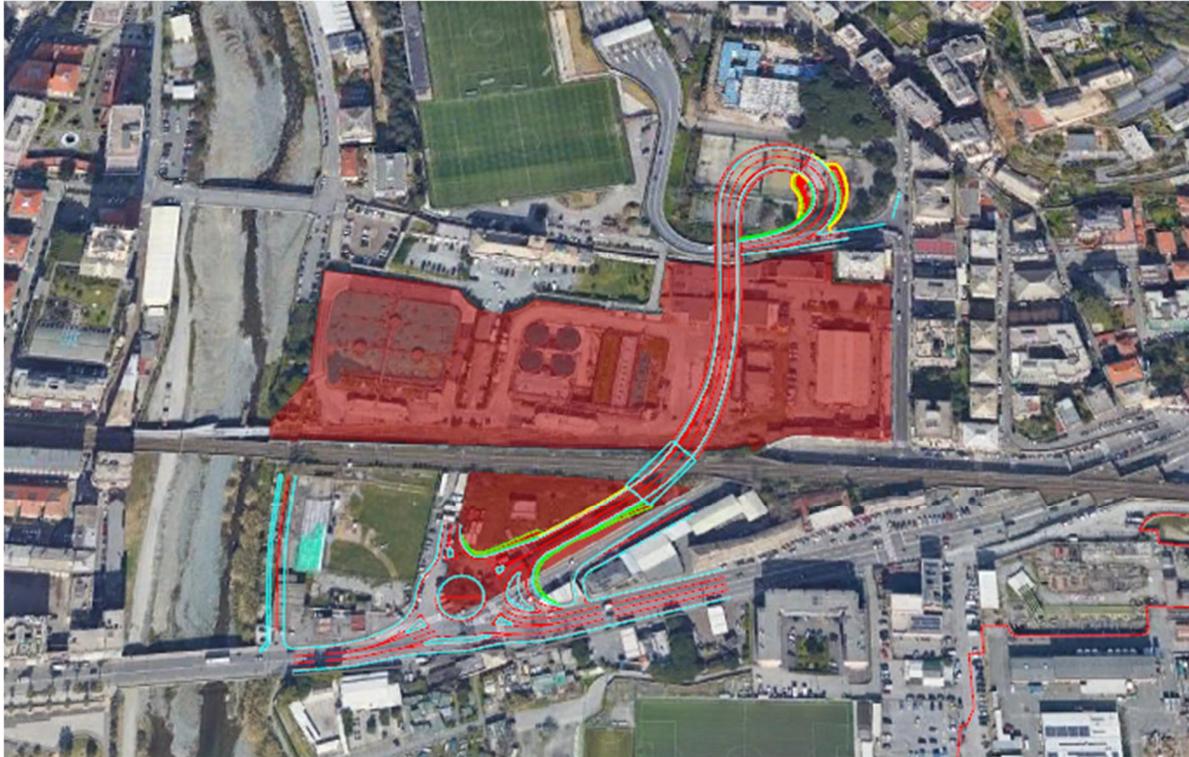


Figura 3-6 Evidenza delle 2 aree interferenti in procedura ex 242 del D.Lgs. 152/2006 s.m.i

### 3.1.3.1 Area stabilimento Attilio Carmagnani AC S.p.a.

Nel caso dell'area Attilio Carmagnani AC S.p.a. (codice di identificazione del sito in anagrafe regionale, GE019), l'attività di bonifica è ancora attiva, con approvazione ed attuazione del progetto operativo degli interventi di bonifica, messa in sicurezza operativa.

Si riportano di seguito gli elementi salienti in merito allo stato ambientale delle matrici *terreno superficiale*, *terreno profondo* al fine consentire una valutazione sulle caratteristiche delle sorgenti di contaminazione poste in prossimità del sedime della galleria a progetto.

Dai documenti denominati

- ü Analisi di Rischio sito specifica, rev. 1 (Geolab studio associato 2015),
- ü Analisi di rischio sito specifica con recepimento prescrizioni del comune di Genova -prot. 222054/BF del 27/06/16 Rev. 0 (Water Soil Remediation srl doc. Z99GE001-01 del 16/10/2017).
- ü Analisi di rischio sito specifica con recepimento prescrizioni nota Arpal del 28/03/2018 Rev. 1 (Water Soil Remediation srl doc. Z99GE001-01 del 19/11/2018).
- ü Appendice all'Analisi di rischio sito specifica con recepimento prescrizioni nota Arpal del 28/03/2018 Rev. 1 (Water Soil Remediation srl doc. Z99GE001-01 del 2019).

è stato possibile acquisire le seguenti informazioni:

- ü sono stati eseguiti **n° 20 sondaggi geognostici** integrati con l'esecuzione di **10 scassi**



Figura 3-7 Ubicazione delle indagini geostiche

In riferimento alla destinazione d'uso Industriale del sito di interesse si sono rilevati i seguenti superi:

**Suolo superficiale (SS):**

Sono stati riscontrati superamenti delle CSC per siti ad uso Commerciale/Industriale del D.Lgs. 152/06 da campioni prelevati nel comparto suolo insaturo superficiale, compreso tra 0 m da p.c. fino a 1 m da p.c.:

La contaminazione nel suolo superficiale interessa tre aree denominate **Area "SS1"**, **Area "SS2"** e **Area "SS3"** e localizzate come riportato nella figura seguente

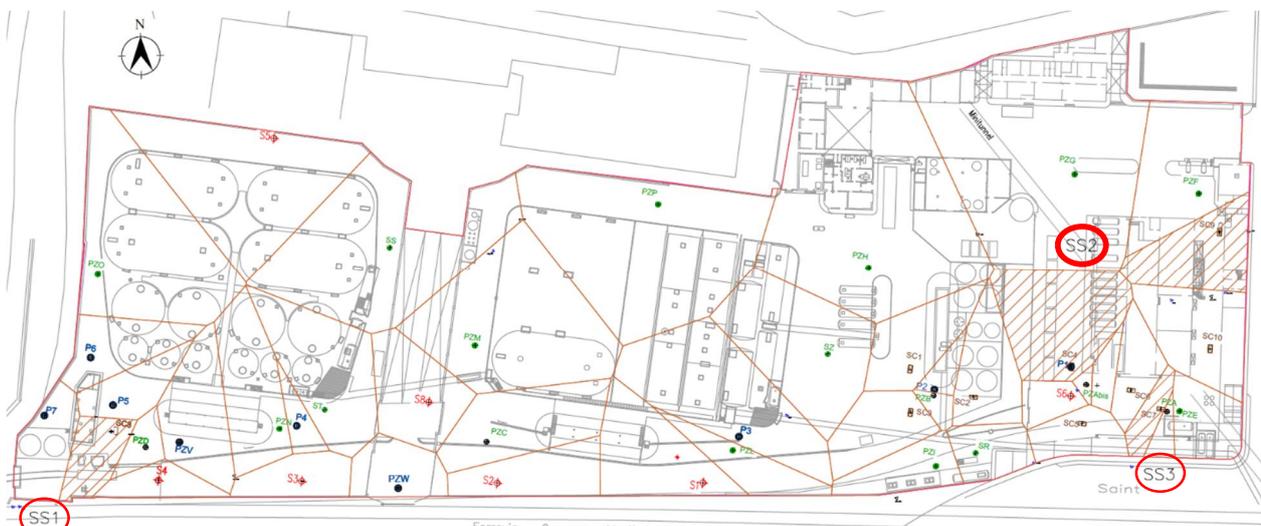


Figura 3-8 Aree interessate da superi delle CSC nel suolo superficiale

Nel dettaglio la galleria a progetto non interferisce direttamente con nessuna delle tre aree in questione, risulta solo prossima all'Area SS2.

In questa area i superi sono stati riscontrati negli scavi denominati:

- Sc4
- Sc9

I Contaminanti Indice (CI) rilevati sono:

- **HC C<12** con 412 mg/Kg
- **HC C>12** con 3900 mg/kg

Dai quali si possono ottenere tramite suddivisione in speciazione MADEP:

- Alifatici C5-C8: 733 mg/Kg;
- Aromatici C9-C10: 690 mg/kg;
- Alifatici C9-C18: 733 mg/Kg;
- Alifatici C19-C36: 1294 mg/Kg;
  
- Indeno(1,2,3)pirene con 15 mg/Kg
- Benzo(a)pirene con 18.8 mg/kg
- Benzo(g,h,i)perilene con 10.4 mg/kg

### Suolo profondo (SP):

Sono stati riscontrati superamenti delle CSC per siti ad uso Commerciale/Industriale del D.Lgs. 152/06 da campioni prelevati nel comparto suolo insaturo superficiale, oltre a 1 m da p.c.:

La contaminazione nel suolo profondo interessa tre aree denominate **Area "SP1", Area "SP2" e Area "SP3"** e localizzate come riportato in fig. 3



Figura 3-9 Aree interessate da superi delle CSC nel suolo profondo

Nel dettaglio la galleria a progetto attraverserà l'Area SP3 per quasi tutto il suo sedime.

In questa area i superi sono stati riscontrati in corrispondenza dei sondaggi/scavi denominati:

- PZH (nelle immediate vicinanze del sedime della galleria)
- PZI

- Sc3
- SR
- SZ (nelle immediate vicinanze del sedime della galleria)

I Contaminanti Indice (CI) sono:

- **Indeno(1,2,3)pirene** 6.6 mg/Kg
- **Cr totale** 1590 mg/Kg
- **Nichel** 650 mg/Kg
- **Acido Paraftalico** 3350 mg/Kg

Inoltre, il sito è, come ricordato, soggetto alle disposizioni di legge per gli stabilimenti a rischio di incidente rilevante, ai sensi della legge Seveso, che non ha indicazioni specifiche sul tema della matrice solida, avendo implicazioni sul tema della sicurezza e dell'operatività.

### 3.1.3.2 Area ex deposito AGIP

L'area ex deposito AGIP (codice GE017), oggi incolta e dismessa, è stata oggetto di intervento con certificazione di avvenuta bonifica (2003). Dall'anagrafe regionale il sito risulta in fase di istruttoria di progetto ai sensi del D.Lgs 152/06. La proprietà ENI, formalmente contattata, ha comunicato di aver presentato agli enti preposti un piano di caratterizzazione, sulla base di indagini preliminari eseguite dalla medesima proprietà sulla matrice solida. Il piano sarà oggetto di valutazione per cui prossimamente sarà avviata una Conferenza dei servizi dedicata.

Si riportano di seguito gli elementi salienti dello stato ambientale delle matrici *terreno superficiale*, *terreno profondo* e *acque di falda* desunti dalla documentazione messa a disposizione della società Eni Rewind SpA al fine consentire una valutazione delle caratteristiche delle sorgenti di contaminazione poste in prossimità del sedime del tracciato dell'opera a progetto.

Dal documento denominato

- *Piano di Caratterizzazione, rev. 00 (HPC giugno 2023),*

è stato possibile acquisire le seguenti informazioni:

sono stati eseguiti n° 2 sondaggi geognostici entrambi spinti fino alla profondità di 4.0 m dal p.c. e prelevati, per ciascun sondaggio, due campioni C1 0.0-2.0 m e C2 2.0-4.0 m.

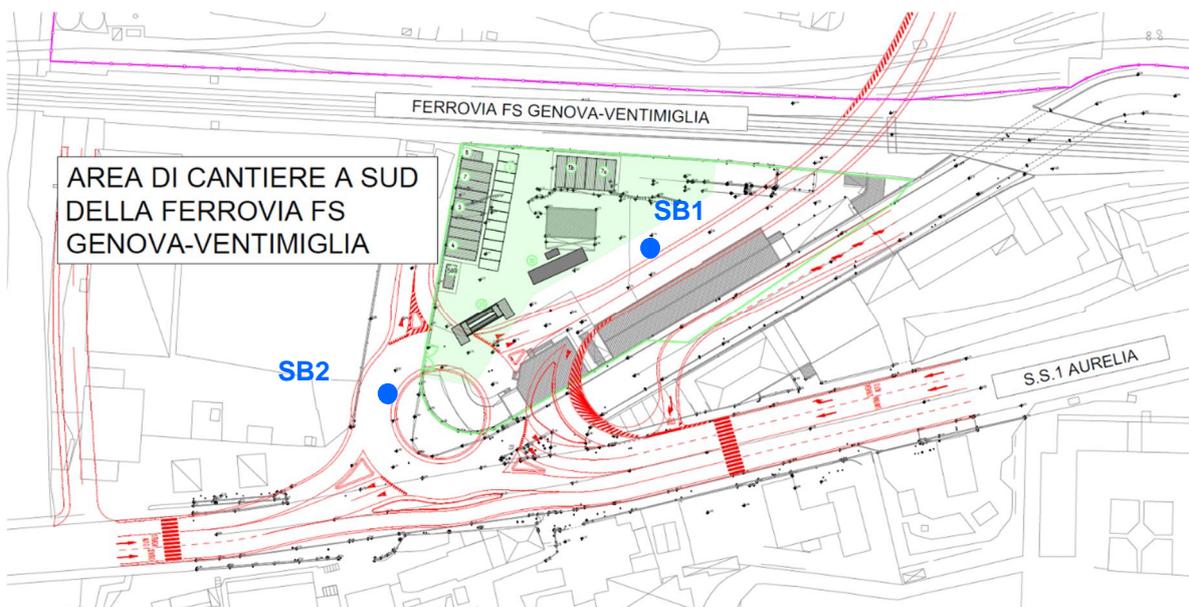


Figura 3-10 Ubicazione indagini geognostiche eseguite e sovrapposizione sulla planimetria di progetto

In riferimento alla destinazione d'uso Industriale del sito di interesse si sono rilevati i seguenti superi:

T0903-LL02-PD-DG-PGT-00000-00000-R-AMB-1000-00

Piano di Utilizzo delle Terre e Rocce da Scavo, ai sensi del D.P.R. 120/2017

**Suolo profondo (SS):**

In corrispondenza del **sondaggio SB2 campione C2** (2.0-4.0 m) è stata accertata la presenza in concentrazioni superiori alle CSC della Tabella 1 Colonna B (siti ad uso commerciale/industriale), per i seguenti

parametri: **Cromo Totale e Nichel** (vedi seguente tabella).

*Tabella 3-1 Quadro di sintesi riportante i valori dei parametri eccedenti le CSC*

Punto di Prelievo	CSC d.lgs152/06 - Tab. 1 Col. B	SB1C1	SB1C2	SB2C1	SB2C2
Data Prelievo			03/05/2023	03/05/2023	03/05/2023
DescCampione		Terreno	Terreno	Terreno	Terreno
PrelievoLuogo		Genova Via Ronchi Area B Ex Deposito			
NoteCampionamento		Profondità: 0-2m	Profondità: 2-4m	Profondità: 0-2m	Profondità: 2-4m
Residuo a 105°C (%)	n.n.	88.6	88.1	84.7	77.8
Scheletro tra 2 cm e 2 mm (%)	n.n.	53.9	< 1	60.6	< 1
Amianto (mg/kg)	1000	< 1000	< 1000	< 1000	< 1000
Cromo (mg/kg)	800	509	191	585	<b>2090</b>
Nichel (mg/kg)	500	331	375	238	<b>909</b>
Punto di Prelievo	CSC d.lgs152/06 - Tab. 2	SB1C1-TQ	SB1C2-TQ	SB2C1-TQ	SB2C2-TQ
Data Prelievo			03/05/2023	03/05/2023	03/05/2023
		Terreno	Terreno	Terreno	Terreno
ANALISI ESEGUITE SU ELUATO IN ACQUA DEIONIZZATA		Genova Via Ronchi Area B Ex Deposito			
		Profondità: 0-2m	Profondità: 2-4m	Profondità: 0-2m	Profondità: 2-4m
Nichel (µg/l)	20	< 1	5.0	1.2	6.5
Cromo totale (µg/l)	50	1.8	8.3	2.0	< 1
Amianto (mg/l)	n.n.	< 0.5	< 0.5	< 0.5	< 0.5
Informazioni relative alla preparazione dei test di cessione:					
Conducibilità alla fine del test di eluizione riportata alla temperatura di 25°C (µS/cm)	n.n.	< 147	< 147	< 147	< 147
pH alla fine del test di eluizione (unità pH)	n.n.	7.80	8.30	8.00	7.90
Rapporto del contenuto di umidità MC (%)	n.n.	9.9	16.4	18.6	29.7
Massa del campione di laboratorio (Kg)	n.n.	2.300	1.300	2.000	2.000
Data inizio essiccamento porzione di campione (l)		16/05/2023	16/05/2023	16/05/2023	16/05/2023
Massa grezza del campione da sottoporre a prova di eluizione (Kg)		0.099	0.105	0.107	0.117
Volume agente lisciviante aggiunto per l'estrazione (l)		0.891	0.885	0.883	0.873
Data inizio prova di eluizione (l)		17/05/2023	17/05/2023	17/05/2023	17/05/2023
Data fine prova di eluizione (l)		18/05/2023	18/05/2023	18/05/2023	18/05/2023
Temperatura eluato (°C)	n.n.	21.4	21.4	21.4	21.4

È stato, inoltre, eseguito il test di cessione, su tutti i campioni prelevati (la matrice investigata è identificabile come riporto), i risultati permettono di escludere la lisciviazione in falda avendo restituito esiti conformi alle CSC di Tabella 2.

**3.1.3.3 Considerazioni sull'interferenza con i siti contaminati**

In considerazione di quanto sopra riportato ed in relazione delle necessità e fabbisogno in opera, in via preventiva si indica che:

- il materiale escavato, durante le lavorazioni di realizzazione lungo le 2 aree, non sarà inquadrato come sottoprodotto e sarà gestito a rifiuto con conferimento in impianti di trattamento e recupero o in discarica.

**3.2 CAMPAGNA PER LA CARATTERIZZAZIONE DEI MATERIALI DI SCAVO**

Il tracciato di progetto è stato interessato da una campagna di indagine per la caratterizzazione ambientale dei terreni in sito, contestualmente all'esecuzione delle indagini geognostiche. L'indagine è stata svolta nel 2022, conforme alle disposizioni del DPR 120/2017.

Per quanto riguarda l'analisi dei risultati della caratterizzazione ambientale ed il confronto con i limiti di contaminazione previsti dalla normativa va evidenziato che, poiché l'opera in progetto è una infrastruttura viaria, essa determina un uso del territorio assimilabile a quello che la normativa (D.Lgs. 152/2006 e ss.mm.ii., Allegato 5 alla parte IV) indica come uso commerciale o industriale. Di conseguenza come limiti di contaminazione di riferimento per le varie sostanze inquinanti possono essere assunti quelli della colonna B della Tabella 1 dell'Allegato 5 della Parte IV al Titolo V del D. Lgs. 152/2006 e ss.mm.ii.

La campagna ha previsto il prelievo di 16 campioni da 4 punti di indagine.

In allegato sono riportati i Rapporti di Prova emessi dal laboratorio che ha eseguito le analisi sui campioni, ed in appendice sono presenti le tabelle riepilogative.

### 3.2.1 Criteri di ubicazione dei punti d'indagine

L'analisi delle caratteristiche chimiche dei terreni interessati è stata definita in base all'estensione delle aree o tratti di progetto con lo scopo di ottenere, prima della fase di scavo, un esaustivo grado di conoscenza dei requisiti ambientali. Dal momento che lo scavo all'aperto ed in sotterraneo avviene con mezzi meccanici tradizionali, senza l'utilizzo di additivi o polimeri, e non comporta di conseguenza la possibilità di contaminazione dei terreni, questa caratterizzazione preventiva effettuata in sito, ed eseguita con modalità a secco senza introduzione di materie, è riferita prettamente alle caratteristiche chimiche dei terreni attraversati e finalizzata a definirne l'eventuale contaminazione.

Nella predisposizione del piano di indagini, sono state considerate le pressioni antropiche presenti le conoscenze desunte dagli studi geognostici e la tipologia di interventi previsti in progetto.

Nell'ubicazione delle indagini si sono tenuti in conto i seguenti aspetti:

- densità del campionamento, in considerazione dei rilievi in fase preliminare;
- omogeneità litologica, riferita specialmente ai calcari marnosi della Formazione del M.te Antola, per un'ampia fascia del territorio attraversato;
- tipologia delle aree interferite;
- particolarità e tipologia delle opere sul tracciato ravvicinate tra loro (rampe di innesto e viadotti).

L'individuazione della densità dei punti di indagine nonché la loro ubicazione si è basata su considerazioni di tipo ragionato, in considerazione degli interventi principali e delle opere da realizzare, basandosi sui criteri previsti nell'Allegato 2 del DPR 120/2017. I punti d'indagine hanno seguito pertanto un modello statistico e sono stati localizzati in posizione opportuna.

Le informazioni di ciascun punto d'indagine sono riportate negli elaborati allegati al presente. L'ubicazione dei punti è riportata in apposita planimetria allegata, secondo quanto indicato nell'allegato 5 al D.P.R. 120/2017.

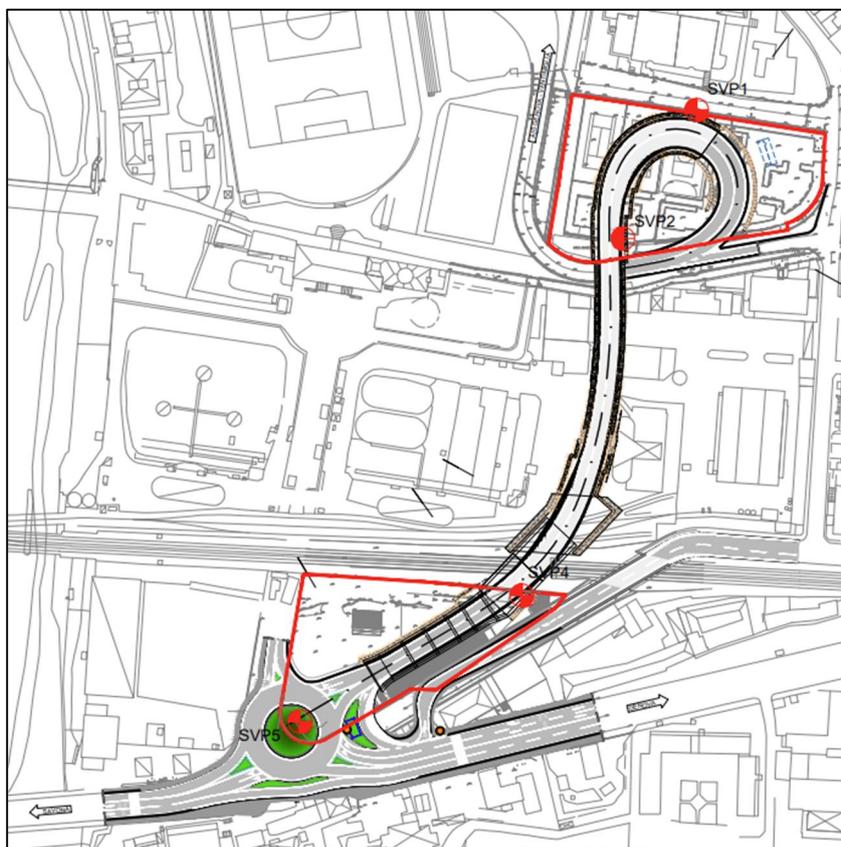


Figura 3-11 Ubicazione dei punti di indagine ambientale

### 3.2.2 Ubicazione dei punti e caratteristiche tecniche d'indagine

Le indagini ambientali nel sito sono state effettuate secondo le prescrizioni della normativa (DPR 120/2017 e D.Lgs. 152/06, Parte Quarta, Titolo V, Allegato 2) con metodi di scavo a secco, in modo idoneo a prelevare campioni senza alterarne le caratteristiche: sono state evitate immissioni nel sottosuolo di composti estranei, adottando particolari accorgimenti durante ogni manovra (uso di rivestimenti, eliminazione di gocciolamenti, pulizia dei contenitori, pulizia di tutti le parti delle attrezzature tra un campione e l'altro).

I 4 sondaggi a carotaggio continuo, sinora eseguiti nella campagna geognostica di progettazione (sigla **SP**) sono stati utilizzati anche per il prelievo di campioni ambientali; la perforazione è stata eseguita a rotazione, rigorosamente a secco, utilizzando margarina vegetale al posto del grasso minerale ed utilizzando ad ogni manovra l'idropulitrice per pulire accuratamente e regolarmente aste e carotiere.

**I punti di indagine, soggetti a campionamento ed analisi lungo il tracciato, sono stati in totale 4** (come da tabella sotto riportata) su una previsione iniziale di 5. Per difficoltà operative di interferenza in area Carmagnani il sondaggio SP3 è rimandato ad una fase successiva di progettazione.

La distribuzione di questi siti di indagine è espressamente lungo il tracciato in linea all'aperto, con una densità di indagine superiore alla indicazione del DPR 120, che prevede un punto ogni 500 metri lineari.

Infatti l'estensione complessiva dell'intervento risulta essere circa a 440 m, pertanto il tracciato è stato investigato mediamente ogni 110 metri lineari.

**Il prelievo complessivo di terre e rocce da scavo è stato di 16 campioni**, in doppia o tripla aliquota; tutti i campioni sono stati sottoposti ad analisi di laboratorio.

Tabella 3-2 Elenco dei punti di indagine per la caratterizzazione ambientale

	Codice	X coord (Gauss- Boaga) m	Y coord (Gauss- Boaga) m	N° di prelievi	Profondità prelievo (m da p.c.)
1	<b>SVP1</b>	1486175,5	4919377,6	4	0,0-2,0; 2,0-4,0; 8,0-10,0; 16,00-17,00
2	<b>SVP2</b>	1486140,0	4919355,2	4	0,0-2,0; 2,0-4,0; 8,00-9,50 15,50-16,00
3	<b>SVP4</b>	1486096,2	4919199,1	4	0,0-2,0; 2,0-4,0; 8,0-10,0; 28,00-30,00
4	<b>SVP5</b>	1486000,5	4919144,2	4	0,0-2,0; 2,0-4,0; 8,0-10,0; 23,00-25,00
Totale prelievi				16	

### 3.2.3 Metodiche di campionamento

Le indagini ambientali in sito sono state effettuate secondo le prescrizioni della normativa (D.Lgs. 152/06, Parte Quarta, Titolo V, Allegato 2) con metodi di scavo a secco, in modo idoneo a prelevare campioni incontaminati ed evitando l'immissione nel sottosuolo di composti estranei e adottando particolari accorgimenti durante ogni manovra. Gli strumenti e le attrezzature impiegate nelle diverse operazioni sono caratterizzati da modalità costruttive e materiali tali da non aver comportato alcuna contaminazione o variazione delle caratteristiche chimico-fisiche delle matrici ambientali indagate.

La caratterizzazione ambientale è stata eseguita soprattutto mediante indagini geognostiche profonde (sondaggi, eseguiti a carotaggio continuo). I campioni di terreno dai sondaggi geognostici verticali sono stati prelevati a profondità variabili e di interesse.

I campioni prelevati sono da ritenersi compositi e sono rappresentativi dell'intero strato indagato, essendo formati da più incrementi, presi lungo lo spessore interessato lungo la medesima verticale geognostica.

Ciò avviene per normale prassi per ottenere una rappresentatività “media” di ciascun strato in relazione agli orizzonti individuati e/o alle variazioni laterali.

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

La formazione del campione in generale è avvenuta su un telo di plastica (polietilene), in condizioni umide con aggiunta di acqua pura ed in condizioni comunque adeguate a evitare la variazione delle caratteristiche e la contaminazione del materiale. La suddivisione del campione è stata effettuata in più parti omogenee, adottando i metodi della quartatura riportati nella normativa.

Le modalità di conservazione e trasporto del materiale prelevato sono state dettate dalla norma UNI 10802 con trasferimento in laboratorio di analisi in un contenitore mantenuto a 4°C.

### 3.2.4 Check-list inquinanti analizzati

Le analisi chimiche dei campioni di terreno sono state eseguite presso un laboratorio riconosciuto ed accreditato, secondo il sistema di certificazione ACCREDIA, ai sensi della normativa vigente in modo conforme a quanto richiesto dalla UNI CEN EN ISO 17025.

Le analisi chimico-fisiche sono state condotte adottando metodologie ufficialmente riconosciute, tali da garantire l'ottenimento di valori 10 volte inferiori rispetto ai valori di concentrazione limite e comunque sono utilizzate le migliori metodologie analitiche ufficialmente riconosciute per tutto il territorio nazionale che presentino un limite di quantificazione il più prossimo ai valori di cui sopra.

Si è eseguito, secondo le indicazioni di cui alla tabella 4.1 dell'allegato 4 del DM 161/2012 (sostanze indicatrici), il seguente set analitico di base:

Con lo scopo di verificare che il chimismo del terreno in posto non pregiudichi un suo eventuale riutilizzo nel rispetto legislativo, è stato utilizzato un ampio set analitico, secondo le indicazioni di cui alla tabella 4.1 dell'allegato 4 del DM 161/2012, partendo dalle sostanze indicatrici del set analitico di base. L'individuazione di un tale set analitico è influenzata dalla particolare presenza di importanti pressioni antropiche nei pressi del sito o in aree limitrofe, ad eccezione dell'infrastrutturale stradale esistente, per cui sono già previste indicazioni specifiche.

Di seguito si specifica l'elenco del set chimico scelto per i campioni di terreno e roccia suddiviso per classi analitiche:

- Composti inorganici: Arsenico (As); Cadmio (Cd); Cobalto (Co); Cromo (Cr) totale; Cromo (Cr) VI; Mercurio (Hg); Nichel (Ni); Piombo (Pb); Rame (Cu); Vanadio (V); Zinco (Zn);
- Idrocarburi pesanti (C>12) ed Idrocarburi leggeri (C<12);
- Idrocarburi Policiclici Aromatici indicati in tabella 1, allegato 5 alla parte Quarta del D.Lgs. n. 152/06;
- Composti aromatici: Benzene; Etilbenzene; Stirene; Toluene; Sommatoria organici aromatici;
- Amianto al SEM.
- Composti alifatici clorurati cancerogeni: Diclorometano, Cloroformio, Cloruro di vinile, 1,2-dicloroetano, 1,1-dicloroetilene, Tricloroetilene, Tetracloroetilene;
- Composti alifatici clorurati non cancerogeni: 1,1-dicloroetano, Cis-1,2-dicloroetilene, Trans-1,2-dicloroetilene, 1,2-dicloroetilene (somma), 1,1,1-tricloroetano, 1,2-dicloropropano, 1,1,2-tricloroetano, 1,2,3-tricloropropano, 1,1,2,2-tetracloroetano;
- Composti alogenati cancerogeni: Bromoformio, 1,2-dibromoetano, Dibromoclorometano, Bromodiclorometano,
- Nitrobenzeni: Nitrobenzene, 1,2-dinitrobenzene, 1,3-dinitrobenzene, M-cloronitrobenzene, (o+p)-cloronitrobenzene;
- Clorobenzeni: Clorobenzene, 1,2-diclorobenzene, 1,4-diclorobenzene, 1,2,4-triclorobenzene, 1,2,4,5-tetraclorobenzene, Pentaclorobenzene, Esaclorobenzene;

Inoltre, in relazione alla contaminazione interferita nei siti in bonifica dell'area Carmagnani e dell'ex deposito AGIP, è stata prevista in fase analitica una speciazione degli idrocarburi secondo la classificazione MADEP:

- MADEP: Idrocarburi alifatici c5-c8; Idrocarburi aromatici c11-c12; Idrocarburi aromatici c9-c10; Idrocarburi alifatici c13-c18; Idrocarburi alifatici c9-c12; Idrocarburi aromatici c13-c22; Idrocarburi alifatici c19-c36.

In considerazione del rilievo di riporto antropico nella fase geognostica, come da indicazione, le analisi sono state completate con i test di cessione in eluato. Sono state svolte analisi su 8 campioni per l'accertamento delle condizioni al riutilizzo come sottoprodotti delle terre e rocce da scavo contenenti materiali di riporto dipendono dalla componente di materiali di origine antropica frammisti ai materiali di origine naturale, per cui è prevista la quantità massima del 20% in peso.

Le matrici materiali di riporto devono essere sottoposte al test di cessione, effettuato secondo le metodiche di cui al decreto del Ministro dell'ambiente del 5 febbraio 1998, recante "Individuazione dei rifiuti non pericolosi sottoposti alle procedure semplificate di recupero". L'utilizzo delle analisi in eluato è finalizzato alla tutela delle risorse idriche sotterranee, accertando il rispetto delle concentrazioni soglia di contaminazione delle acque sotterranee, di cui alla Tabella 2, Allegato 5, al Titolo 5, della Parte IV, del D.lgs. 152/2006, con riferimento all'allegato 10 del DPR 120/2017.

Inoltre, sebbene non di interesse al presente Piano di Utilizzo, sono state eseguite analisi indicative per la destinazione ad impianto di recupero secondo le indicazioni di cui alla norma UNI EN 12457-2:2004 (prova di eluizione per i rifiuti solidi granulari), con un carattere orientativo per la gestione ad impianto dedicato. I parametri da ricercare sono stati quelli indicati nella tabella in Allegato 3 del D.M. 5 febbraio 1998. Gli esiti sul test di cessione per il recupero, svolto sui punti rappresentativi per una valutazione puramente indicativa, hanno inoltre evidenziato un quadro di interesse con la non conformità dei limiti imposti dalla normativa di riferimento (Allegato 3 del D.M. 5 febbraio 1998) in 5 campioni su 5.

### 3.3 SINTESI DEI RISULTATI DELLE ANALISI DI CARATTERIZZAZIONE AMBIENTALE

Si riporta in sintesi lo studio dei dati ricavati dalle analisi chimiche condotte sui campioni di terreno prelevati, riportati nelle tabelle seguenti.

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

Le date di consegna e di inizio e fine indagine analitica sono riportate, per tutte le attività di laboratorio eseguite, nei Rapporti di Prova allegati al presente documento. In allegato al presente documento si riportano, infatti, i certificati di prova di tutte le analisi eseguite, in cui sono indicati per ciascun campione i risultati di laboratorio dei diversi parametri ricercati e la metodica utilizzata, il numero del rapporto di prova ed i valori limite previsti dalla normativa (D.Lgs. 152/06, Parte Quarta, Titolo V, Allegato 5, tabella 1 colonne A e B) per un diretto confronto e per la verifica di eventuali superamenti delle concentrazioni soglia di contaminazione (CSC).

I risultati analitici hanno evidenziato, per i campioni di terreno e roccia prelevati, **un quadro eterogeneo con parziale rispetto dei limiti vigenti previsti in colonna B, Tabella 1, D.Lgs. 152/2006, Parte Quarta, Titolo V, Allegato 5, conformi con la destinazione d'uso industriale e commerciale, quali sono considerate le aree interessate dal tracciato stradale.** Infatti sono segnalati superamenti delle CSC di colonna B riferiti ad alcuni metalli pesanti tipici della matrice naturale dell'ammasso roccioso di provenienza.

I risultati analitici, in particolare, presenti in allegato (AMB1001), permettono di definire che:

- Il 75% dei 16 campioni analizzati in laboratorio, ai sensi del D.P.R. 120/2017, risulta conforme ai limiti di cui alle CSC (Concentrazioni Soglia di Contaminazione) della colonna B, della Tabella 1 dell'Allegato 5 alla Parte IV - Titolo V del D.Lgs. 152/06, indicata come riferimento per la destinazione d'uso dei siti di intervento; i superamenti rilevati nei terreni e rocce sono riferiti a tenori superiori alla CSC di colonna B in alcuni metalli pesanti, soprattutto Cromo e Nichel nei prelievi superficiali (sino a circa 2 m da p.c.), dei punti SP4 e SP5 ubicati a sud della linea ferroviaria nell'area dell'ex deposito AGIP; i superamenti individuati in colonna B sono in linea con quelli rilevati dal Piano di Caratterizzazione presentato dalla proprietà (rif AMB0050);
- Il 30% dei campioni risulta avere tenori al di sotto dei limiti di CSC (Concentrazioni Soglia di Contaminazione) riferiti alla destinazione di uso residenziale o agricola, indicati in colonna A della tabella 1, allegato 5 al titolo V parte IV del D.Lgs. n. 152/2006 e s.m.i.; i superamenti rilevati nei terreni sono riferiti a tenori di poco superiori alla CSC di colonna A in:

- alcuni metalli pesanti, soprattutto Cromo, Cobalto e Nichel, diversamente distribuiti nelle varie verticali geognostiche;
  - tracce di idrocarburi pesanti, in buona parte su campioni prelevati in particolar modo in SP1, con associato tenori anomali puntuali in Zinco e/o Piombo;
- c) la quasi totalità dei campioni analizzati in laboratorio e prelevati nelle aree di scavo risulta conforme, nella concentrazione in composti "indicatori" di potenziali criticità ambientali, quali composti organici aromatici o policiclici aromatici, ai limiti di CSC di colonna A della Tabella 1 dell'Allegato 5 alla Parte IV - Titolo V del D.Lgs. 152/06; anche se in 2 casi si segnala infatti un tenore anomalo in IPA nei punti superficiali di SP1 e SP4;
- d) per quanto riguarda la presenza di fibre amiantifere, in coerenza con la natura geologica dei terreni con i calcescisti dominanti ed all'assenza di riporti di origine antropica o di natura pericolosa, la quasi totalità dei campioni analizzati in laboratorio e prelevati nelle aree di scavo evidenzia l'assenza; solo in un caso, campione SP4 CA1 ubicato in area ex deposito Agip, risulta conforme ai limiti della Tabella 1 dell'Allegato 5 alla Parte IV - Titolo V del D.Lgs. 152/06 ma con il rilievo di fibre a crisotilo il cui peso è stato stimato in 320 mg/kg.

Lo screening analitico è stato completato con il test di cessione in eluato sui punti ove è stata riscontrata una % in peso superiore o uguale ad 1%, essendo tale valore un limite di rilevabilità quantitativa.

Gli 8 test di cessione in eluato risultano conformi ai criteri di legge ed ai valori soglia della tabella 2 sulle acque sotterranee. Tuttavia l'applicazione di della procedura per la valutazione del peso % nel contenuto antropico ha rilevato che un sito di indagine (SPV1) risulta avere un valore superiore al 20 %, soglia di riferimento per l'assimibilità a suolo, condizione limite per l'inquadramento di sottoprodotto.

Il seguente quadro è stato aggiornato agli esiti analitici sui campioni prelevati durante le indagini integrative 2022-2023. Nella colonna sulle evidenze chimiche sono segnalati in carattere grassetto gli elementi o parametri che hanno rilevato i superi di colonna B.

Tabella 3-3 Quadro di sintesi analitico

		CSC			
		< A	< B	> B	Totale
<b>Totale</b>	<b>campioni</b>	5	7	4	16

% su intero intervento				
<b>Totale</b>	31,3	43,8	25	100

Tabella 3-4 Riepilogo degli esiti analitici di laboratorio ai sensi del DPR 120/2017

Sigla Campione	Profondità	Descrizione sintetica litologia dominante	Caratterizzazione chimica ambientale DRP 120/2017			Test di cessione in eluato DM 5 febbraio 1998		% materiale origine antropica presente
			n° RdP campione	CSC D.Lgs. 152/2006, Allegato 5, tabella 1	Evidenze chimiche	n° RdP campione	CSC D.Lgs. 152/2006, Allegato 5, tabella 2	DPR 120/2017 All 10
SVP1 Ca1	0,00-2,00	terreno di riporto costituito da sabbie e ghiaie, Presenza di laterizi, cementi e asfalti	854486	< B	C<12; IPA	854505	conforme	23,3
SVP1 Ca2	2,00-4,00	Passaggio a sabbie deb ghiaiose a limose con passaggio a limo argilloso a 3.40	854487	< B	C<12; IPA	854506	conforme	1,36
SVP1 Ca3	8,00-10,00	Calcescisto alternato a livelli argillosi	854488	< A				
SVP1 Ca4	16,00-17,00	Calcescisto alternato a livelli argillosi	854489	< A				
SVP2 Ca1	0,00-2,00	terreno di riporto costituito da sabbie e ghiaie, con clasti poligenici e laterizi con passaggio a limo argilloso ghiaioso da 1,00	854482	< B	'Co, Cr e Ni;	854503	conforme	7,38
SVP2 Ca2	2,00-4,00	Limo argilloso ghiaioso con clasti poligenici presenza di frammenti di "scisti verdi"	854483	< B	'Co, Cr CRVI e Ni;	854504	conforme	1,56
SVP2 Ca3	8,00-9,50	Calcescisto	854484	< A				
SVP2 Ca4	15,50-16,00	Calcescisto	854780	< A				
SVP4 Ca1	0,00-2,00	Ghiaia limosa argillosa con clasti poligenici ed eterometrici; presenza di frammenti ofiolitici	854478	< B	'Co, Cr e Ni; IPA <b>Amianto</b>	854501	conforme	2,76
SVP4 Ca2	2,00-4,00	Limo sabbioso ghiaioso	854479	> B	'Co, Cr e Ni; C>12	854502	conforme	0,65
SVP4 Ca3	8,00-10,00	Calcescisto lapideo poco fratturato	854480	< A				
SVP4 Ca4	28,00-30,00	Serpentinite in matrice limoso sabbiosa	854481	< B	'Co, Cr e Ni;			
SVP5 Ca1	0,00-2,00	Terreno riporto da vegetale a limo argilloso	854474	> B	'Co, Cr CRVI e Ni; IPA	854499	conforme	5,76
SVP5 Ca2	2,00-4,00	Limo argilloso sabbioso	854475	> B	'Co, Cr e Ni;	854500	conforme	0,94
SVP5 Ca3	8,00-10,00	Limo argilloso sabbioso	854476	< B	Cr e Ni;			
SVP5 Ca4	23,00-25,00	Sabbia a grana medio fine con clasti matrice di origine serpentinoso	854477	< B	'Co			

In allegato sono riportati anche i certificati delle analisi di laboratorio per la caratterizzazione preventiva delle opere ai sensi del DPR 120/2017.

### 3.4 COMPATIBILITÀ AMBIENTALI DEI MATERIALI DA SCAVO NEI SITI DI UTILIZZO

I siti di utilizzo negli ambiti individuati sono sostanzialmente coincidenti con i siti di produzione previsti nei medesimi (si veda l'elaborato grafico in allegato). Pertanto, al netto di ulteriori indagini di caratterizzazione previste nella fase realizzativa di corso d'opera (si veda il paragrafo dedicato nel presente capitolo e le indicazioni di cap. 7), la caratterizzazione dei siti di utilizzo è pertanto costituita dalle stesse informazioni finalizzate alla caratterizzazione dei siti di scavo.

Come da allegato 2 al Regolamento, il rispetto dei requisiti di qualità ambientale di cui all'art. 184 bis comma 1 lettera d) del DLgs. 152/2006 e s.m.i. per l'utilizzo dei materiali da scavo come sottoprodotti è garantito quando il contenuto di sostanze inquinanti all'interno dei materiali da scavo sia inferiore alle Concentrazioni

Soglia di Contaminazione (CSC), di cui alle colonne A e B tabella 1 allegato 5, al Titolo V parte IV del decreto legislativo n. 152 del 2006 e s.m.i., con riferimento alla specifica destinazione d'uso urbanistica, o ai valori di fondo naturali.

Sempre secondo l'allegato 2, i materiali da scavo sono utilizzabili per reinterri, riempimenti, rimodellazioni, ripascimenti, interventi in mare, miglioramenti fondiari o viari oppure altre forme di ripristini e miglioramenti ambientali, per rilevati, per sottofondi e nel corso di processi di produzione industriale in sostituzione dei materiali di cava:

- se la concentrazione di inquinanti rientra nei limiti di cui alla colonna A, in qualsiasi sito a prescindere dalla sua destinazione.
- se la concentrazione di inquinanti è compresa fra i limiti di cui alle colonne A e B, in siti a destinazione produttiva (commerciale e industriale).

Complessivamente i risultati consentono, quindi, di affermare che:

- a) **nei primi 200 metri lineari dell'intervento circa, nella porzione a nord ed al di fuori delle interferenze con i siti soggetti a procedure di bonifica, data l'assenza di superamenti dei limiti di Concentrazione Soglia di Contaminazione di cui alla colonna B della Tabella 1 dell'Allegato 5 alla Parte IV Titolo V del D.Lgs. 152/06, tutti i materiali e i terreni escavati sono riutilizzabili e sono di interesse progettuale, al netto delle porzioni superficiali con % di antropico superiori ai limiti di legge che saranno comunque verificate in corso d'opera;**
- b) tutti i materiali sopra indicati possono essere reimpiegati per la realizzazione di rinterri, rilevati e terrapieni di rimodellamento nell'ambito delle opere in progetto, essendo queste assimilabile ai siti a destinazione d'uso industriale/commerciale cui fa riferimento la colonna B sopra citata;
- c) la maggior parte dei materiali (sulla base delle analisi con concentrazioni al di sotto dei valori soglia della colonna A) del materiale profondo proveniente dallo scavo può essere riutilizzato in siti a destinazione verde o residenziale o nell'impiego dei ritombamenti o reinterri nei casi di interferenza con la porzione satura.
- d) **per questi materiali sono soddisfatti i requisiti di compatibilità ambientale**, in relazione alla corrispondenza dei siti di utilizzo e dei siti di destinazione.

Per la visione dei risultati delle analisi di laboratorio e dei relativi certificati sulla caratterizzazione preventiva delle opere ai sensi del D.P.R. 120/2017, si rimanda agli allegati al presente Piano.

Si evince da quanto sopra che gli scavi previsti lungo la galleria artificiale a partire dalla pk di intervento 0+199 circa sino alla pk 0+440 circa non potranno essere riutilizzati in opera. Tali indicazioni risultano tuttavia essere coincidenti con i fabbisogni necessari e descritti in progetto, i cui dettagli sono rimandanti al paragrafo dedicato alla descrizione del bilancio.

### 3.5 INTERFERENZE CON LA PORZIONE SATURA DEL TERRENO

Secondo quanto contenuto in allegato 4 del DPR 120/2017, nei casi di interferenza con la porzione satura, si dovrà utilizzare materiale da scavo per il quale sia stato verificato il rispetto dei limiti di cui alla colonna A (Tabella 1, allegato 5, al Titolo V, parte IV, del D.Lgs 153/2006 e ss.mm.ii.), con le modalità indicate nel suddetto allegato.

L'intervento risulta potenzialmente interferente con parti sature d'acqua lungo buona parte del tracciato in galleria artificiale. Dai rilievi piezometrici eseguiti durante le fasi geognostiche di progetto (circa 4 m dal p.c.) è infatti possibile che nella fase di costruzione vi possano essere interferenze con il livello d'acqua sotterranea.

Come mostrato nell'inquadramento idrogeologico, e sopra ribadito, le possibili interferenze con la falda sono in corrispondenza delle minime soggiacenze freatiche in corrispondenza degli attraversamenti fluviali e corsi d'acqua in genere.

In tal senso, viste le risultanze analitiche di laboratorio ed i volumi, si segnala che nei diversi ambiti di scavo e di interesse sussiste l'ampia disponibilità di materiali entro le CSC di colonna A.

### 3.5.1 Caratterizzazione dell'acqua sotterranea

L'allegato 2 del DPR 120/2017 prevede che vengano svolte indagini di caratterizzazione delle acque sotterranee in fase progettuale, nel caso di interferenza degli scavi con la porzione satura di terreno. Ciò avviene proprio in corrispondenza degli stessi sondaggi, lungo i quali sono stati prelevati i campioni di terre.

Per ragioni tecniche e logistiche, questa attività non è stata completata in fase di progetto. Pertanto, in base a quanto previsto anche dall'allegato 9 del DPR 120/2017, il Proponente si riserva di fornire un quadro più esaustivo dello stato qualitativo della falda acquifera, prima dell'inizio dei lavori, inviando i dati che saranno acquisiti dal Piano di Monitoraggio Ambientale nella fase di ante operam. Il Piano di Monitoraggio Ambientale, nell'ambito della realizzazione progettuale, prevede la misura quali-quantitativa delle acque sotterranee con attività di prelievo e di analisi chimica in laboratorio con cadenza trimestrale e/o dedicata alle fasi di lavorazioni durante il corso d'opera. Le modalità di acquisizione dei campioni delle acque sotterranee saranno eseguite attraverso un campionamento dinamico, ossia un prelievo di acque effettuato tramite pompa, subito dopo l'operazione di spurgo delle verticali strumentate a piezometro.

## 4 MODALITÀ DI SCAVO E TECNOLOGIE APPLICATE

Nel presente capitolo sono descritte in sintesi le procedure ed i metodi di scavo individuati nel progetto per gli scavi all'aperto ed in sotterraneo.

L'attività di scavo e riutilizzo può essere articolata e sintetizzata nelle seguenti operazioni:

- operazioni di scavo galleria artificiale con metodo Milano;
- operazioni di scavo, all'aperto;
- operazioni di carico trasporto e scarico in deposito, con mezzi gommati o cingolati;
- operazioni in deposito all'interno della stessa area di lavorazione o in cantiere operativo,
- operazioni di trasporto alla destinazione finale, con autocarri;
- operazione di utilizzo per reinterri, riempimenti, rimodellazioni e rilevati, con mezzi tradizionali.

Di seguito si elencano i principali mezzi e tecnologie, descritte nei paragrafi successivi:

- pale meccaniche gommate o cingolate,
- escavatori meccanici con benna o martellone,
- automezzi da carico (articolati, dumper, camion)
- trivelle di perforazione
- autobetoniera e pompa spritz.

Inoltre, come specificatamente richiesto dal Regolamento in allegato 5, sono individuate le operazioni di normale pratica industriale previste all'interno dei cantieri per migliorare le caratteristiche tecniche e prestazionali dei materiali scavati.

### 4.1 GALLERIA ARTIFICIALE

La realizzazione della galleria artificiale avverrà con il metodo "Milano, tra le progressive 0+091 e 0+300 circa.

La galleria artificiale è inserita nei tratti D E e F (si veda capitolo 2) ed avviene con una serie di fasi, meglio dettagliate negli elaborati delle discipline SPL, STR e GTA.

Nella prima fase si prevede la realizzazione dello scavo per raggiungere la quota della testa pali che costituiscono le paratie della galleria artificiale e la quota di intradosso del solettone di copertura della galleria.

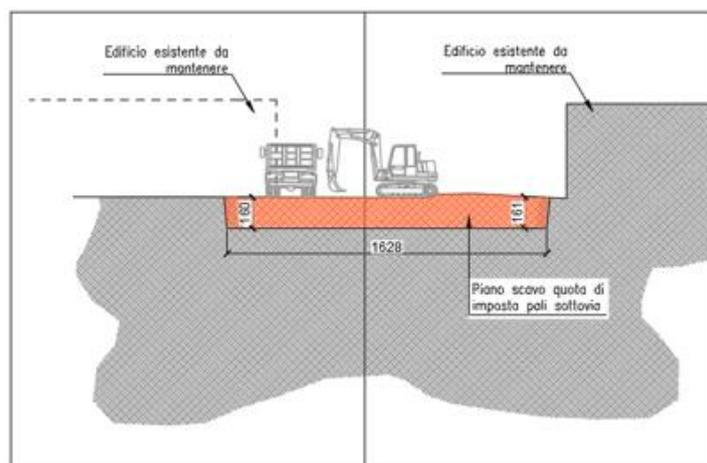


Figura 4-1 Fase 1 realizzazione galleria artificiale

Nella seconda fase, operando dal piano di fondo scavo della prima fase, si provvederà a realizzare le paratie di pali di grande diametro. L'area di scavo di prima fase avrà anche la funzione di pista di cantiere per l'approvvigionamento dei materiali di costruzione per i pali.

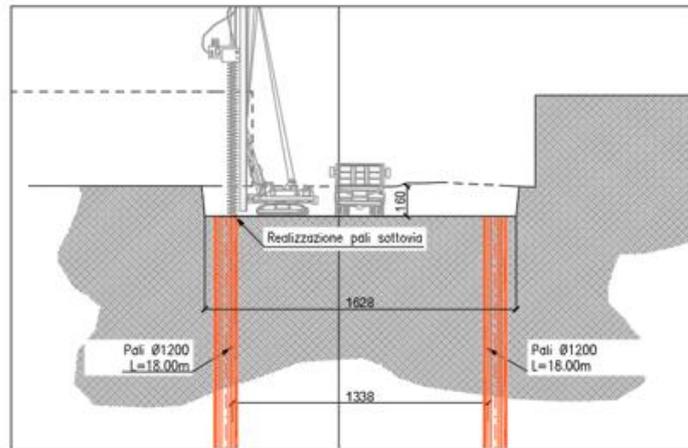


Figura 4-2 Fase 2 realizzazione galleria artificiale

Completate le paratie di pali, si provvederà alla realizzazione del solettone di copertura superiore. L'approvvigionamento dei materiali da costruzione potrà avvenire sempre mediante l'utilizzo dell'area di fondo scavo della prima fase. A completamento di tale fase si provvederà al ripristino del piano campagna esistente. Nella fase 4, a valle dei tempi di maturazione delle solettone di copertura e delle paratie di pali, si può procedere con lo scavo del terreno compreso all'interno della sezione di galleria artificiale. Nel caso di sezioni con presenza di falda ed assenza di substrato roccioso sotto la quota di intradosso del solettone di fondo, già nella Fase 2, si dovrà provvedere alla realizzazione di un tappo di fondo mediante l'uso di iniezioni o jet grouting. Tale tappo di fondo avrà la funzione di evitare di avere problemi di allagamento dello scavo, unitamente a problematiche di sollevamento dello scavo e induzione di cedimenti per subsidenza sulle aree limitrofe.

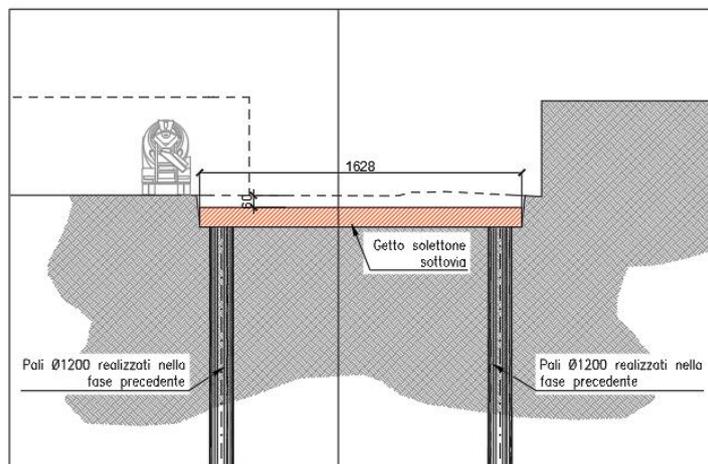


Figura 4-3 Fase 3 realizzazione galleria artificiale

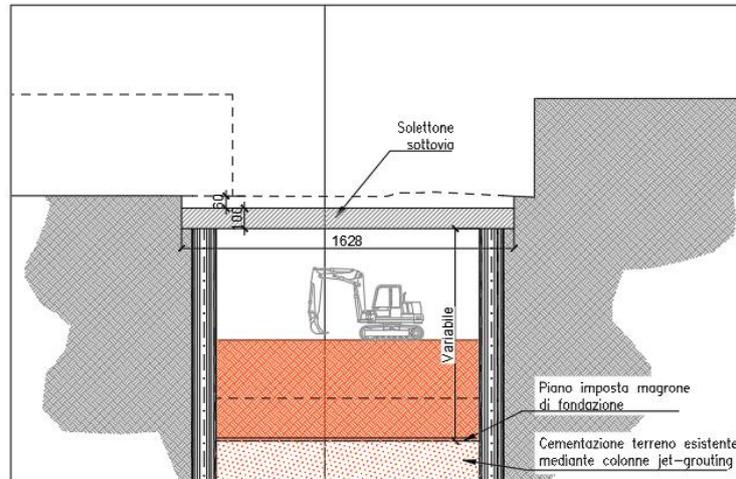


Figura 4-4 Fase 4 realizzazione galleria artificiale

Infine, nella fase 5 si prevede il getto della soletta di fondazione del sottovia, la realizzazione della pavimentazione stradale e delle opere annesse, ed il riempimento sul solettone superiore per ripristino condizioni esistenti.

Lungo il tratto E, la galleria artificiale sotto attraversa sia la viabilità di accesso al casello autostradale, sia il percorso pedonale denominato "Via Antica Romana di Pegli". In questo tratto si rende necessaria la realizzazione di due paratie di pali Ø1000 provvisionali, al fine di raggiungere il piano scavo alla quota di imposta dei pali del sottovia.

Successivamente, si prevede la realizzazione dei pali del sottovia e del getto del solettone, in analogia a quanto indicato per il tratto F.

Si procede quindi allo scavo di sbancamento all'interno del sottovia fino al raggiungimento del piano di imposta del magrone di fondazione, al getto della soletta di fondazione e alla realizzazione della pavimentazione stradale e opere annesse. Infine, si prevede, al di sopra del solettone superiore del sottovia, un riempimento con materiale alleggerito cementato al fine di ripristinare le condizioni esistenti ed il piano della viabilità di accesso al casello autostradale. Durante tale fase, sarà interferito anche la viabilità pedonale definita "via antica romana". Si provvederà a deviare tale viabilità, ricreando nell'ambito delle aree di cantiere percorsi dedicati non interferenti con le lavorazioni.

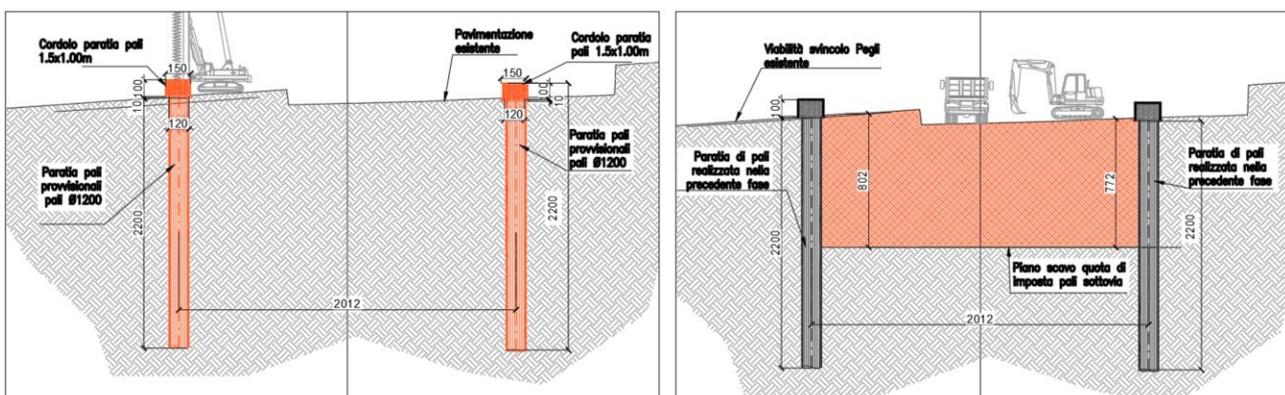


Figura 4-5 Fase 1 e 2 realizzazione sottovia svincolo autostradale

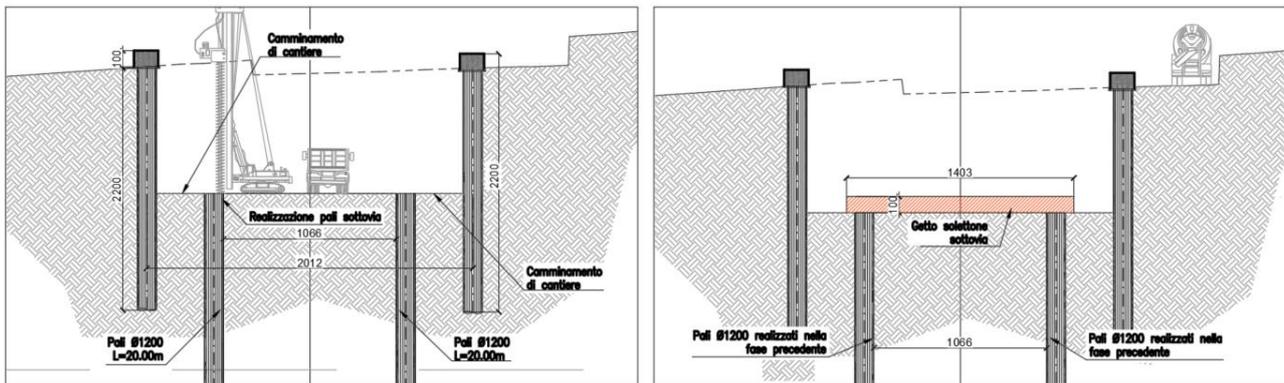


Figura 4-6 Fase 3 e 4 realizzazione sottovia svincolo autostradale

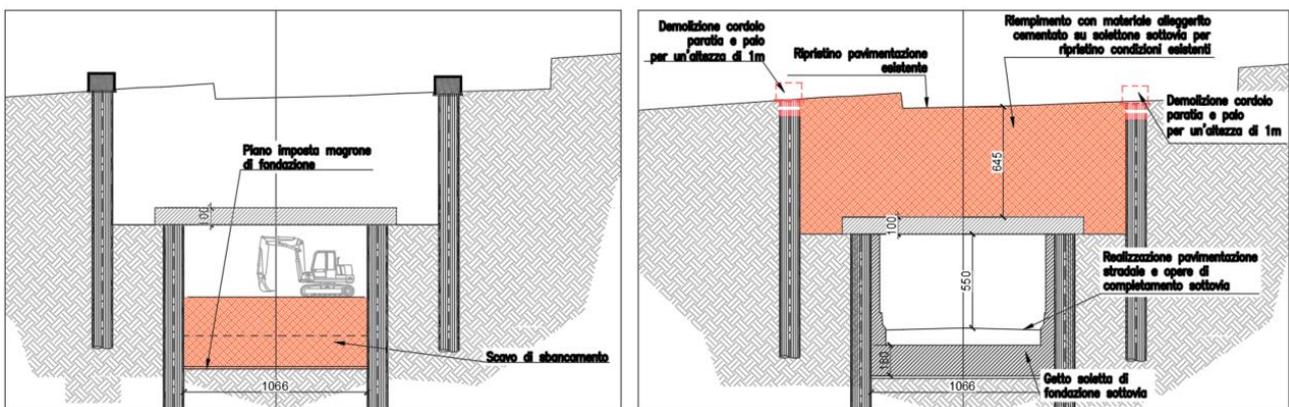


Figura 4-7 Fase 5 e 6 realizzazione sottovia svincolo autostradale

Per quanto riguarda lo scatolare a spinta (tratto G), all'interno degli elaborati "T0903-LL02-PD-SV-PST-ST001-00000-D-STR-0005-00" e "T0903-LL02-PD-SV-PST-ST001-00000-D-STR-0006-00" vengono descritte le fasi esecutive di realizzazione dello stesso.

Nella prima fase, si prevede la riduzione della carreggiata esistente da 3 a 1 corsia, la realizzazione della berlinese di pali secanti e tangenti lato NORD e solo pali secanti lato SUD (come esplicitato negli elaborati di cantierizzazione) e infine l'installazione dei sistemi di drenaggio e gestione della falda a fondo scavo.

Nella fase 2, si prevede la realizzazione dei micropali, la posa in opera del sistema Verona a supporto dei binari e la posa in opera delle traverse di manovra e delle traverse di contrasto. Tutta questa fase verrà svolta in regime di interruzione notturna della viabilità ferroviaria.

Durante la fase 3, si prevede lo scavo per la realizzazione del soletto di copertura della galleria artificiale situato in corrispondenza del lato NORD. Successivamente si prevede la profilatura provvisoria del rilevato ferroviario e la realizzazione della platea di varo con i relativi pali.

Infine, si prevede la realizzazione della galleria scatolare lato NORD e l'inizio delle fasi di manovra di traslazione e infissione della galleria scatolare.

Durante la fase 4, è previsto un primo avanzamento del monolite garantendo il superamento della linea ferroviaria Genova-Ventimiglia. Questa fase è prevista in regime di interruzione notturna.

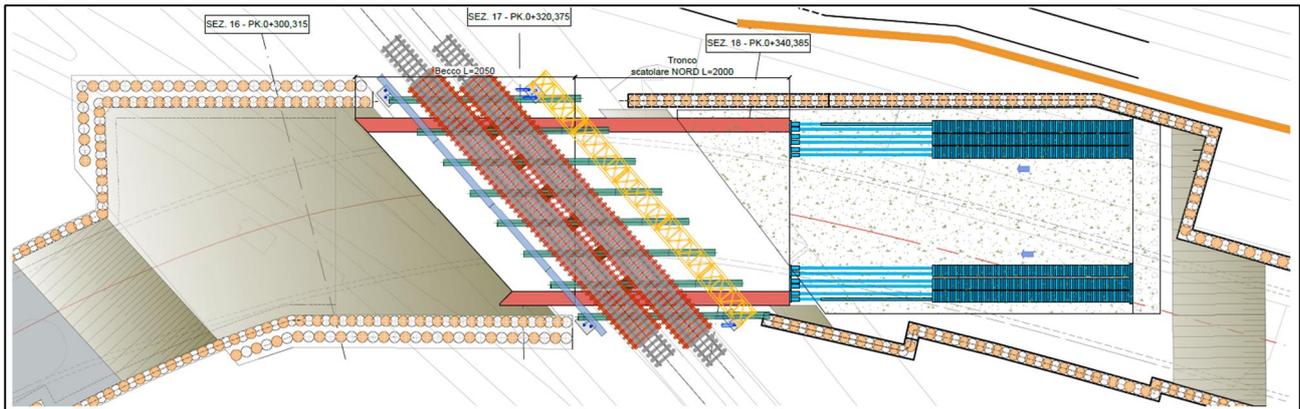


Figura 4-8: Stralcio su fase 4 per realizzazione scatolare a spinta

Durante la fase 5 si prevede la realizzazione del tronco scatolare SUD.

Durante la fase 6 si procede all'avanzamento del monolite fino a quando il rostro non supera completamente i binari in zona Carmagnani. Questa fase è prevista in regime di interruzione notturna.

Durante la fase 7, è prevista la demolizione del rostro e della platea di varo.

Durante la fase 8 si procede alla rimozione del sistema verona, demolizione del cordolo paratie e parziale demolizione dei pali per circa 5 m. Infine è prevista la realizzazione delle opere minori e la soletta di fondo della galleria artificiale adiacente alla galleria scatolare in zona Nord. Questa fase è svolta in regime di interruzione notturna.

## 4.2 OPERE ALL'APERTO

Gli scavi all'aperto saranno eseguiti con le seguenti metodologie:

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

### 4.2.1 Scavi da scotico

Per gli scavi di scotico, sono utilizzati mezzi dotati di lame e/o benna che a più passaggi asportano gli strati di materiale accantonandolo ai lati del sedime di intervento. In alternativa il materiale è depositato temporaneamente o in prossimità dello scavo stesso o in uno spazio dedicato comunque all'interno della stessa area operativa di cantiere in attesa o del successivo reimpiego per rilevati e rimodellamenti, sistemazioni di aree di imbocco o di cantiere.

### 4.2.2 Scavi di sbancamento

Per gli scavi di sbancamento sono usati prevalentemente escavatori meccanici cingolati. In relazione alla tipologia di scavo da eseguire, alla profondità e quantità di materiale da scavare, all'escavatore può essere affiancata una pala caricatrice che provvede a caricare i mezzi di trasporto utilizzati per lo spostamento del materiale scavato all'interno del cantiere. Accertate le caratteristiche geotecniche e geologiche, il materiale può essere accantonato in prossimità dello scavo per il successivo riutilizzo (riempimenti, sagomature, finiture finali e/o modellamenti per mitigazioni ambientali) all'interno dello stesso sito di scavo o depositato

temporaneamente in un'area all'interno della stessa area operativa di cantiere limitando il trasporto ad una distanza estremamente ridotta dalla zona di scavo.

#### 4.2.3 Rinterri

La lavorazione consiste nella chiusura di scavi eseguiti con materiali inerti e/o materiali di risulta provenienti da scavo fino alla sistemazione del piano secondo progetto.

L'attività è composta unicamente dalla messa in opera e stesa del materiale mediante escavatore.

#### 4.2.4 Formazione rilevati e dei rimodellamenti morfologici

La lavorazione consiste nella formazione di rilevati con materiali inerti e/o materiali di risulta e/o terreno vegetale provenienti da attività di scavo o scotico fino alla quota di progetto.

La prima parte dell'attività consiste nella posa in opera del materiale direttamente attraverso il ribaltamento del cassone del camion e la stesa mediante grader. Successivamente si procede alla compattazione del materiale previa bagnatura del terreno stesso.

La lavorazione è composta quindi da quattro attività che si esplicano in due fasi distinte:

- a) Fase 1
  - Messa in opera del materiale mediante scarico diretto dal camion;
  - Stesa del materiale mediante grader.
- b) Fase 2 (solo per la formazione dei rilevati)
  - Bagnatura del terreno;
  - Compattazione a macchina del terreno.

#### 4.2.5 Formazione delle sottofondazioni e fondazioni di pavimentazione

L'attività consiste nella posa in opera del misto cementato o misto granulare costituenti gli strati di sottofondazione e fondazione delle pavimentazioni rigide, semirigide o flessibile.

La lavorazione è composta da tre attività elementari che si esplicano in due fasi:

- c) Fase 1
  - Messa in opera del materiale mediante scarico diretto dal camion;
  - Stesa del materiale mediante grader;
- d) Fase 2
  - Compattazione a macchina del terreno

Nella formazione delle sottofondazioni in misto cementato o misto granulare le azioni di messa in opera e stesa del materiale avvengono in parallelo. Successivamente il rullo esegue la compattazione del terreno.

#### 4.2.6 Scavi di fondazione con micropali o pali di grande diametro

L'attività consiste nella realizzazione di fondazioni profonde attraverso la realizzazione del palo. Essa è costituita da tre attività elementari che si susseguono temporalmente: trivellazione, getto del calcestruzzo e posa in opera dell'armatura.

- Trivellazione mediante utensile di perforazione ad elica continua (coclea)
- Getto del calcestruzzo mediante pompa di getto collegata alla coclea
- Posa in opera dell'armatura a getto ultimato secondo le dimensioni previste dal progetto.

Le profondità ed il diametro del palo variano in funzione dell'opera da realizzare. Complessivamente si hanno diametri compresi fra 250-1200 mm e profondità di 18-20 metri.

### 4.3 NORMALE PRATICA INDUSTRIALE

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

Le operazioni di normale pratica industriale sono finalizzate a migliorare le caratteristiche merceologiche, tecniche e prestazionali dei materiali da scavo per il loro utilizzo, con riferimento a quanto indicato all'allegato 3 del Regolamento.

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

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

Si specifica che vista l'ampia disponibilità di materiale roccioso di natura calcareo-marnosa con qualità tecniche soddisfacenti per la messa a rilevato non è prevista la stabilizzazione con il trattamento a calce o a cemento delle terre. La parte di materiale di natura argillosa (circa 2 % dello scavo in sotterraneo, si veda paragr. 4.1) potrà essere disposta nelle parti profonde o perimetrali dei rimodellamenti morfologici o di ritombamenti previsti per cui non risulta necessario una particolare caratteristica geotecnica di portanza per la realizzazione di un rilevato stradale. Questa disposizione risulta favorevole anche per i limitati volumi previsti di questo tipo di materiale.

#### **4.3.1 Vagliatura**

La vagliatura è realizzata tramite macchinari idonei che consentono la separazione delle diverse granulometrie. I cumuli a valle del vaglio sono poi presi in carico per essere inviati, in funzione della rispettiva classe granulometrica, all'impianto esterno per la formazione dei misti stabilizzati/cementati.

#### **4.3.2 Frantumazione**

L'impianto di frantumazione consente la frantumazione del materiale lapideo per produrre una geometria del materiale a spigoli vivi avente una granulometria che rientri nel fuso granulometrico da utilizzare per la realizzazione delle opere a progetto in terra (rilevati, sottofondazioni per pavimentazioni, ritombamenti, modellazioni morfologiche, sistemazioni ambientali).

Il sistema di frantumazione del materiale è previsto all'interno dei cantieri presenti nell'area cantiere.

#### **4.3.3 Riduzione elementi/materiali antropici**

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

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

### **4.4 INCLUSIONI**

#### **4.4.1 Presenza di elementi in vetroresina (VTR)**

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

Nelle fasi di consolidamento sono previsti VTR iniettati con miscele cementizie e additivo accelerante, generalmente a bassa pressione, in una quantità variabile a seconda delle condizioni di stabilità del fronte stesso (si veda tabella 5.1).

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

L'elemento tubolare è costituito da un profilo cavo a sezione circolare  $\Phi$  60 mm con spessore 10 mm, realizzato in resina termoindurente rinforzata con fibre di vetro derivata da un processo industriale che utilizza la tecnologia della pultrusione.

Sono previsti VTR del diametro di 60/40 mm e della lunghezza di 18 m.

#### 4.4.2 Presenza di elementi in materiale plastico (PVC)

Nell'ambito dei lavori di realizzazione delle opere, nel caso si renda necessario il drenaggio in avanzamento di scavo in sotterraneo o di stabilizzazione all'aperto, è previsto l'eventuale utilizzo di elementi tubolari in polivinilcloruro (PVC) o nel caso dell'impermeabilizzazione in galleria il fissaggio dello strato geotessile di copertura con listoni in PVC fissati con chiodi, previa sovrapposizione dei teli e termosaldatura.

Nelle fasi di drenaggio sono previsti pertanto tubi in PVC costituiti da un profilo cavo a sezione circolare  $\Phi$  60 mm con spessore minimo di 4 mm, microfessurati per 20.0 m da fondo foro e ciechi per 10 m verso bocca foro, con rivestimento esterno del tubo con tessuto non tessuto,

#### 4.4.3 Utilizzo di miscele di perforazione

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

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

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

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

L'uso di miscele per perforazioni deve garantire la tutela delle a tutela delle qualità ambientali dei terreni e delle falde acquifere interferite, In tal senso la scelta dei prodotti per la formazione delle miscele deve avvenire sulla base delle caratteristiche intrinseche dei prodotti stessi. Quelle ambientalmente compatibili dovranno essere dichiarate, non solo per ciò che riguarda le informazioni ecologiche e chimico-fisiche, ma anche l'eventuale indicazione di proprietà quali ad esempio: grado di tossicità, capacità legante e ossidante, solubilità, infiammabilità, corrosività e biodegradazione, contenuto di polimeri di origine organica, ecc. Non potranno essere presi in considerazione prodotti e additivi le cui schede presentino insufficienti informazioni sul comportamento ambientale.

### 4.5 GESTIONE DEI MATERIALI IDENTIFICATI COME NON SOTTOPRODOTTI

Tutte i materiali da scavo, che non rispettano le condizioni esposte per il riutilizzo in sito o in siti diversi da quello di scavo, saranno sottoposti alle disposizioni vigenti in materia di rifiuti riportate nella Parte IV "Norme in materia di gestione dei rifiuti e di bonifica dei siti inquinanti", ai sensi dell'art. 183 comma 1 lett. a) del D.Lgs. 152/06 e ss.mm.

Le seguenti tipologie di materiali sono inoltre identificate quali rifiuto e quindi opportunamente gestiti, ovvero allontanamento dal cantiere per il recupero in impianti autorizzati, od, in alternativa ineludibile, lo smaltimento in discariche:

- i materiali di scavo provenienti dalle lavorazioni previste all'interno dei 2 perimetri interferenti con le aree soggette a procedure di bonifica (stabilimento Carmagnani e area ex deposito Agip)
- i fanghi di risulta derivanti da perforazioni per la realizzazione di pali e dalla eventuale bagnatura per l'abbattimento delle polveri durante gli scavi;
- i fanghi derivanti dalla bagnatura del fronte di scavo;
- la parte superficiale per la potenziale contaminazione dal passaggio dei mezzi in movimento durante lo scavo.

- i materiali derivanti da smantellamento di strutture preesistenti (ad es. opere in c.a., massicciate stradali, fresatura asfalti, ecc);
- il materiale di risulta dal processo di sedimentazione, costituito da polveri di perforazione, boiacche e additivi, e derivato dalla raccolta e trattamento delle acque di lavorazione.

Sebbene le indagini cognitive di progetto abbiano dato evidenze limitate in tal senso (SP2 nella porzione superficiale di riempimento), si specifica che, se dovessero emergere aree o maggiori porzioni di scavo con presenza di materiali di riporto con frammenti e/o elementi di origine antropica, con percentuali superiori al 20% (rif. in allegato 10 del DPR 120/2017), questi dovranno essere sottoposti alle medesime disposizioni vigenti in materia di rifiuti.

## 5 BILANCIO DEI MATERIALI DI SCAVO

L'intero intervento a progetto è lungo circa 0,440 km. Le lavorazioni connesse alla realizzazione degli interventi in oggetto prevedono l'esecuzione di operazioni all'aperto e con scavo in modalità con metodo Milano per la galleria artificiale sotterranea

Come indicato l'impostazione generale si basa sull'ipotesi di scavo e successivo riutilizzo di una parte dei materiali di risulta (con eventuale deposito temporaneo) derivanti dai lavori di costruzione del progetto.

Come stabilito in cap. 2 sulla base delle informazioni raccolte sul contesto territoriale ed ambientale e degli esiti analitici ambientali e geotecnici.

Il bilancio delle terre riportato riassume i quantitativi dei materiali che saranno movimentati per la realizzazione dei diversi interventi, indicando i volumi in banco degli scavi e dei riutilizzi ricavati dagli elaborati progettuali. Rispetto al volume in banco, si dovrà tenere conto sia del fisiologico rigonfiamento che si verifica nelle terre e nei materiali da scavo al momento della loro estrazione dal banco naturale, sia dell'effetto, in termini di modifiche di volume, prodotto dalle tecniche utilizzate per il loro reimpiego.

I dati di seguito sono riferiti al computo estimativo (codifica CCP). I volumi stimati sono i seguenti:

Tabella 5-1 - Sintesi delle quantità movimentate

		TOTALE
		mc
T.1	<b>PRODUZIONI TOTALI da SCAVI</b>	<b>100.976</b>
T.2	<b>FABBISOGNI TOTALI</b>	<b>17.386</b>
T.3	<b>RIUTILIZZI TOTALI come SOTTOPRODOTTI</b>	<b>17.386</b>
T.4 (T.1-T.3)	<b>ESUBERI TOTALI da gestire in impianti autorizzati</b>	<b>83.590</b>

La tabella evidenzia che i volumi di scavo complessivi per la realizzazione dell'intervento sono pari a circa 100.976. mc, così suddiviso: 72.470 mc circa sono provenienti dagli scavi riferiti alla realizzazione della galleria artificiale GA001; circa 2.115 mc da scavi riferiti alle interferenze idrauliche ed alla realizzazione delle vasche; il restante 26.392 mc circa sono provenienti dagli scavi dei muri, rampe e lungo il corpo stradale.

Si evidenzia il riutilizzo del materiale proveniente soprattutto dalla frazione in calcescisti, degli interventi nella porzione nord, nella porzione settentrionale interessata dalle lavorazioni sulla galleria artificiale, GA001.

Sulla base delle quantità e delle considerazioni sopra riportate, pertanto, il fabbisogno complessivo (circa 17.386 mc), necessari alla realizzazione degli interventi ed alle lavorazioni nelle diverse fasi di cantierizzazione, è soddisfatta dal riutilizzo in opera. I riutilizzi dei sottoprodotti ai sensi dell'art 4 del DPR 120/2017 sono per la realizzazione dei rilevati stradali (circa 14.681 mc), dei reinteri tergo muri (circa 1.646 mc) e per la sistemazione delle vasche e delle parti idrauliche (circa 1.059 mc).

Nel caso potranno essere previste forniture ed approvvigionamenti esterni per materiale alleggerito idoneo alla sistemazione in rilevato. Questi materiali, approvvigionati con fornitura esterna, saranno accompagnati dalla relativa certificazione di idoneità tecnico-ambientale, oltre che quella prestazionale, in modo tale da non modificare il quadro ambientale di riferimento. In tal senso si inquadra anche il materiale vegetale per la sistemazione finale delle opere a verde, che necessita qualità e caratteristiche secondo i requisiti tecnici i cui dettagli sono riportati negli elaborati a codifica SUA. Questi approvvigionamenti non rientrano nella definizione di sottoprodotti e pertanto non sono inquadrati nel presente Piano di Utilizzo.

In tal senso anche i materiali identificati quali rifiuti non sono oggetto del Piano. L'esubero previsto infatti dagli scavi all'aperto, pur avendo anche i requisiti idonei, non presenterebbe le caratteristiche tecniche adeguate al riutilizzo in opera, pur con l'applicazione di tecniche di miglioramento prestazionale ed allo stesso non trovano disponibilità in opera in relazione alle quantità di fabbisogno richieste.

I volumi necessariamente in esubero saranno pertanto conferiti in impianti di recupero o di smaltimento (circa 83.590 mc di materiale di scavo).

---

Nell'ambito della gestione a rifiuto, inoltre, non contemplati nel quadro sopra riportato, saranno previsti materiali provenienti dalle attività di demolizione di manufatti in calcestruzzo e di pavimentazione e di fondazione stradale (circa 3.592 mc complessivi): questi volumi potranno comunque essere recuperati in impianti autorizzati. Anche le eventuali parti in acciaio sono destinate anch'esse ad impianto dedicati.

## 6 CAMPIONAMENTO ED ANALISI IN CORSO D'OPERA

Il Regolamento stabilisce che la caratterizzazione ambientale può essere eseguita in corso d'opera nel caso di comprovata impossibilità di eseguire un'indagine ambientale propedeutica in fase di progettazione o qualora si faccia ricorso a metodologie di scavo in grado di determinare una potenziale contaminazione dei materiali da scavo.

Secondo l'allegato 1 del Regolamento, qualora si ravvisi, già in fase progettuale, la necessità di effettuare una caratterizzazione ambientale in corso d'opera, le modalità di esecuzione della stessa a cura dell'esecutore, dovranno essere rispettose di quanto indicato in Allegato 9 parte A.

L'attività di caratterizzazione in corso d'opera è effettuata dall'esecutore sotto la propria responsabilità, ciò in quanto in fase di corso d'opera, l'esecutore, una volta che il proponente ne comunica gli estremi all'Autorità competente, fa suo il Piano di Utilizzo e lo attua divenendone responsabile (art. 2, c. 1, lett. q per la definizione di esecutore e art. 17 in merito alla realizzazione del piano di utilizzo).

A tal fine, in conformità all'Allegato 9 parte A del Regolamento, vengono definiti nel presente documento i criteri generali di esecuzione della caratterizzazione ambientale in corso d'opera. La caratterizzazione durante l'esecuzione dell'opera potrà essere condotta, in base alle specifiche esigenze operative e logistiche della cantierizzazione, in una delle modalità indicate all'Allegato 9 parte A:

- su cumuli all'interno delle opportune aree di cantierizzazione;
- direttamente sull'area di scavo e/o sul fronte di avanzamento;
- nell'intera area di intervento.

I criteri generali alla base dell'esecuzione della caratterizzazione ambientale in corso d'opera sono:

- 1) l'Impresa esecutrice ha l'obbligo di effettuare la caratterizzazione in corso d'opera dei materiali che provengono dalle perforazioni;
- 2) l'Impresa esecutrice ha l'obbligo di ricaratterizzare i materiali relativi agli scavi all'aperto.

Relativamente ai punti soprariportati, si precisa che:

- a) per caratterizzazione si intende la caratterizzazione ambientale di cui agli allegati 1, 2 e 4 del Regolamento, svolta per attestare la sussistenza dei requisiti di compatibilità ambientale, ove non è stato possibile indagare in fase propedeutica o per quei materiali la cui caratterizzazione necessita di un maggiore approfondimento esplicabile solo in fase realizzativa;
- b) per ricaratterizzazione si intende la verifica della permanenza dei requisiti di qualità ambientale a seguito dell'esecuzione di attività di scavo, da svolgere in fase di corso d'opera secondo gli allegati 4 e 9 parte A).

in allegato sono riportate le tabelle che indicano l'elenco dei siti di indagine, con il relativo numero di prelievi, per il completamento della campagna di indagine di caratterizzazione dei materiali da scavo. In allegato al presente Piano è riportata in planimetria con l'ubicazione indicativa dei punti di campionamento.

Per quanto riguarda il caso della caratterizzazione in corso d'opera dei materiali provenienti dalla perforazione di pali, di cui si prevede il riutilizzo, la caratterizzazione specifica sarà svolta dall'Appaltatore secondo i criteri sopra riportati. La caratterizzazione ambientale di tali terre da scavo dovrà essere accompagnata dalla dichiarazione d'uso di miscele additive con requisiti ambientali idonei, attestati dalle schede tecniche e/o da prove di laboratorio esclusivamente ed appositamente eseguite.

### 6.1 CARATTERIZZAZIONE DI VERIFICA IN CORSO D'OPERA O FINALE

In relazione a quanto indicato all'art. 9 comma 7 e all'art. 28 del Regolamento, è fatta salva la possibilità da parte dell'Autorità di controllo di eseguire controlli ed ispezioni in contraddittorio direttamente sull'area di destinazione, sia a completamento che durante la posa in opera del materiale, utilizzando gli stessi criteri adottati per la caratterizzazione in corso d'opera.

L'Appaltatore sarà inoltre tenuto, alla conclusione dei lavori nella fase di ripristino finale, alla verifica di non contaminazione delle aree di cantiere e delle fasce lungo le viabilità utilizzate.

## 7 GESTIONE E TRASPORTO IN FASE DI CANTIERE

I siti di destinazione e produzione verranno raggiunti tramite il trasporto con autocarri. I percorsi interferiscono con la viabilità locale in modo decisamente contenuto, a parte la fase iniziale delle cantierizzazioni, per cui risulta ovviamente necessario avvalersi dei percorsi stradali già esistenti.

### 7.1 VIABILITÀ INTERESSATA DALLA MOVIMENTAZIONE DEI MATERIALI DI SCAVO

I percorsi attraverso i quali avviene la movimentazione dei materiali da scavo dal luogo di produzione al sito di caratterizzazione/cantiere, e da quest'ultimo al sito di destinazione finale (corpo stradale, pertinenze stradali e/o rimodellamenti morfologici/sistemazioni finali) nel caso specifico del presente intervento, sono quindi individuabili per la maggior parte con l'asse stradale o con le piste di cantiere interne alle aree di lavorazione.

Nel caso di utilizzo delle viabilità locali, per raggiungere le aree di cantiere e di deposito i percorsi sono fissi e definiti a priori ed i conducenti, a meno di situazioni di emergenza, vi si atterrano senza operare variazioni, così come si atterrano al Codice della Strada.

Tutti gli automezzi saranno opportunamente coperti per evitare fenomeni di dispersione ed il contatto con gli agenti atmosferici.

Per la planimetria sulle viabilità di cantiere si veda lo specifico elaborato trasmesso congiuntamente al presente Piano di Utilizzo. Per maggiori dettagli si rimanda agli elaborati sulla cantierizzazione (a codifica SPL e STD), presenti negli elaborati di Progetto Definitivo.

### 7.2 PROCEDURE PER LA TRACCIABILITÀ DEI MATERIALI

Sulla base di quanto stabilito dall'art. 6 del Regolamento, in tutte le fasi di movimentazione delle terre verrà definita una procedura atta a garantire la tracciabilità dei materiali da scavo: con l'applicazione di tale procedura ciascun volume di terre sarà identificato nelle fasi di produzione, trasporto, deposito e utilizzo.

La documentazione che accompagna il trasporto del materiale da scavo deve essere redatta secondo le indicazioni dell'Allegato 7 del Regolamento da parte dell'esecutore nella fase di corso d'opera.

Tale documentazione viene predisposta all'esecutore nella fase di corso d'opera, l'esecutore, infatti, dal momento della dichiarazione di cui all'art. 9 comma 1, resa dal proponente all'autorità competente, fa suo il Piano di Utilizzo e lo attua divenendone responsabile.

I moduli di trasporto di cui all'allegato 7 accompagnano ciascun mezzo, attestando la provenienza e la destinazione del materiale da scavo con riferimento al codice identificativo delle singole WBS.

### 7.3 DICHIARAZIONE DI AVVENUTO UTILIZZO

L'avvenuto utilizzo del materiale escavato in conformità al Piano di Utilizzo deve essere attestato dall'esecutore mediante la Dichiarazione di Avvenuto Utilizzo (DAU), art. 7 del Regolamento.

La dichiarazione da parte dell'esecutore all'Autorità competente è sostitutiva dell'atto di notorietà di cui all'art. 47 del D.P.R. 445/2000, in conformità all'allegato 8 del Regolamento e deve essere corredata della documentazione completa in esso richiamata.

A conclusione dei lavori di escavazione ed a conclusione dei lavori di utilizzo di tutta l'opera a progetto, secondo quanto indicato nell'Allegato 8 del Regolamento, l'esecutore compilerà una Dichiarazione di Avvenuto Utilizzo (DAU), che deve essere resa entro il termine in cui il Piano stesso cessa di avere validità.

In relazione alla complessità dell'opera ed ai volumi di terra movimentati, in aggiunta alla DAU prevista dall'Allegato 8 del Regolamento, durante la realizzazione dei lavori, l'esecutore sarà tenuto, a redigere una dichiarazione di avvenuto utilizzo analoga a quella di cui all'Allegato 8 e pertanto sostitutiva dell'atto di notorietà di cui all'art. 47 del D.P.R. 445/2000 con cadenza semestrale. Tale dichiarazione, corredata dei certificati delle analisi effettuate sui campioni, dovrà attestare l'utilizzo dei materiali sia riferito al periodo per il quale viene emessa sia a consuntivo.