



COMUNE DI GENOVA

## **Recupero e riqualificazione delle vallate genovesi**

Intervento di valorizzazione delle fortificazioni genovesi con sentieristica attrezzata e collegamenti con la città e le varie vallate circostanti.

**PROGETTO DEFINITIVO**

**RELAZIONE GEOLOGICA**

**R03D-Gtec**



## Indice

<b>1.0 PREMESSE</b> .....	<b>4</b>
<b>2.0 INQUADRAMENTO CARTOGRAFICO-NORMATIVO</b> .....	<b>5</b>
2.1 Cartografia dei piani di bacino del Torrente Polcevera e del Torrente Bisagno .....	5
2.2 Cartografia del PUC di Genova.....	29
<b>3.0 DESCRIZIONE DEL TRACCIATO S1 PER TRATTI E RELATIVE CRITICITÀ</b> ...	<b>31</b>
3.1 Tratto P.zza Manin - Righi .....	31
3.1.1 <i>Piazza Manin - Torre San Bernardino</i> .....	31
3.1.2 <i>Torre San Bernardino - Via Carso</i> .....	31
3.1.3 <i>Via Carso - Via Sant'Erasmus (Villa Quartara)</i> .....	34
3.1.4 <i>Via Sant'Erasmus (Villa Quartara) - Righi</i> .....	36
3.2 Tratto Righi - Forte Castellaccio .....	38
3.3 Tratto Forte Castellaccio - Forte Sperone .....	43
3.4 Tratto Forte Begato - Forte Sperone.....	44
3.5 Tratto Forte Sperone - Forte Puin .....	47
3.6 Tratto Forte Puin - Bivio Fratello Minore - Diamante .....	49
3.7 Tratto tra il Bivio Fratelli/Diamante e Forte Fratello Minore.....	50
3.8 Monte Spino cima ovest .....	51
3.9 Sentiero di risalita al Forte Diamante.....	53
3.10 Tratto Forte Diamante - Valico di Trensasco (Passo Val Polcevera - Val Bisagno) Località Campi.....	55
<b>4.0 PRINCIPALI TIPOLOGIE DI OPERE PREVISTE LUNGO IL TRACCIATO S1</b> ....	<b>56</b>
4.1 Caratteristiche generali.....	56
4.2 Interventi e relative opere previste .....	58
4.2.1 <i>Percorso S1</i> .....	58
4.2.1.1 <i>Percorso S1 - Tipologia 1 - Strada bianca con aggiunta di leganti naturali per i tratti ad elevata pendenza</i> .....	58



4.2.1.2	<i>Percorso S1 - Tipologia 2 - Strada bianca senza leganti naturali</i>	60
4.2.1.3	<i>Percorso S1 - Tipologia 3 - Strada in pietre cementate</i>	62
4.2.2	<i>Regimazione delle acque superficiali</i>	64
4.2.2.1	<i>Canalette parallele al tracciato</i>	64
4.2.2.2	<i>Canalette trasversali al tracciato</i>	65
4.2.2.3	<i>Opere accessorie</i>	66
4.2.3	<i>Opere di stabilizzazione e consolidamento delle scarpate</i>	69
4.2.4	<i>Punti ristoro</i>	71
<b>5.0</b>	<b>CONSIDERAZIONI DI CARATTERE GEOLOGICO</b>	<b>73</b>
5.1	Inquadramento geologico	73
5.2	Inquadramento geomorfologico	75
5.3	Inquadramento idrogeologico e idraulico	77
5.4	Modello geologico-geotecnico preliminare	79
5.4.1	<i>Modello geologico</i>	79
5.4.1	<i>Modello geotecnico</i>	80
5.4.2.1	<i>Coltre eluvio-colluviale</i>	80
5.4.2.2	<i>Caratterizzazione geomeccanica dell'ammasso roccioso</i>	80
<b>6.0</b>	<b>ZONAZIONE SISMICA</b>	<b>81</b>
6.1	Zonazione sismica	82
6.1.1	<i>Parametri sismici</i>	82
<b>7.0</b>	<b>FATTORI DEL VINCOLO IDROGEOLOGICO</b>	<b>84</b>
7.1	Regime delle acque	84
7.2	Stabilità del versante e morfologia dei luoghi	85
7.3	Copertura vegetale	86
<b>8.0</b>	<b>CONCLUSIONI</b>	<b>86</b>



## 1.0 PREMESSE

L'intervento in oggetto ricade nella grande tematica del recupero e della riqualificazione del territorio vallivo del genovesato, tesa al recupero di una nostra identità e al ritorno dell'interesse culturale ed economico sull'entroterra genovese, in particolare, ma esteso anche alla città metropolitana e perfino a realtà confinanti di altre regioni.

Attualmente i percorsi di crinale delle vallate genovesi, pur ricchi di bellezze paesaggistiche rilevanti e testimonianze storiche di assoluto rilievo, presentano zone di degrado e mancanza di opportuna segnaletica, di zone attrezzate per la sosta e di collegamenti con le relative vallate. In questo ambito le fortificazioni genovesi costituiscono un bagaglio storico - culturale di enorme valore, sia per la loro estensione lungo i crinali delle principali vallate (ben 15 km), la Val Polcevera e la Val Bisagno, sia per il numero delle stesse e la buona conservazione delle antiche strutture.

L'intervento in esame, dunque, si colloca nel contesto di un progetto più ampio volto ad individuare percorsi carrabili per la loro manutenzione e gestione, percorsi sentieristici pedonali attrezzati per favorire l'afflusso del turismo, collegamenti con altri percorsi culturali e paesaggistici di rilievo come quello dell'Acquedotto Storico genovese, che si sviluppa in Val Bisagno, collegamenti con località rinomate, sia per testimonianze storiche e artistiche, sia per la produzione di prodotti artigianali tipici.

Tale progetto, nel suo complesso, comprende i seguenti interventi principali:

- la stabilizzazione dei versanti in frana e in erosione;
- il riassetto dei torrenti in dissesto e in erosione;
- la riattivazione, il rimodellamento e l'adeguamento di percorsi bianchi (sterrati) carrabili accessibili ai mezzi di servizio per la manutenzione e la gestione del parco;



- la riattivazione, la sistemazione e l'allestimento di percorsi escursionistici pedonali di grande valenza geomorfologica, paesaggistica, culturale e sportiva, interessando anche località della Valle Scrivia e della Val Bisagno;
- l'installazione di attività ricreative lungo la rete sentieristica;
- il collegamento e l'allestimento di nuove attività ricettive;
- il collegamento a località sedi di produzione di prodotti artigianali di rilievo.

Il percorso denominato S1, oggetto della presente relazione, rappresenta la principale via di collegamento sviluppata tra Piazza Manin ed il valico di Trensasco, già in Comune di Sant'Olcese.

Il tracciato interessa inizialmente il versante destro della Val Bisagno, risalendo verso la nota località del Righi, per poi proseguire principalmente sullo spartiacque tra Val Polcevera e Val Bisagno nel tratto di crinale Forte Begato - valico di Trensasco.

## 2.0 INQUADRAMENTO CARTOGRAFICO-NORMATIVO

Di seguito si riporta un sintetico inquadramento cartografico del settore considerato, con riferimento ai Piani di Bacino del Torrente Polcevera (Tavole 213120 e 213150) e del Torrente Bisagno (Tavole 213120-213160), approvati, rispettivamente, con DCP n. 14 del 02/04/2003 (ultima variante approvata con DDG n. 435 del 28/01/2021 entrata in vigore il 17/02/2021) e con DCP n. 62 del 04/12/2001 (ultima variante approvata con DDG n. 5575 del 20/09/2021 entrata in vigore il 06/10/2021) e al PUC di Genova, approvato con D.D. n. 2015/118.0.0./18 in vigore dal 03/12/2015.

## 2.1 Cartografia dei piani di bacino del Torrente Polcevera e del Torrente Bisagno

Secondo la Carta della suscettività al dissesto (Figure 1a-1b e 2a-2b) il tracciato del sentiero S1 attraversa settori classificati a *suscettività al dissesto elevata (Pg3b)* e, limitatamente al versante del T. Bisagno, a *suscettività al dissesto elevata (Pg3a)*, a cui bisognerà prestare particolare attenzione nelle successive fasi progettuali e nel corso delle lavorazioni.

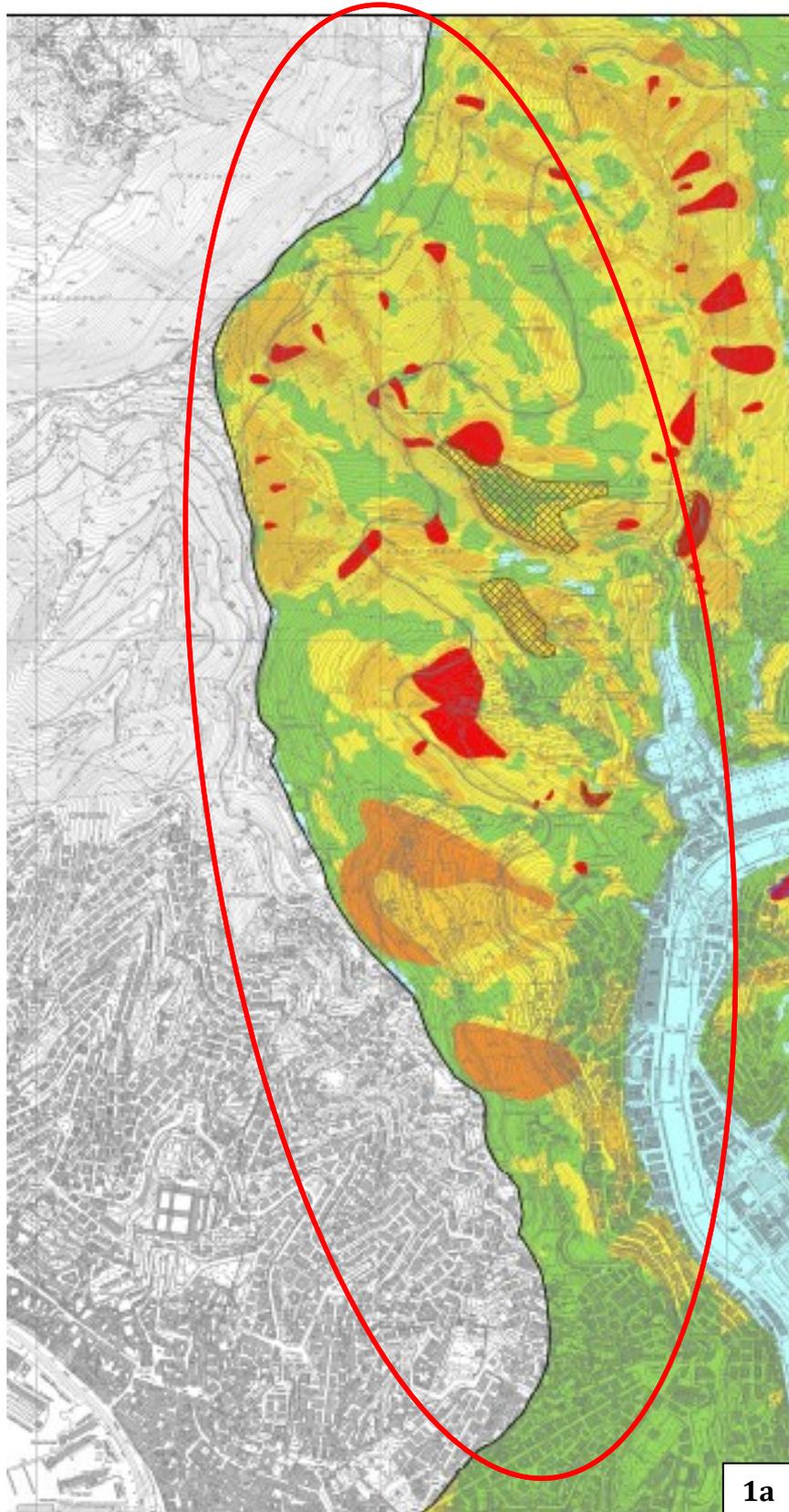


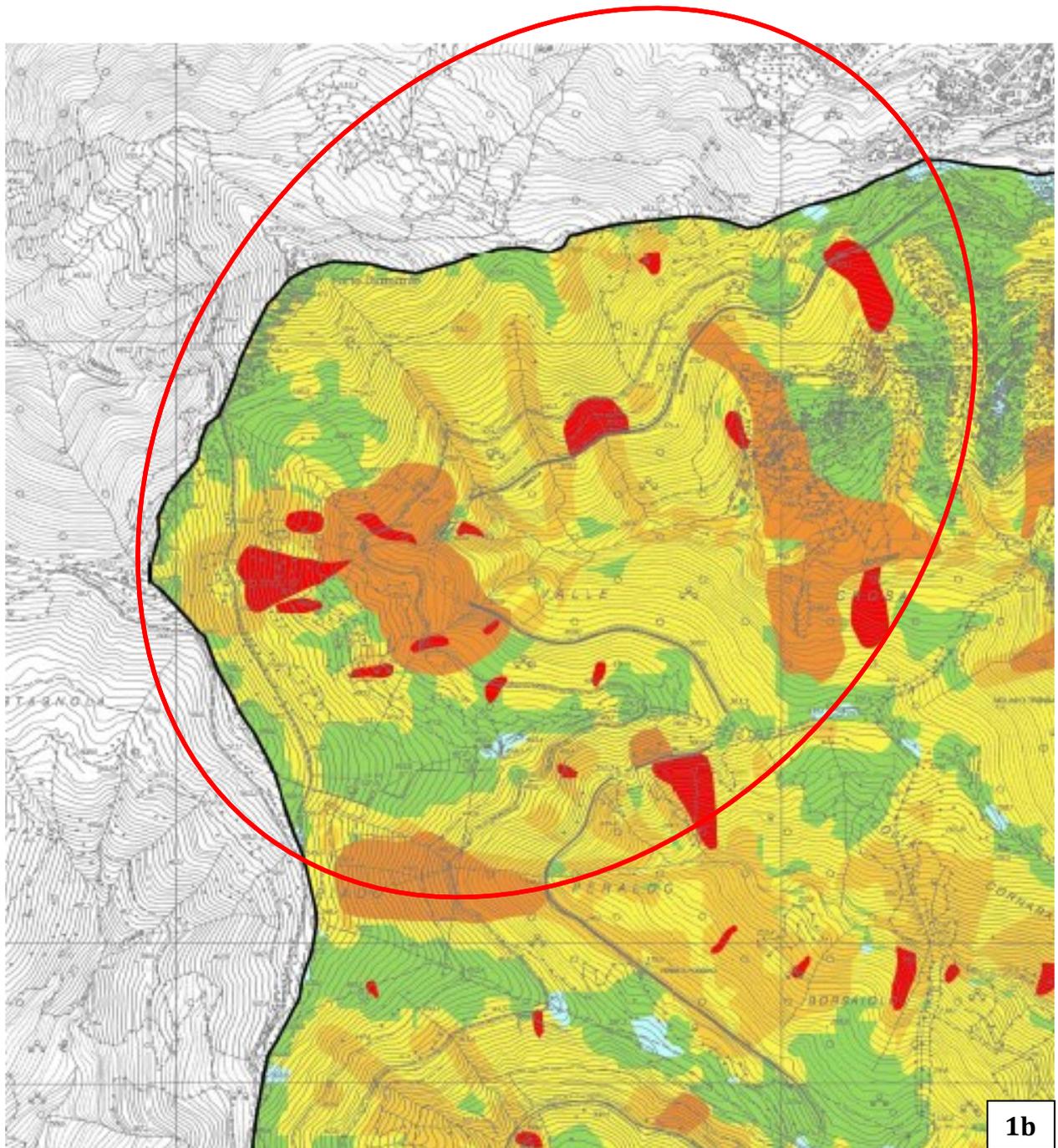
COMUNE DI GENOVA

Già in questa fase di progetto definitivo si è comunque cercato di limitare i lavori, nelle suddette aree, a meri interventi di sistemazione dell'esistente tracciato sterrato e di regimazione delle acque, che attualmente scorrono sostanzialmente incontrollate.



COMUNE DI GENOVA



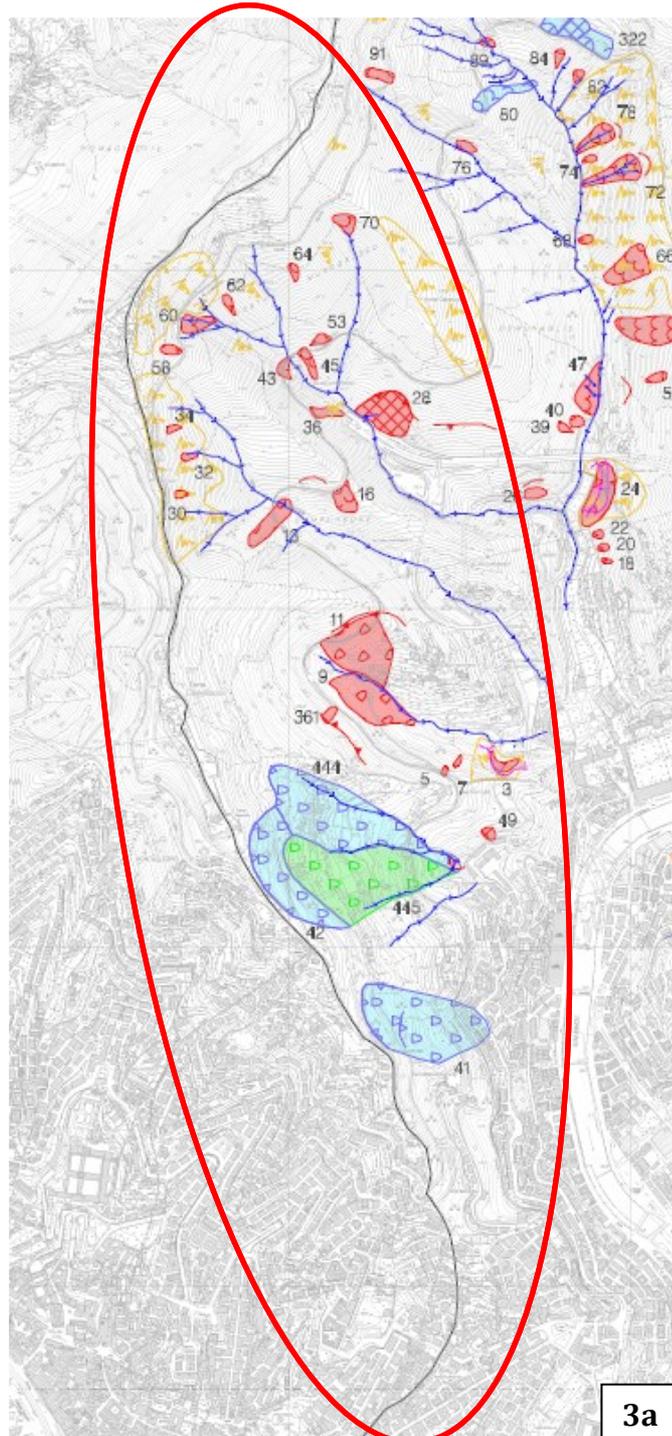


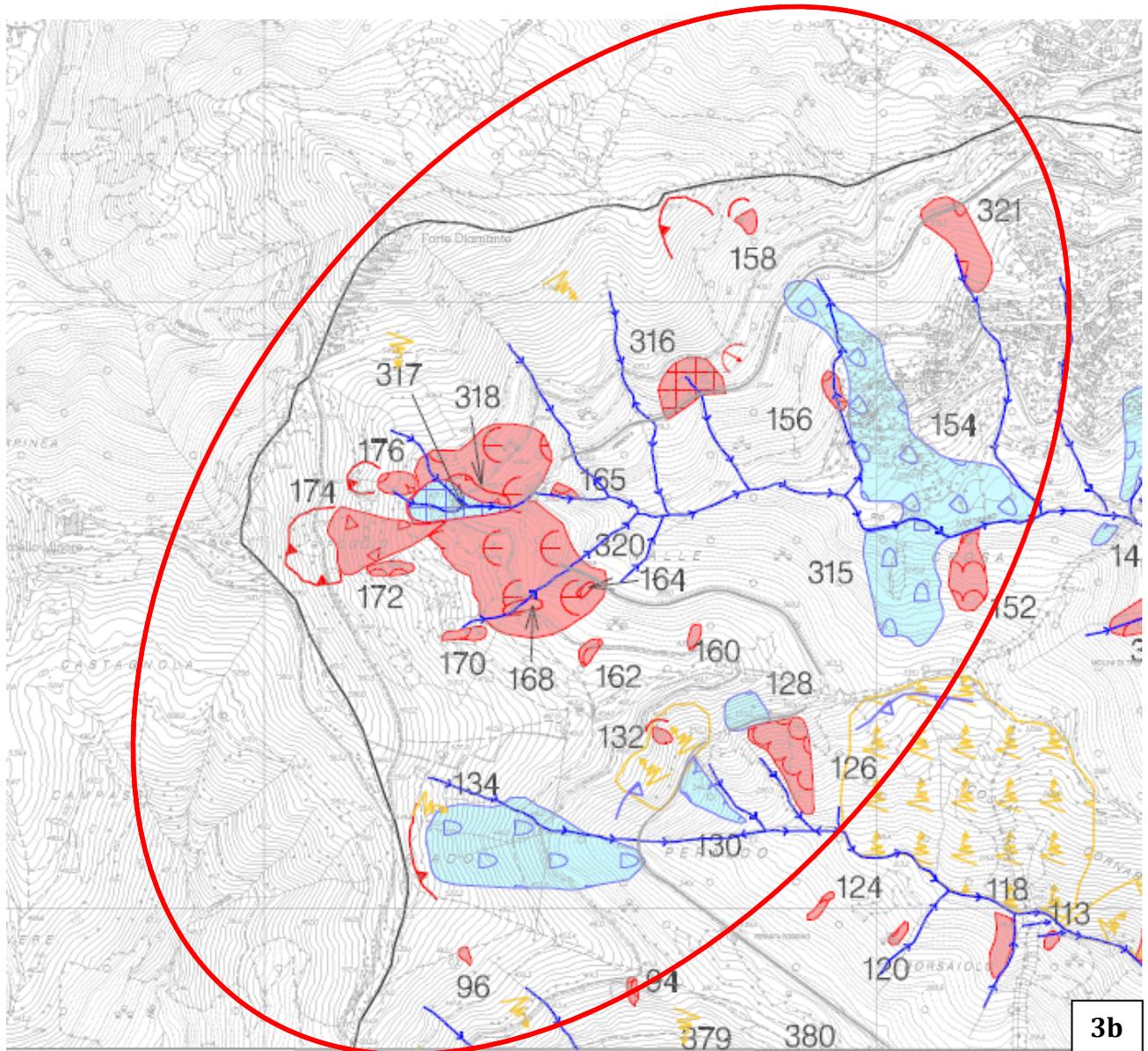
**Figure 1a-1b** - Stralci della Carta della suscettività al dissesto del piano di bacino del Torrente Bisagno con indicato l'areale di progetto.





Secondo la Carta della franosità reale (Figure 3a-3b e 4a-4b) i suddetti settori classificati a suscettività al dissesto elevata (Pg3b) sono principalmente riconducibili alla presenza di *frane relitte, o stabilizzate, o paleofrane*, o di fenomeni di *ruscellamento diffuso*, mentre ai tratti a suscettività al dissesto elevata (Pg3a), corrispondono essenzialmente *frane quiescenti*.

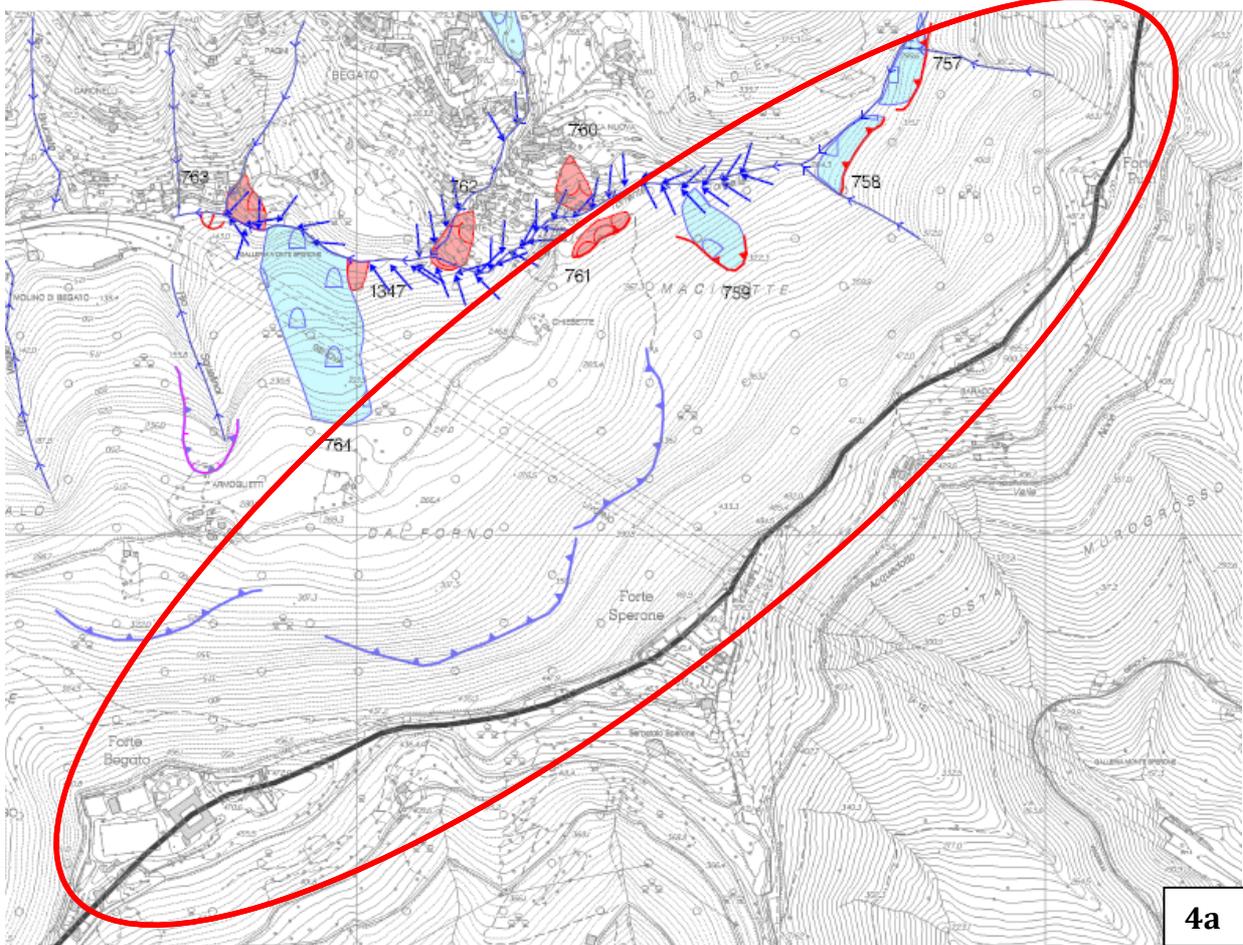


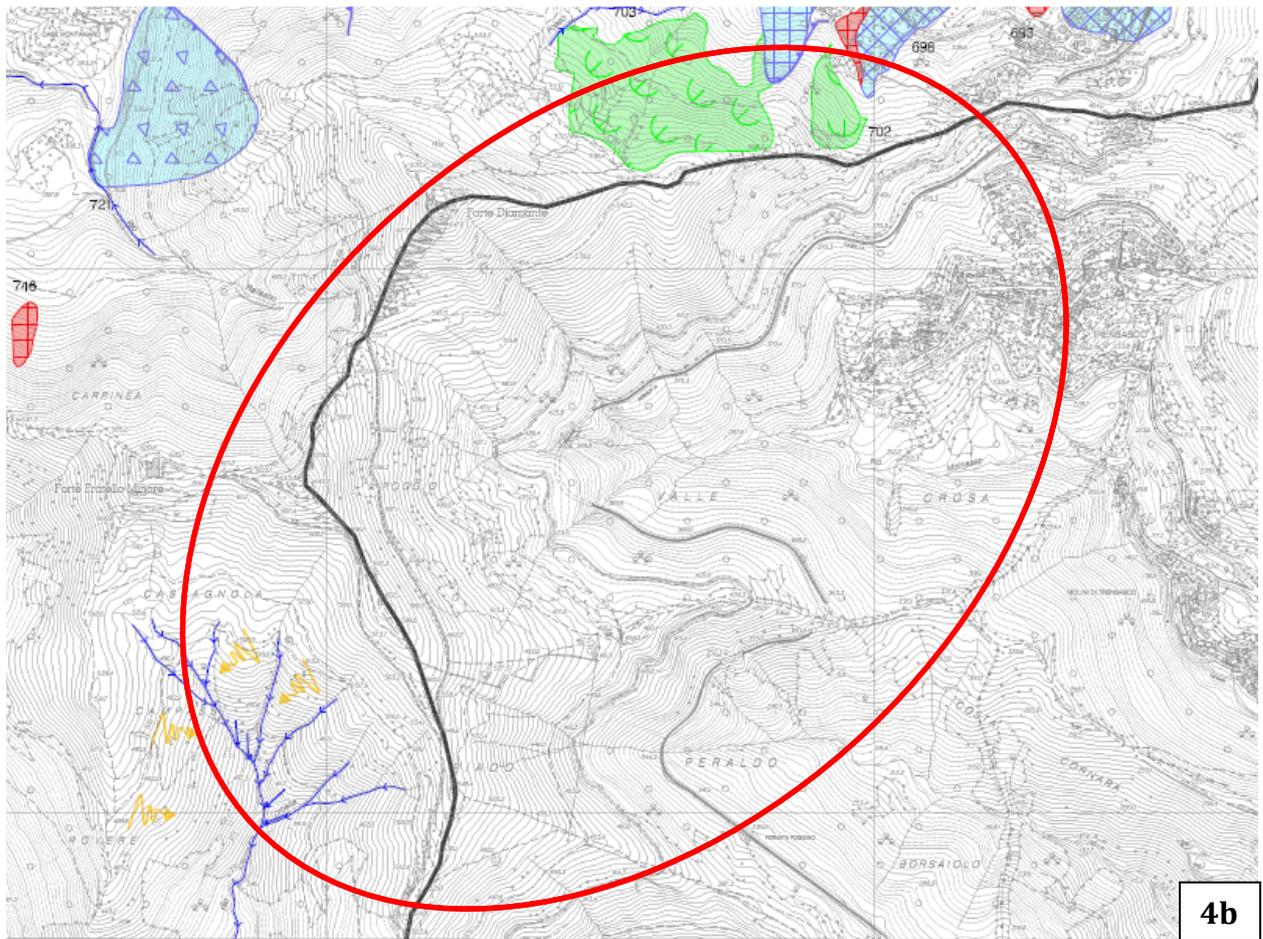


**Figure 3a-3b** - Stralci della Carta della franosità reale del piano di bacino del Torrente Bisagno con indicato l'areale di progetto.



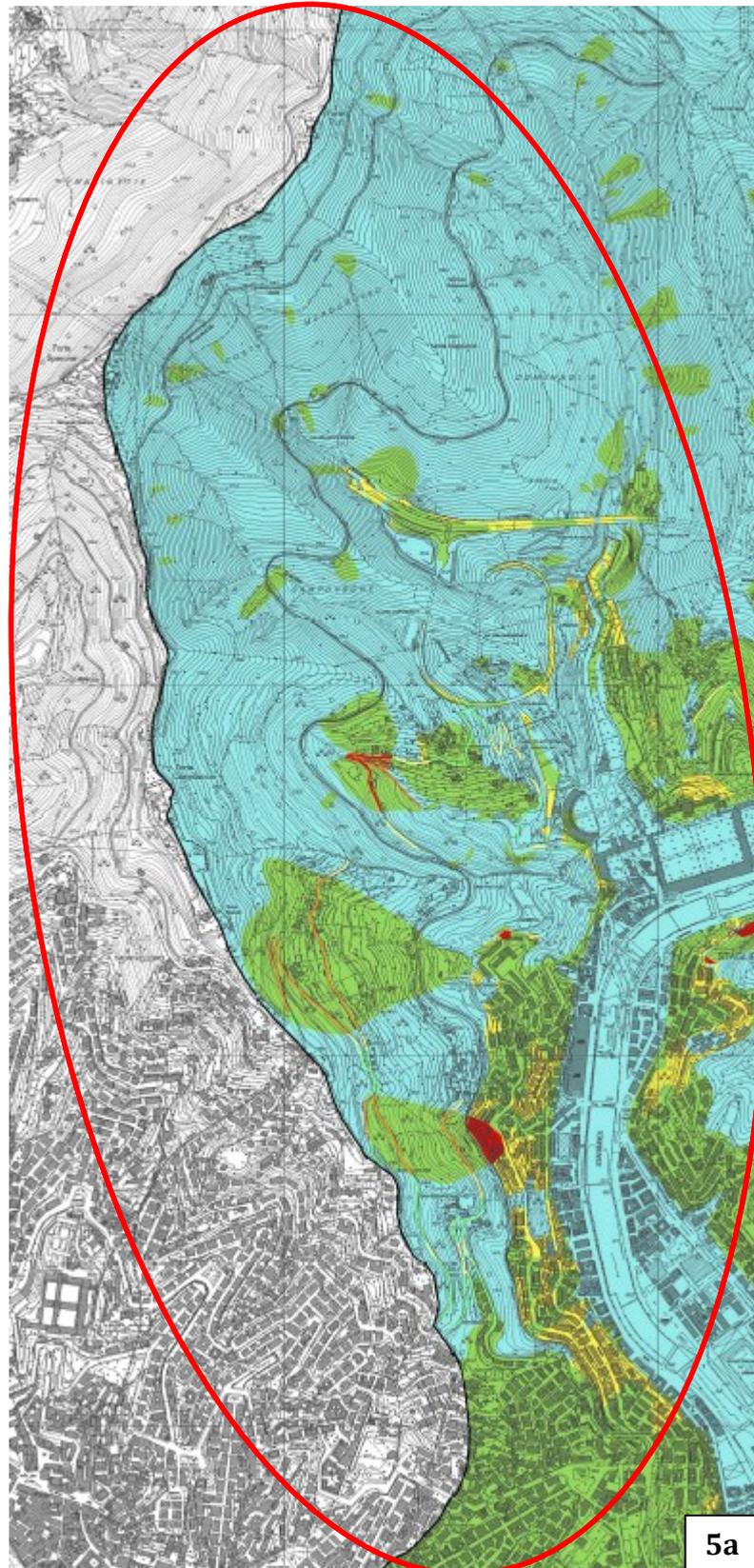
COMUNE DI GENOVA





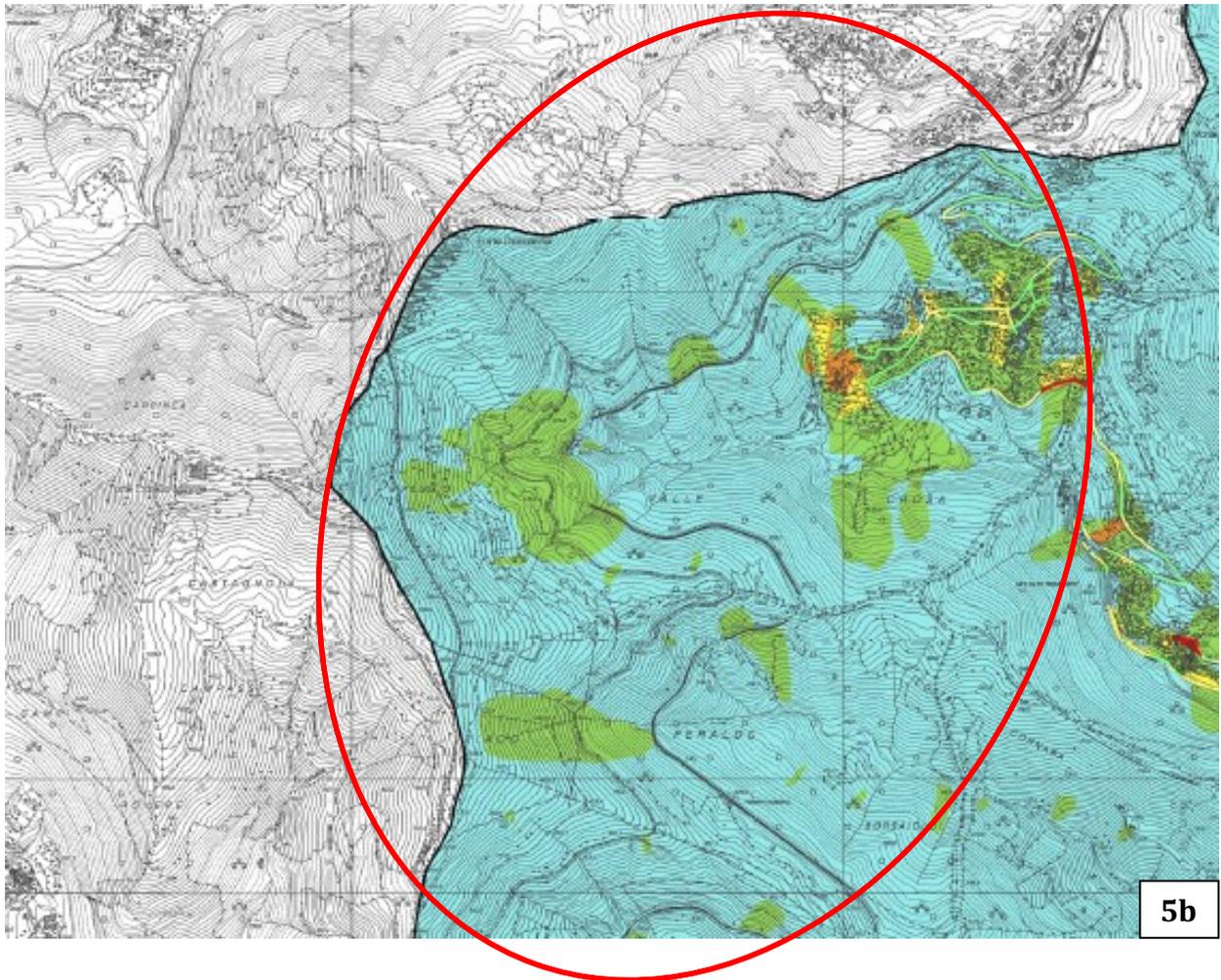
**Figure 4a-4b** - Stralci della Carta della franosità reale del piano di bacino del Torrente Polcevera con indicato l'areale di progetto.

Secondo la Carta del rischio geologico (Figure 5a-5b e 6a-6b) l'areale interessato dal sentiero S1 è caratterizzato da *rischio geologico da lieve o trascurabile (R0)* a *moderato (R1)*, considerata la quasi totale assenza di urbanizzazione.





COMUNE DI GENOVA



**Figure 5a-5b** - Stralci della Carta del rischio idrogeologico del piano di bacino del Torrente Bisagno con indicato l'areale di progetto.

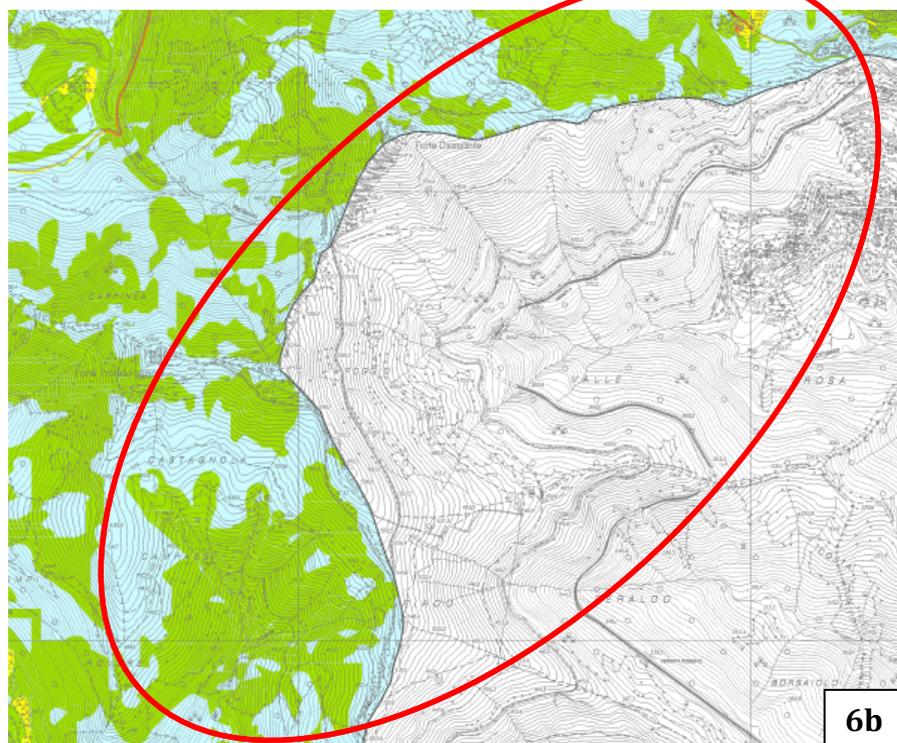
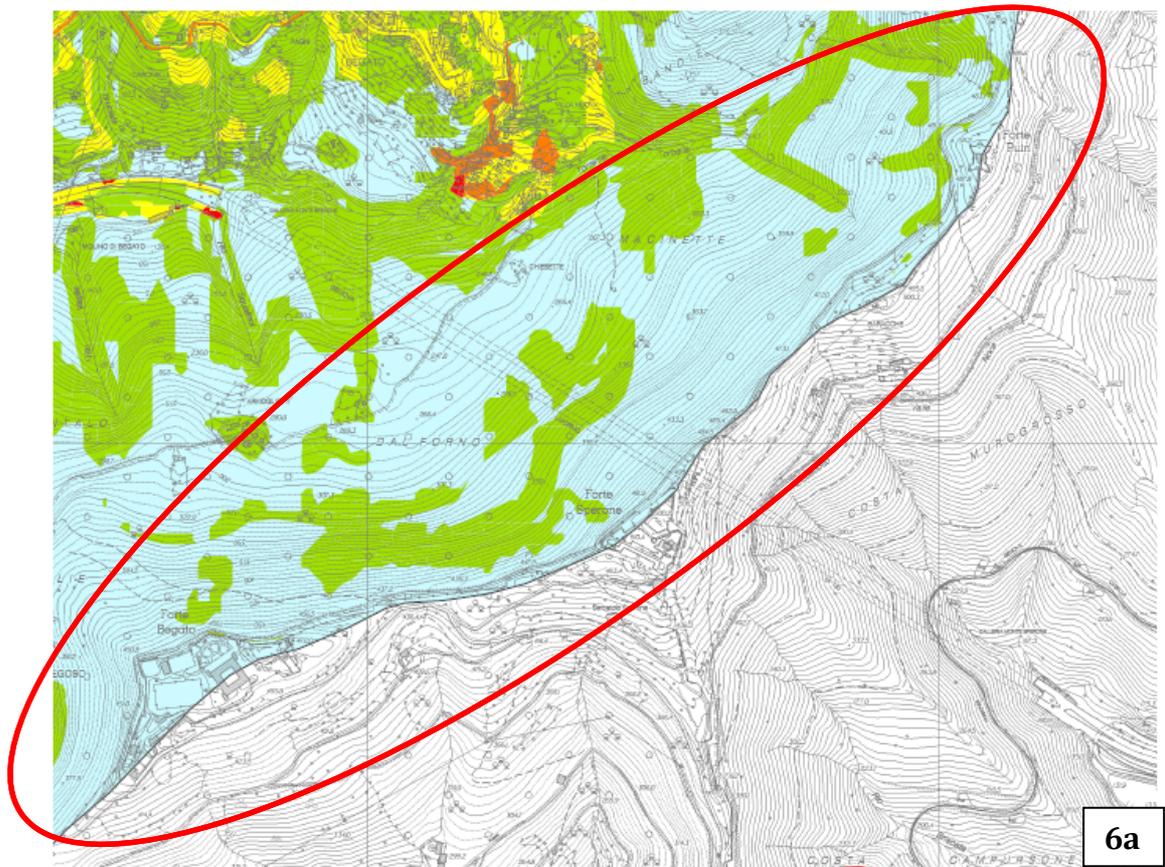
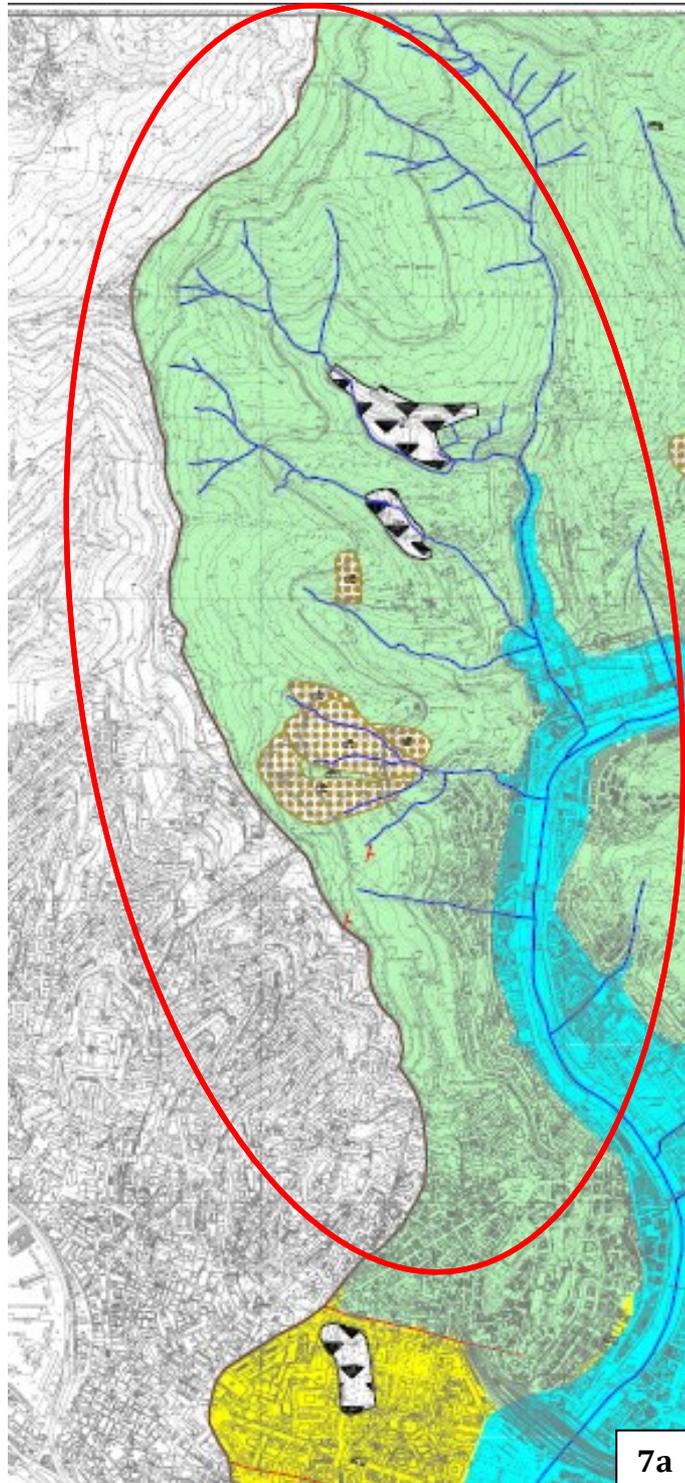


Figure 6a-6b - Stralci della Carta del rischio idrogeologico del piano di bacino del Torrente Polcevera con indicato l'areale di progetto.

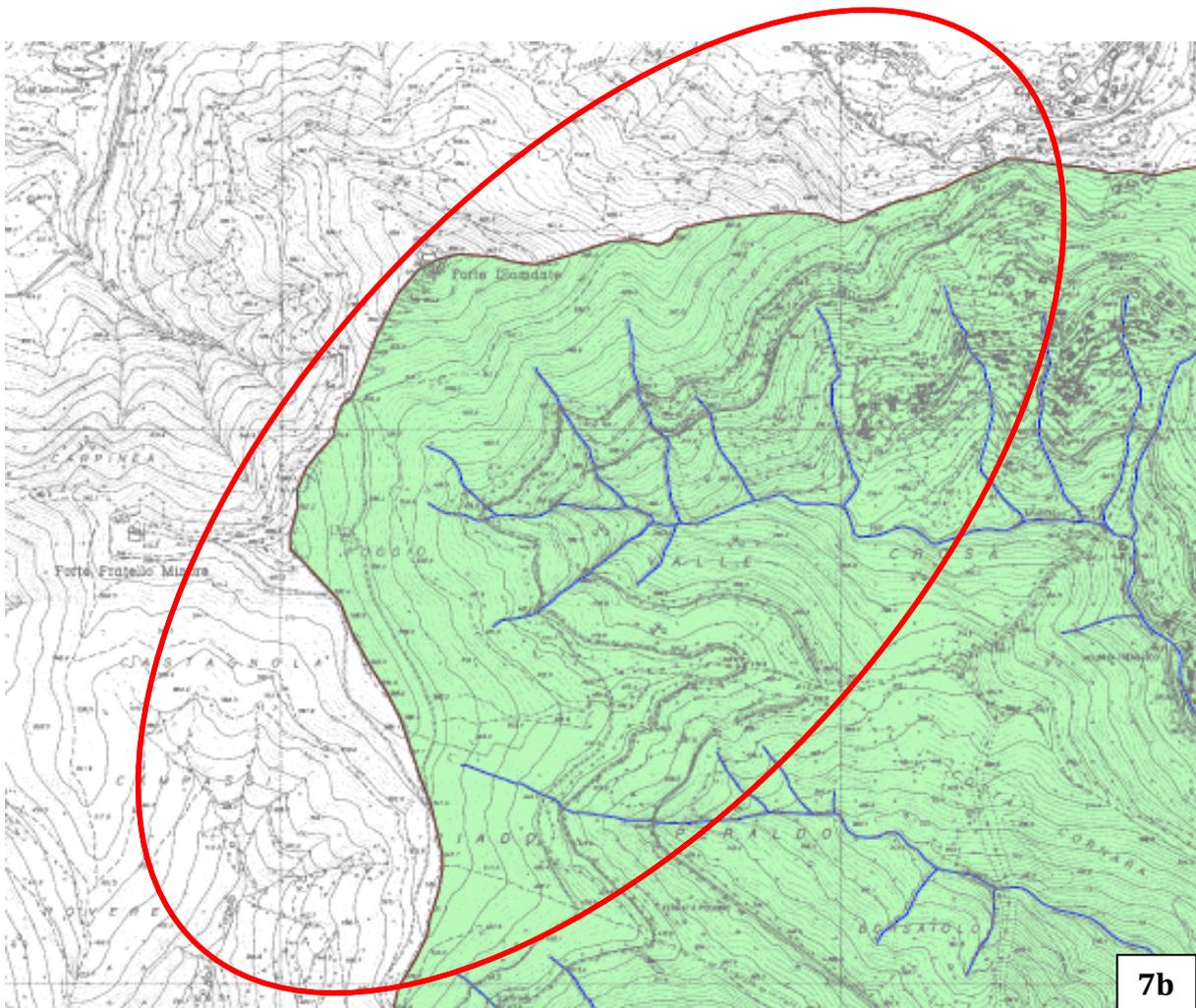


Secondo la Carta geolitologica (Figure 7a-7b e 8a-8b) il tracciato del sentiero S1 è interamente impostato su un substrato roccioso costituito da *calcari marnosi* (Formazione di Monte Antola).





COMUNE DI GENOVA



**Figure 7a-7b** - Stralci della Carta geolitologica del piano di bacino del Torrente Bisagno con indicato l'areale di progetto.

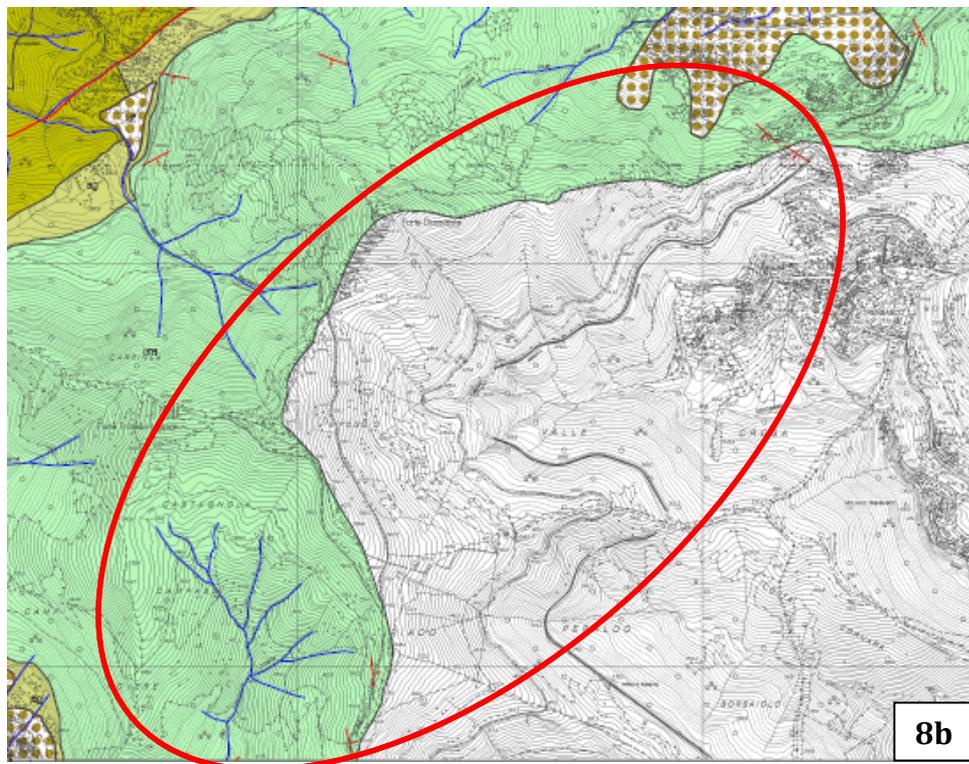
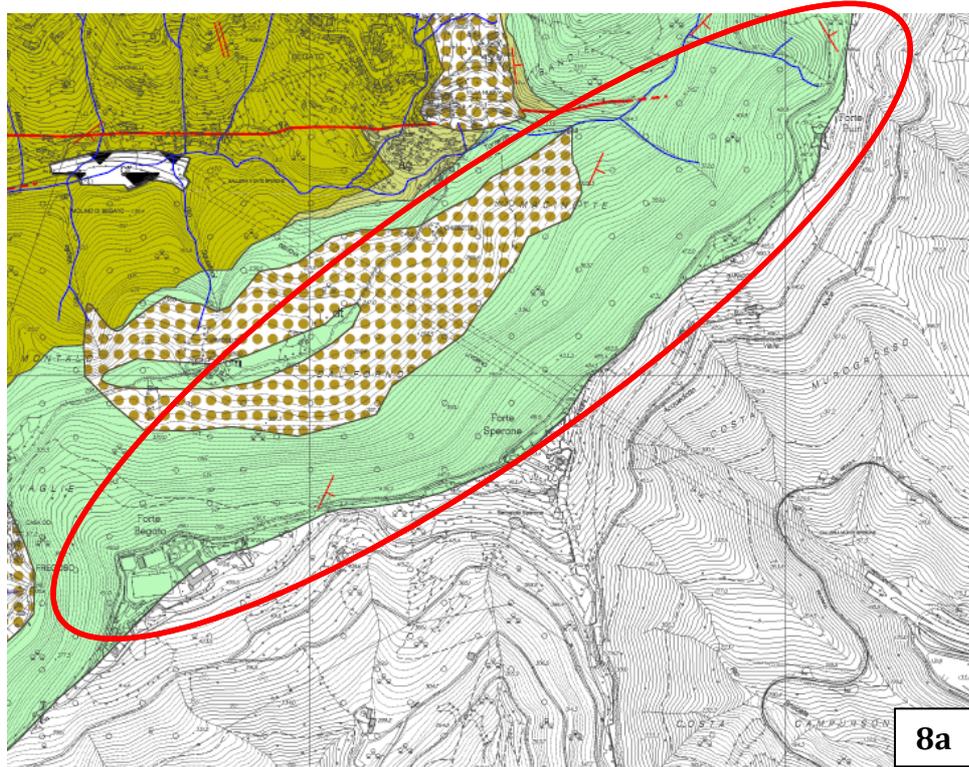
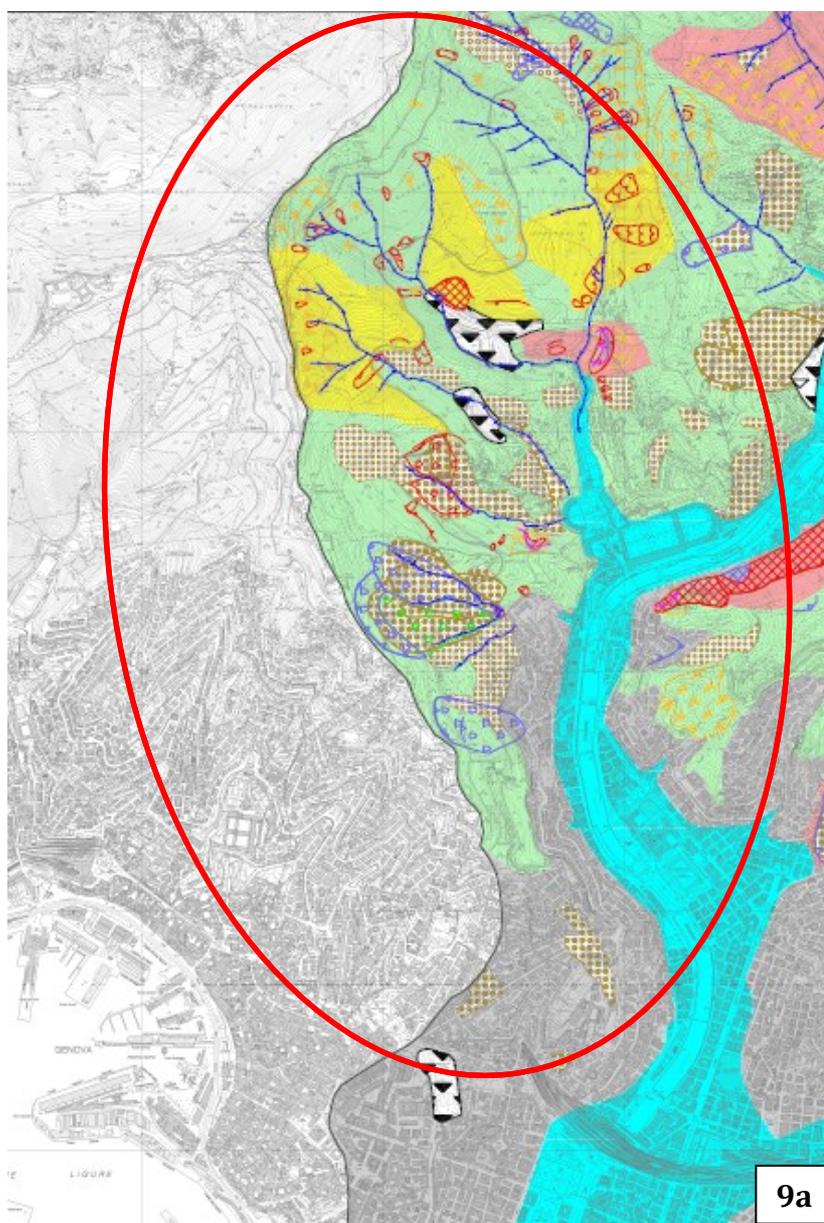


Figure 8a-8b - Stralci della Carta geolitologica del piano di bacino del Torrente Polcevera con indicato l'areale di progetto.

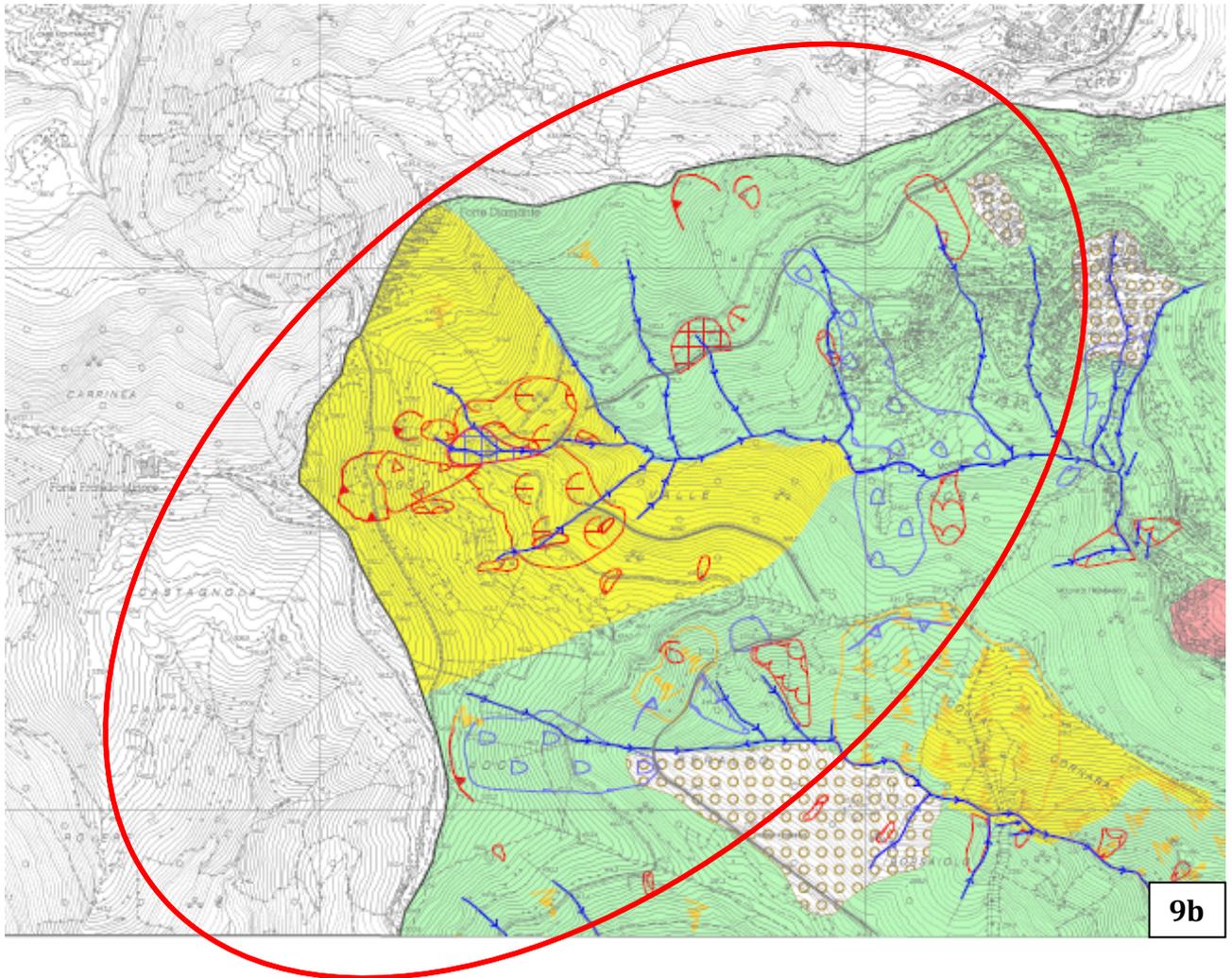


Secondo la Carta geomorfologica (Figure 9a-9b e 10a-10b) il tracciato del sentiero S1 è in gran parte impostato su *roccia affiorante e sub-affiorante con coperture detritiche discontinue fino ad 1 metro di spessore* in diverse condizioni giacitureali e grado di alterazione variabile, ma attraversa aree interessate da *coperture detritiche superiori a 3 metri e/o da coperture detritiche e depositi eluvio-colluviali da 1 a 3 metri*, generalmente coincidenti con le zone a suscettività al dissesto elevata (vedi Carta suscettività dissesto). Sia il versante del T. Polcevera, sia quello del T. Bisagno risultano solcati da rivi caratterizzati da *erosione concentrata di fondo*.





COMUNE DI GENOVA



**Figure 9a-9b** - Stralci della Carta geomorfologica del piano di bacino del Torrente Bisagno con indicato l'areale di progetto.

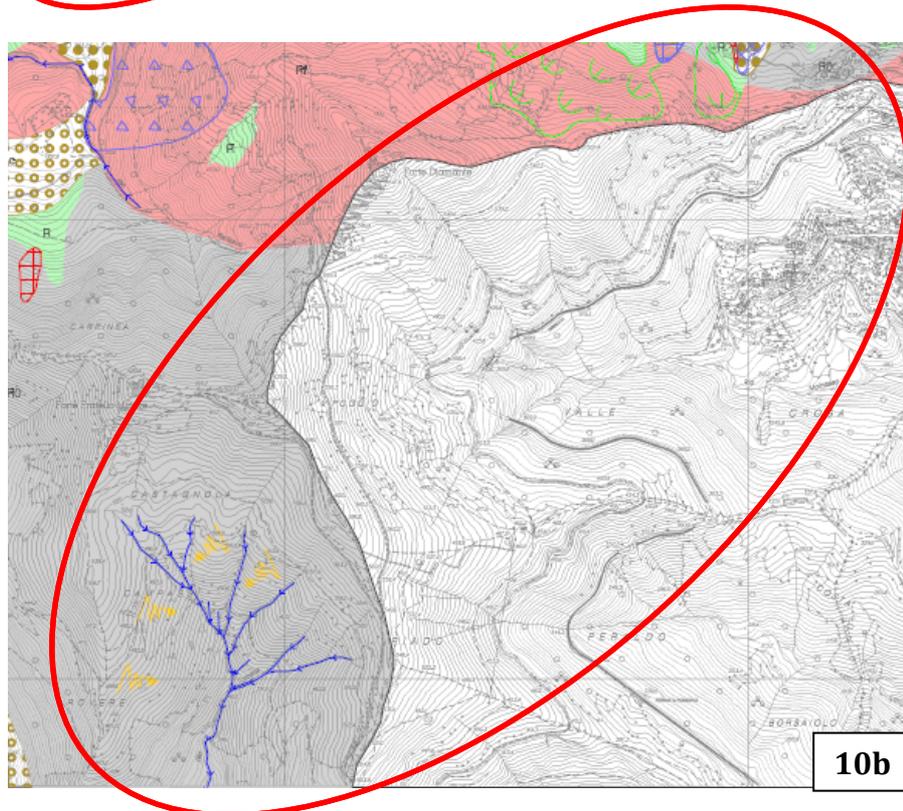
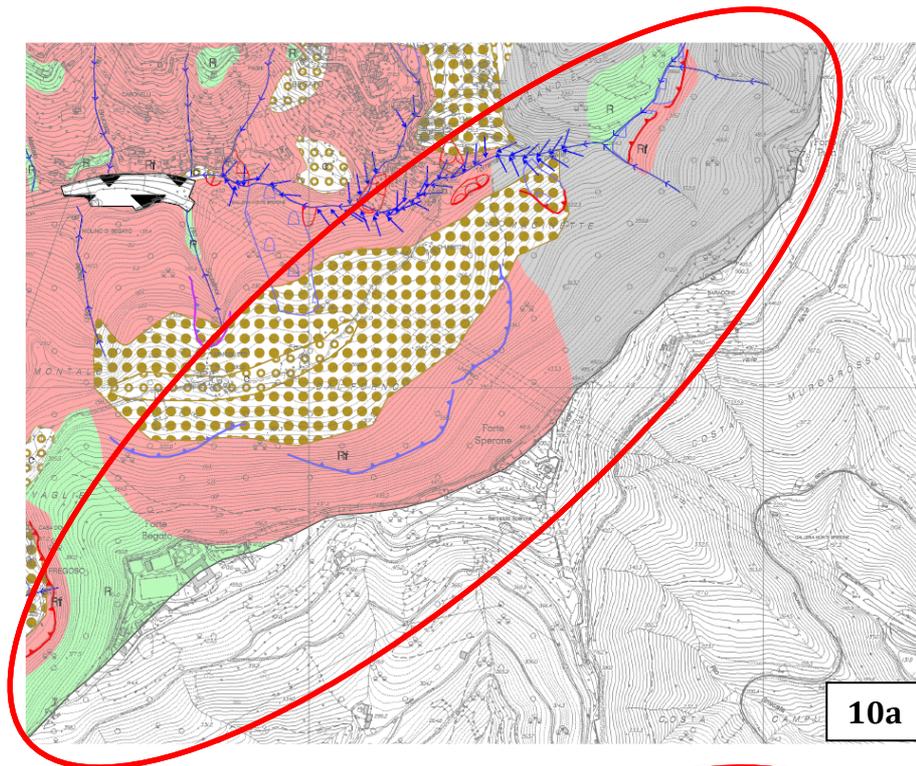
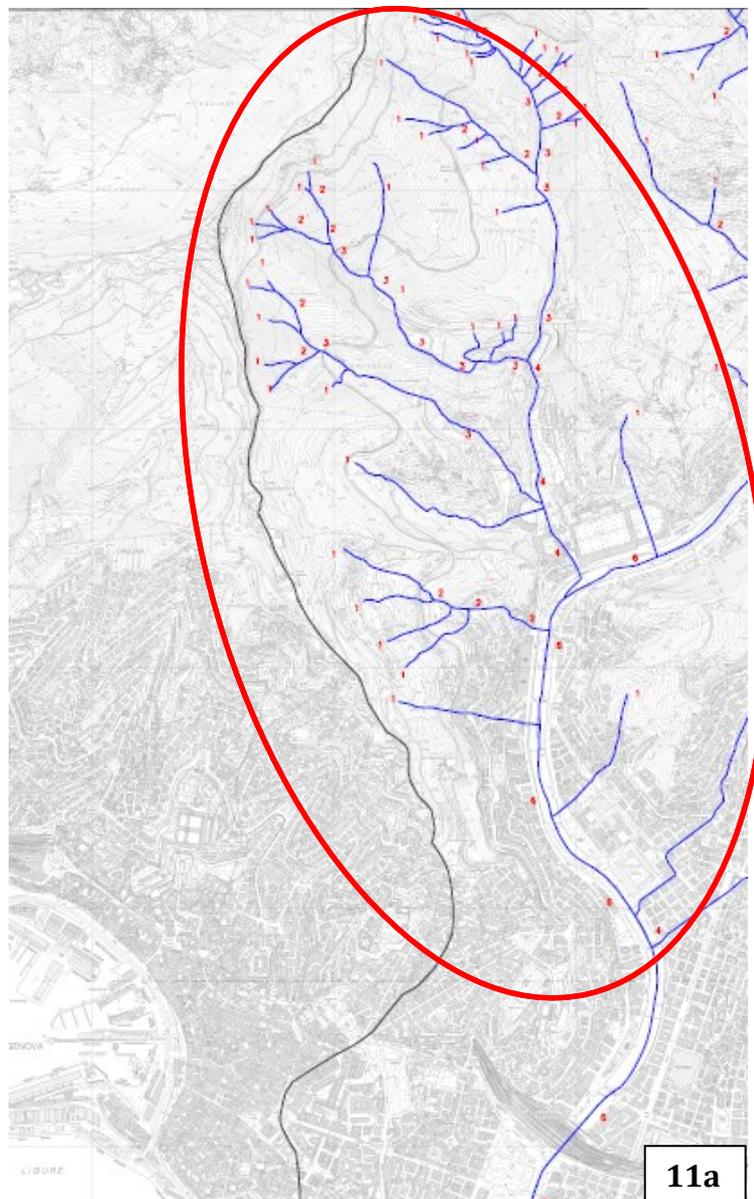
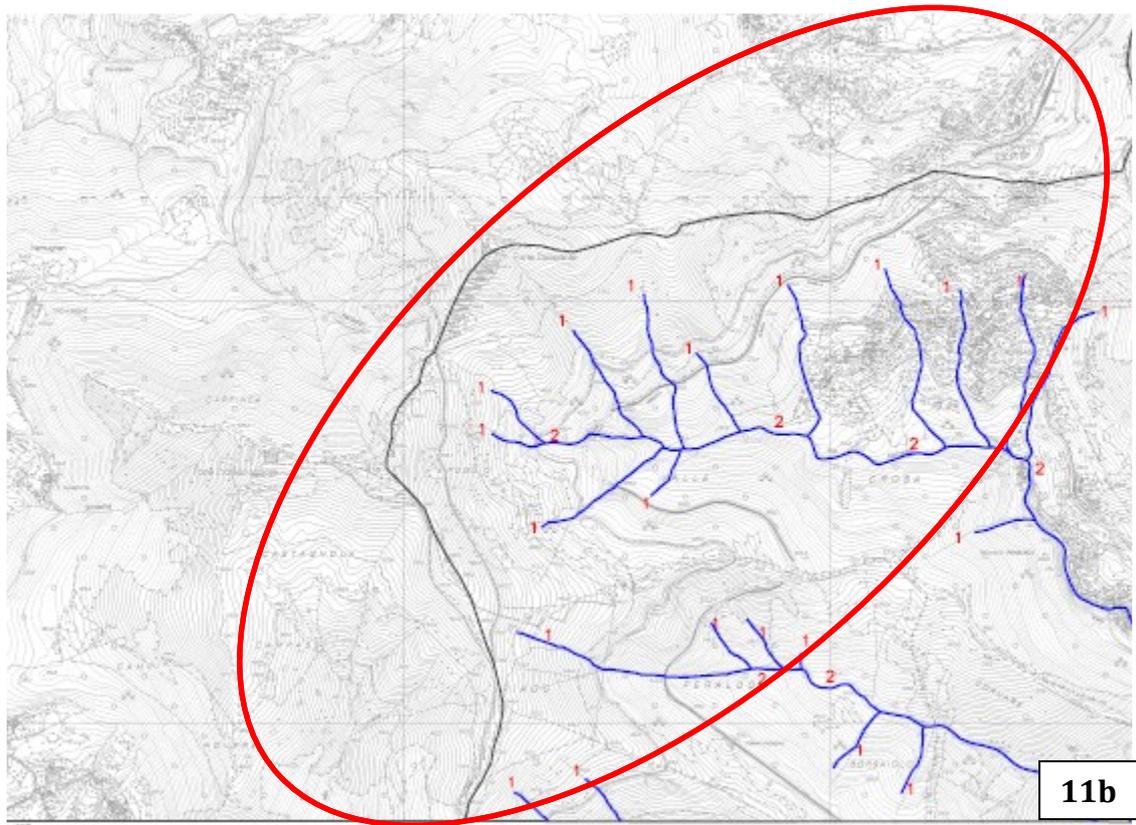


Figure 10a-10b - Stralci della Carta geomorfologica del piano di bacino del Torrente Polcevera con indicato l'areale di progetto.



Secondo la Carta del reticolo idrografico (Figure 11a-11b e 12a-12b) entrambi i versanti, quello in sponda sinistra del T. Polcevera e quello in sponda destra del T. Bisagno, sono incisi da un reticolo idrografico piuttosto ramificato e gerarchizzato, con rii classificati di ordine da 1 a 4 secondo la gerarchizzazione del reticolo idrografico proposta da Horton-Strahler, prima dell'immissione nel T. Bisagno (ordine 6), o, sul versante della Val Polcevera, nello stesso T. Polcevera (ordine 7), nel T. Secca suo affluente (ordine 6) e nel T. Sardorella (ordine 5), a sua volta affluente del Secca.





**Figure 11a-11b** - Stralci della Carta del reticolo idrografico del piano di bacino del Torrente Bisagno con indicato l'areale di progetto.

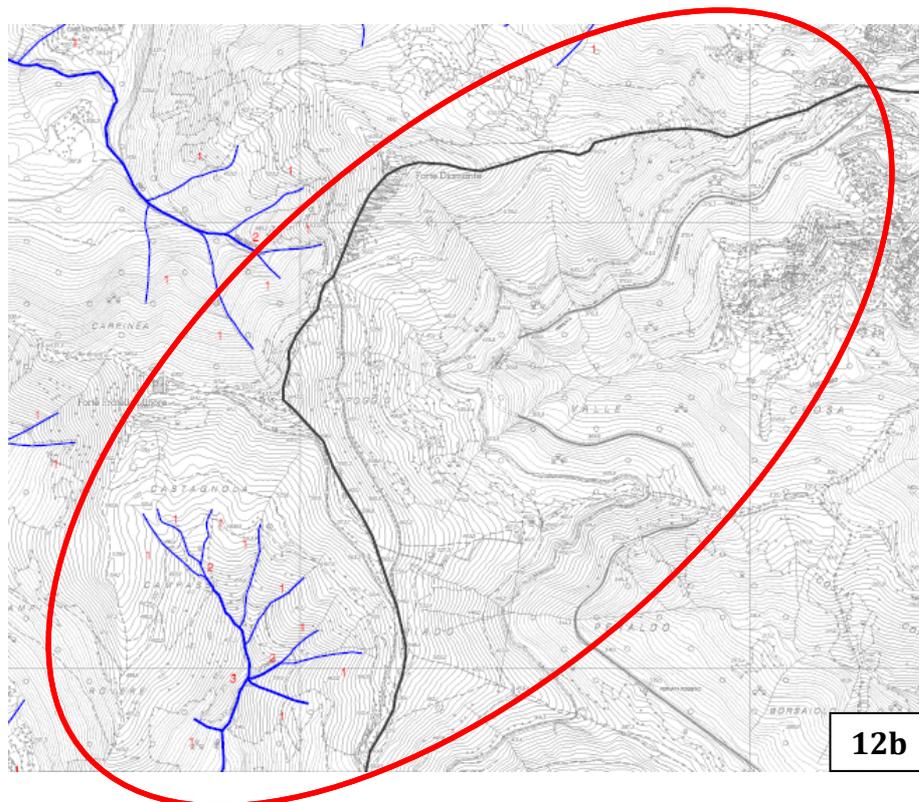
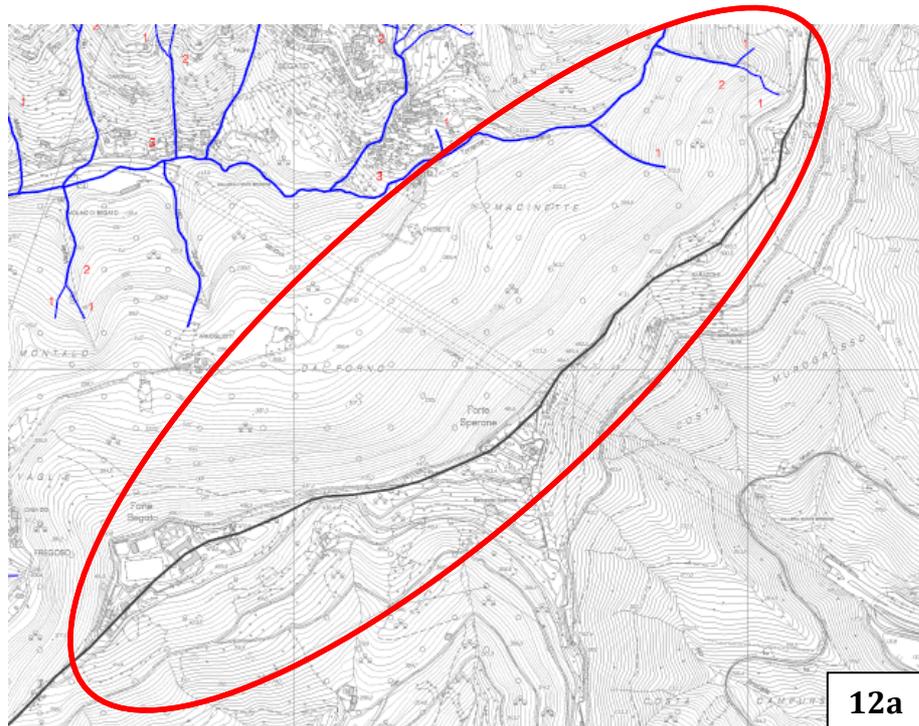
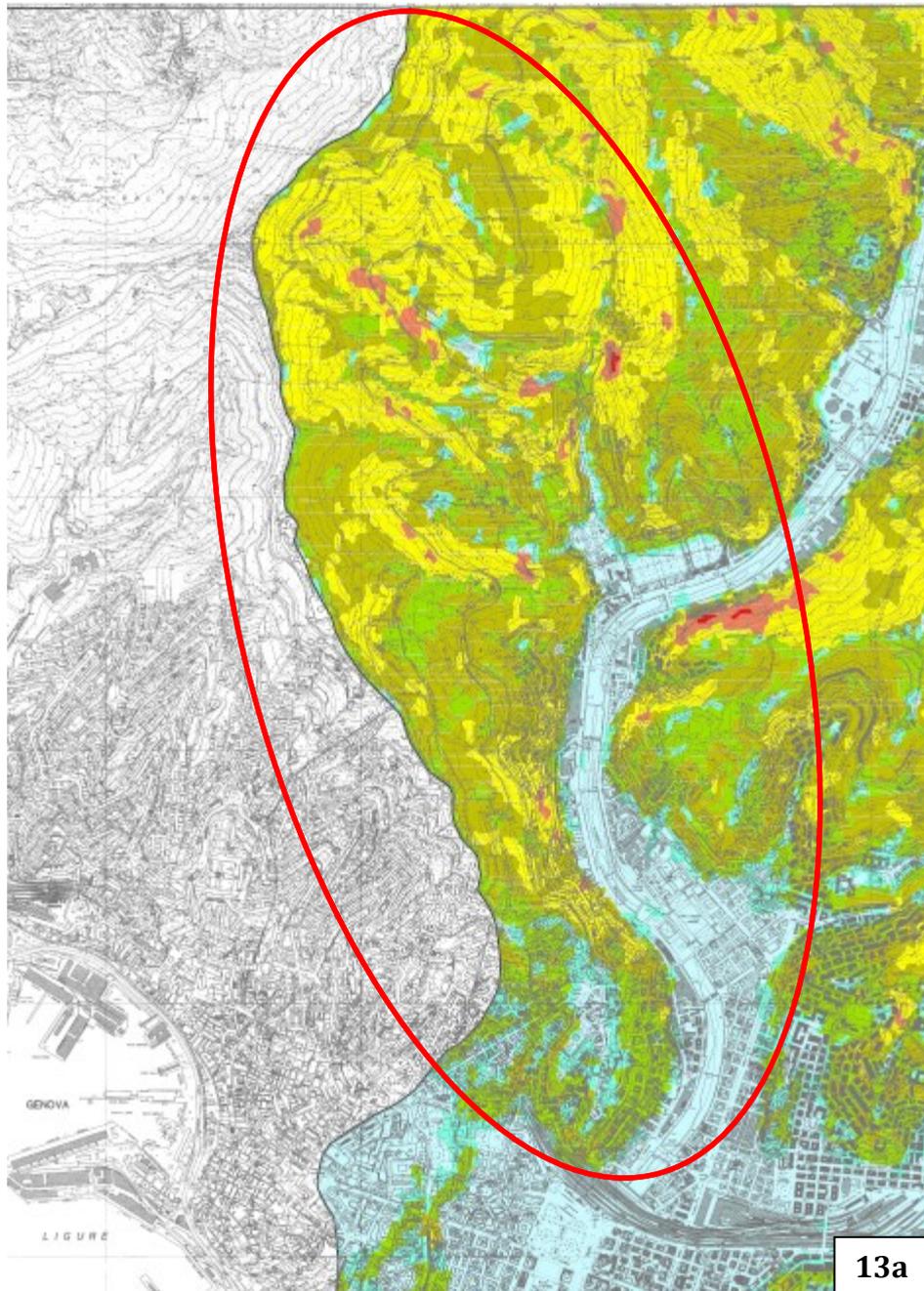
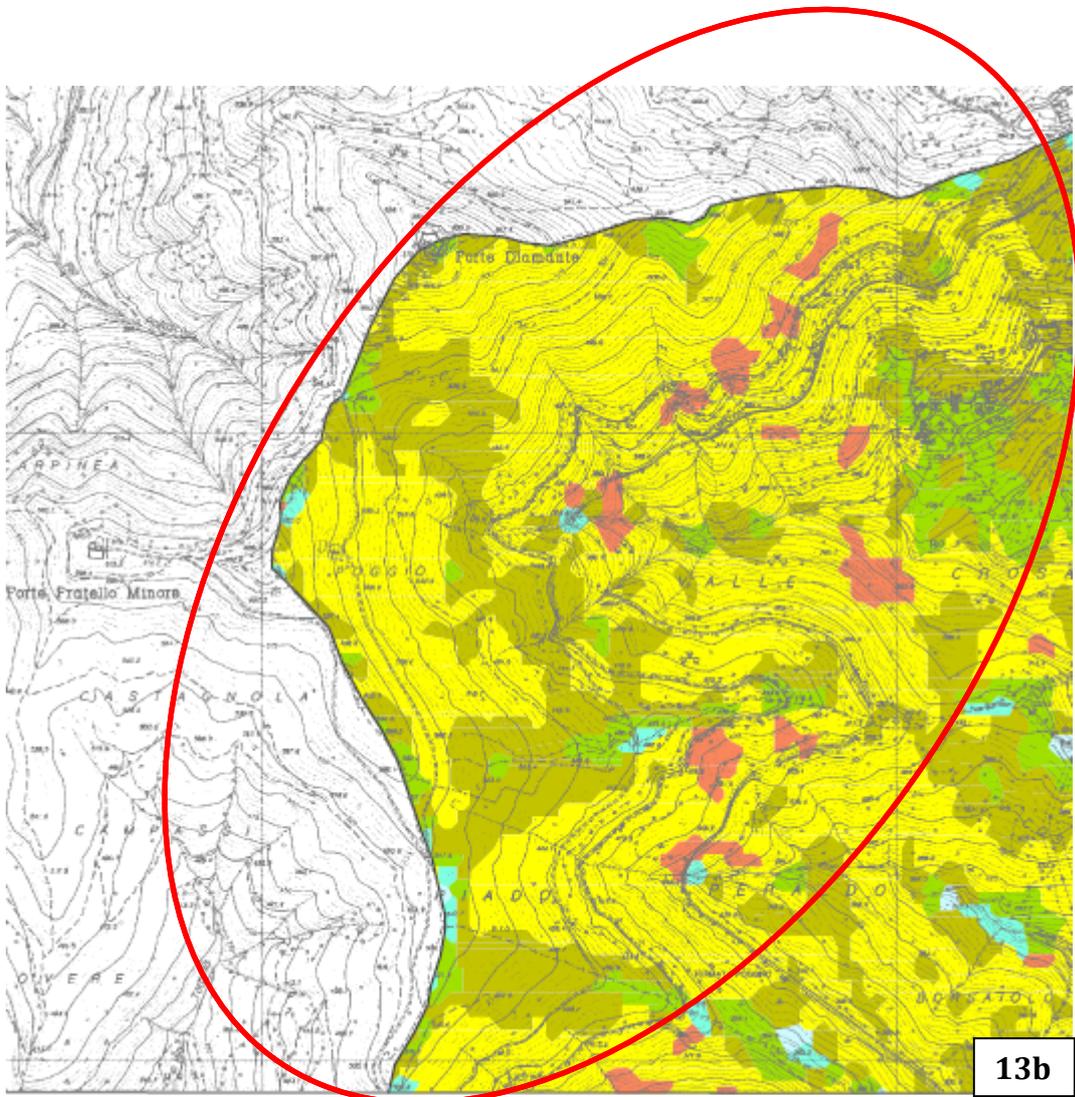


Figure 12a-12b - Stralci della Carta del reticolo idrografico del piano di bacino del Torrente Polcevera con indicato l'areale di progetto.



Secondo la Carta dell'acclività dei versanti (Figure 13a-13b e 14a-14b) ad eccezione di alcuni tratti a bassa pendenza localizzati lungo il crinale, entrambi i fianchi vallivi presentano un'acclività mediamente accentuata, per lo più compresa nelle classi 4 (35-50%) e 5 (50-75%).





**Figure 13a-13b** - Stralci della Carta dell'acclività del piano di bacino del Torrente Bisagno con indicato l'areale di progetto.

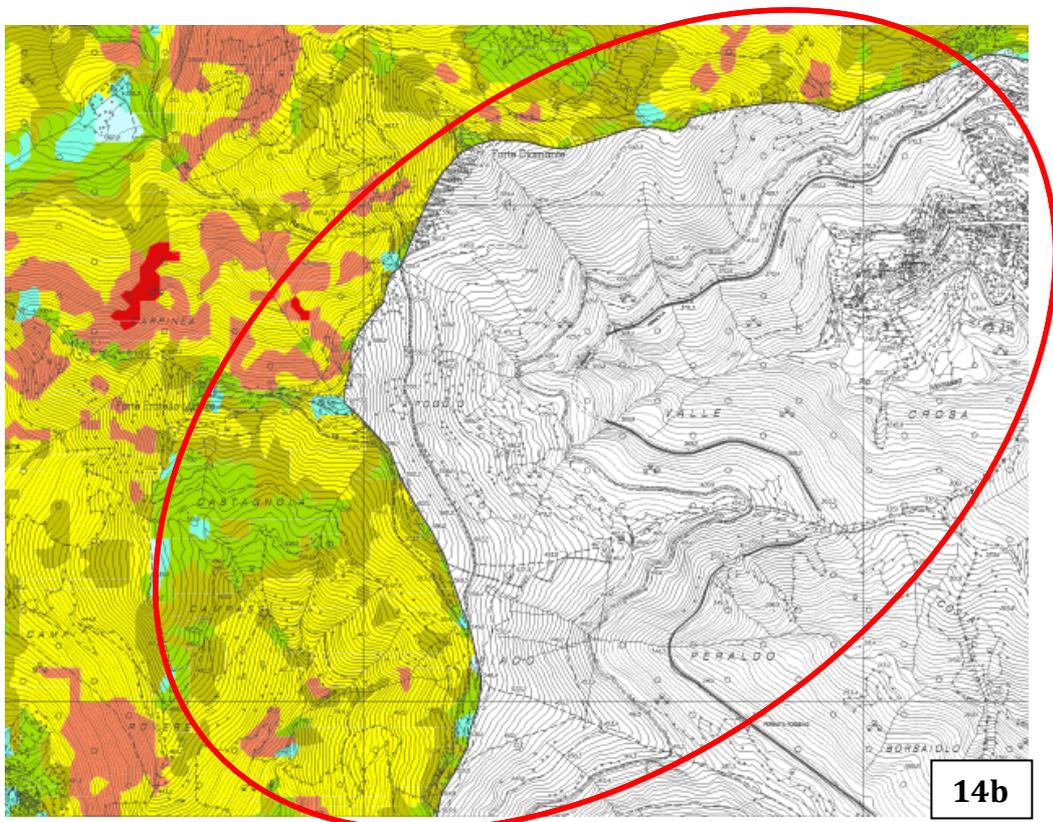
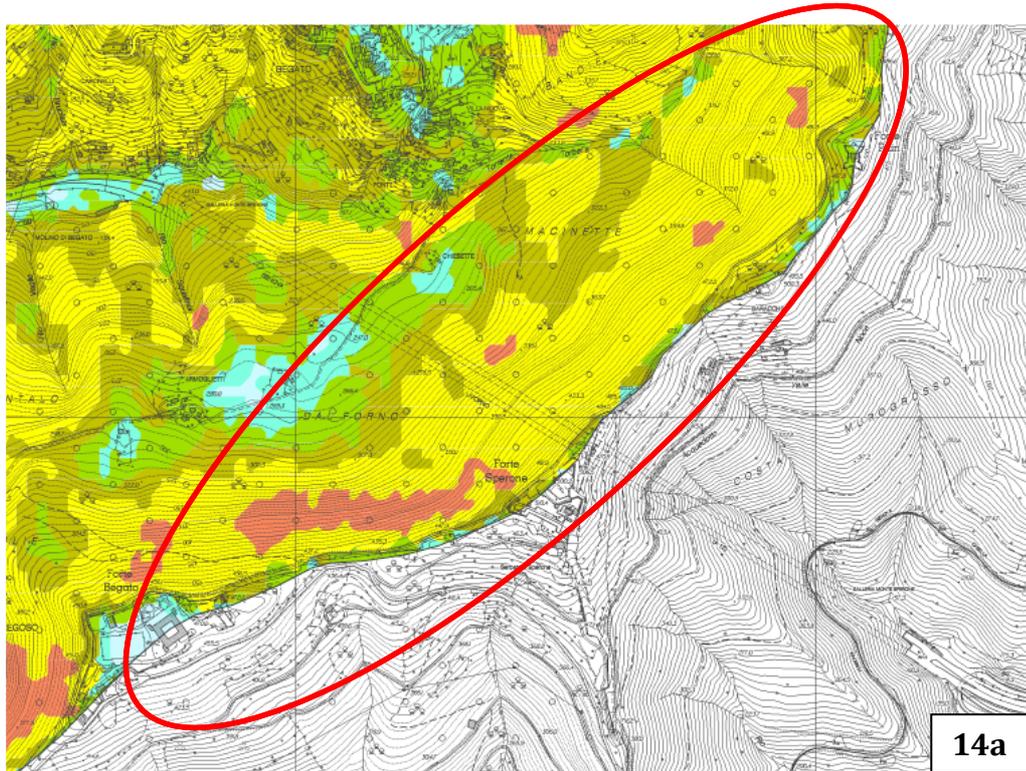


Figure 14a-14b - Stralci della Carta dell'acclività del piano di bacino del Torrente Polcevera con indicato l'areale di progetto.



## 2.2 Cartografia del PUC di Genova

Secondo la Carta dei vincoli geomorfologici ed idraulici (Figura 15) il tracciato del sentiero S1 attraversa, per tutto il suo sviluppo, aree sottoposte soltanto al *vincolo idrogeologico*.

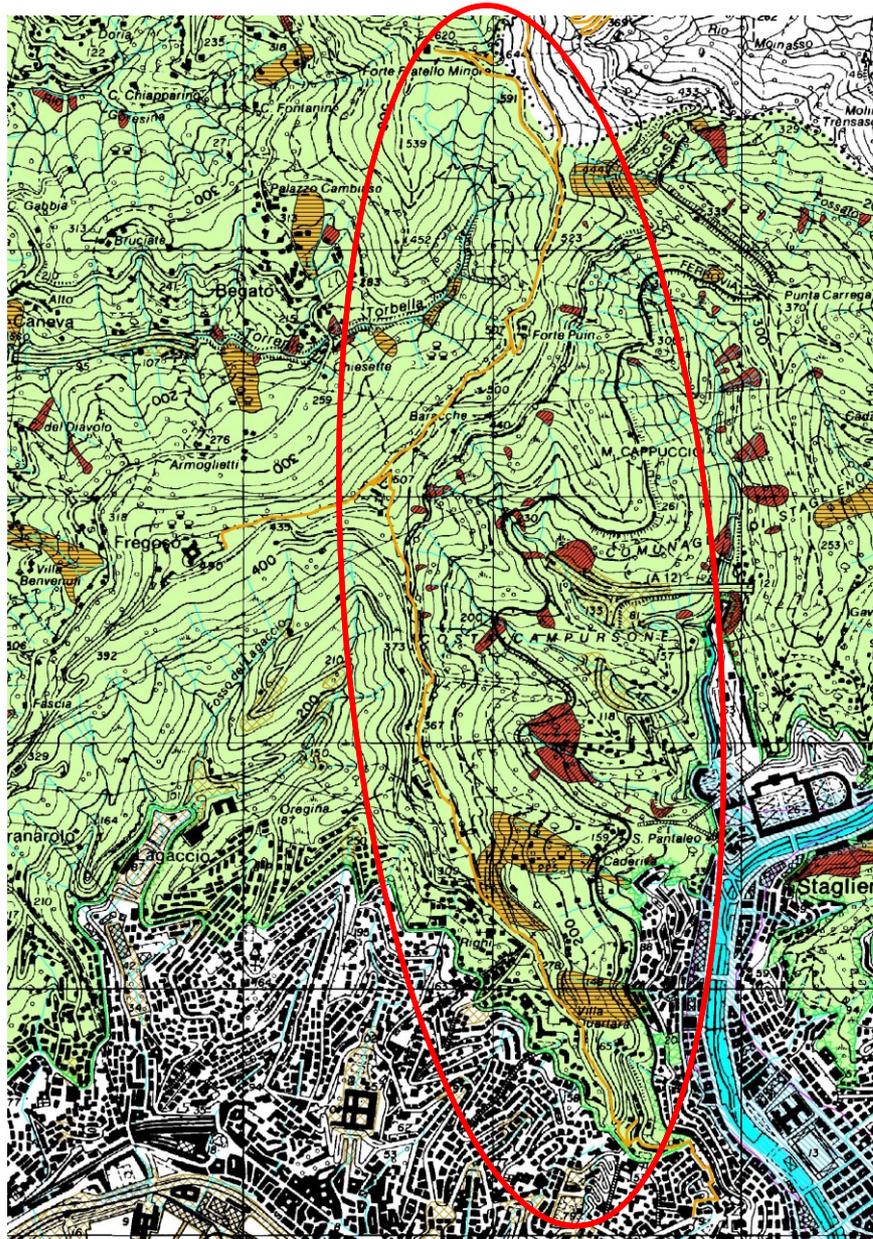


Figura 15 - Stralcio della Carta dei vincoli geomorfologici ed idraulici del Piano Urbanistico Comunale con indicato il tracciato in progetto.



Secondo la Carta della zonizzazione geologica e suscettività d'uso del territorio (Figura 16) il tracciato del sentiero S1 interessa principalmente aree classificate come segue:

*Zona A - aree con suscettività d'uso non condizionata;*

*Zona B - aree con suscettività d'uso parzialmente condizionata.*

I tratti cartografati nei PdB come frane relitte, stabilizzate o paleofrane e quelli cartografati come frane quiescenti sono rispettivamente classificate come:

*Zona D - aree con suscettività d'uso limitata e/o condizionata all'adozione di cautele specifiche;*

*Zona E - aree con suscettività d'uso fortemente condizionata.*



**Figura 16** - Stralcio carta della zonizzazione geologica e suscettività d'uso del territorio del Piano Urbanistico Comunale con indicato il tracciato in progetto.



### 3.0 DESCRIZIONE DEL TRACCIATO S1 PER TRATTI E RELATIVE CRITICITÀ

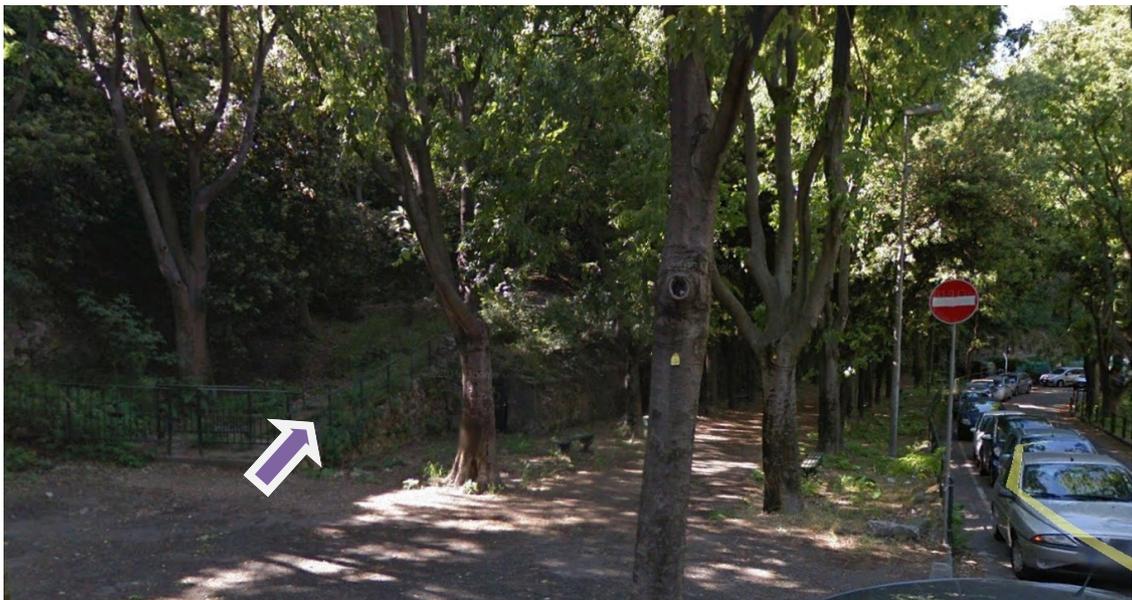
#### 3.1 Tratto P.zza Manin – Righi

##### 3.1.1 Piazza Manin – Torre San Bernardino

Questo tratto di percorso precede il vero e proprio sentiero S1 e si sviluppa lungo la strada carrabile Via alle Mura di San Bartolomeo e quindi non necessita di lavori strutturali, ma solo di alcuni lavori di manutenzione sul marciapiede lungo le mura e di cartellonistica.

##### 3.1.2 Torre San Bernardino – Via Carso

Da Via San Pantaleo, presso il campo sportivo di San Bernardino, inizia il sentiero alberato che scorre sotto e parallelo alle Mura di Sant'Erasmus e quindi alle Mura delle Chiappe (Foto 1).



**Foto 1** - Si abbandona la strada carrabile Via San Pantaleo imboccando il sentiero sotto le mura che sale verso il Righi.

Questo tratto di percorso necessita, oltre ad interventi di pulizia del verde, della sistemazione della massicciata stradale a partire dalla rampa presso il campo sportivo San Bernardino a salire verso via Carso, con rimozione delle porzioni attualmente asfaltate e rifacimento del tratto pavimentato in accoltellato di mattoni,



rappresentativo di una *creuza* storica di cui oggi rimangono solo pochi resti. Dal punto di vista geologico, in particolare, si segnala la necessità di allargare il percorso esistente prima dell'innesto su via Carso. L'intervento si svilupperà prevalentemente verso valle per non interferire, verso monte, con la stessa via Carso (Foto 2). Sarà dunque necessario eseguire un riempimento lungo la banchina di valle per un tratto di lunghezza pari a circa 15-20 metri, da sostenere con opere di ingegneria naturalistica (palificate doppie in legname, gabbioni, ecc.) meglio descritte nel successivo Capitolo 4.0. Gli sbancamenti per la realizzazione di tali opere saranno piuttosto contenuti, ma andranno comunque effettuati a campioni di dimensioni limitate.



**Foto 2** - Il sentiero pedonale che sale da San Bernardino interseca Via Carso (freccia); poi occorre attraversare Via Carso e proseguire sul sentiero a monte fino ad intercettare di nuovo Via Carso.

Attraversata via Carso il sentiero prosegue su un breve tratto compreso all'interno di un tornante della strada stessa (Foto 3 e 4), che richiede soltanto piccoli



interventi di pulizia del verde, rimozione di una porzione del cordolo in pietra e cemento e realizzazione della pista sterrata.



Foto 3 - Tratto di sentiero esistente, compreso all'interno di un tornante di Via Carso.



Foto 4 - Il sentiero pedonale interseca nuovamente Via Carso.



### 3.1.3 Via Carso - Via Sant'Erasmus (Villa Quartara)

Attraversata nuovamente Via Carso e superata un'altra breve *creuza* in mattoni con bordi laterali in pietre, organizzata in bassi e lunghi scalini (Foto 5), si accede al secondo tratto di viale alberato pedonale, che presenta una notevole larghezza (circa 15 metri).

Il sentiero, largo e a bassa pendenza, sale gradatamente lungo il viale, caratterizzato dalla presenza di lecci e cipressi (Foto 6), intersecando più volte Via Carso e le sue interconnessioni con Via Mura delle Chiappe, che corre invece ripida sopra le mura. Qui il progetto prevede di proseguire con la realizzazione della nuova massicciata (S1) per una larghezza costante di 2.50 metri. Anche qui è necessario procedere alla pulizia del verde e di rifiuti urbani e pietrame e alla rimozione di alcune piante. Raggiunto il locale RAI e, subito a monte, il campo da calcio, sarà tuttavia necessario allargare il tracciato prevalentemente verso valle per non interferire col muro di sostegno del campo da calcio stesso. Si renderà necessario in questo caso, al fine di poter allargare l'attuale passaggio, eseguire un'importante opera di sostegno della nuova massicciata (che, a partire da questo tratto dovrà risultare carrabile per piccoli mezzi di cantiere e mezzi di soccorso) lungo la banchina di valle per un tratto di lunghezza pari a circa 50 metri.

L'intervento in progetto prevede la costruzione di una gabbionata di altezza massima pari a circa 3.00 metri, per la cui puntuale descrizione si rimanda agli elaborati scritti e grafici a corredo del progetto strutturale redatto a cura dell'Ing. Marco Pedemonte, incaricato dal Comune di Genova attraverso lo scrivente Settore. Dal punto di vista geologico in questo settore sono state eseguite specifiche indagini geognostiche, che hanno permesso di individuare la profondità del substrato roccioso, le caratteristiche geotecnico-geomeccaniche dei materiali presenti in sito e la risposta sismica locale, utili a fornire al Progettista delle strutture gli elementi necessari al corretto dimensionamento delle opere. Per l'elaborazione e l'interpretazione degli esiti delle indagini effettuate, si rimanda agli elaborati (R024: RAI - *Relazione Indagini di Dettaglio Geologiche e Geotecniche*; R025: RAI - *Relazione Geotecnica e Sismica*) a corredo del progetto strutturale.



COMUNE DI GENOVA

Oltre la struttura sportiva inizia un tratto asfaltato carrabile che richiederà soltanto pulizia del verde, rimozione dell'asfalto e impostazione della nuova massicciata "S1".

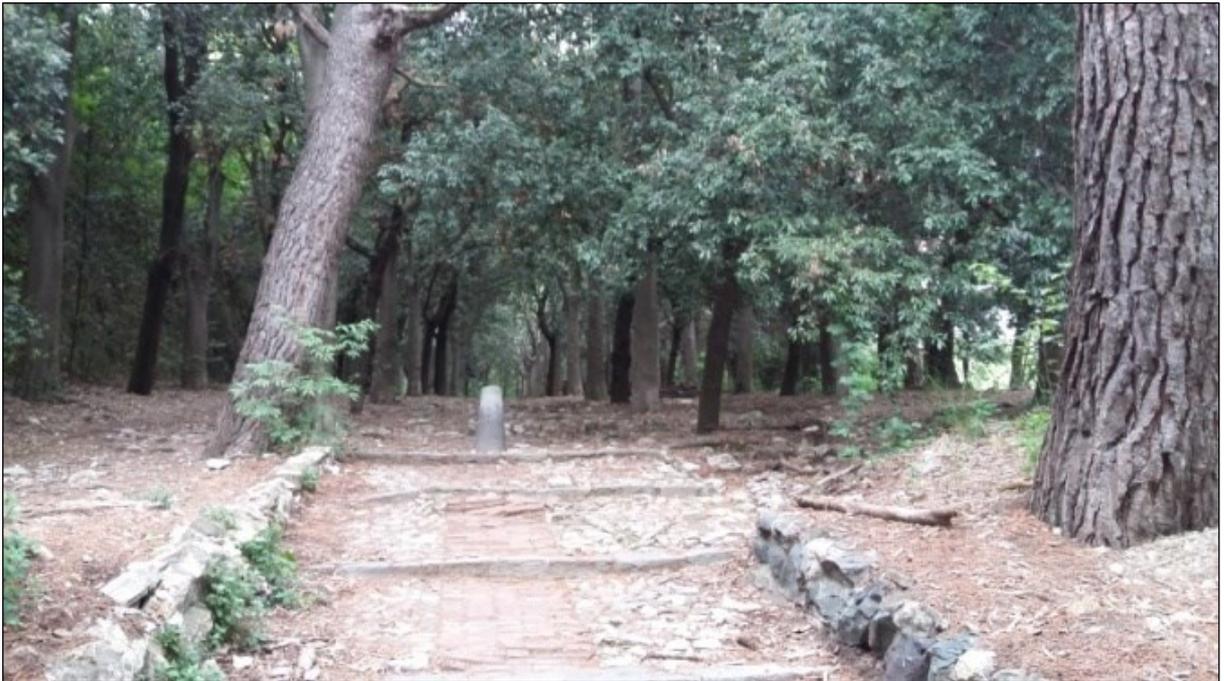


Foto 5 - La scalinata in mattoni e pietra oltre cui inizia il secondo tratto di viale alberato.



COMUNE DI GENOVA



**Foto 6** - Il secondo tratto di viale nel settore centrale mostra fondo irregolare e piante abbattute.

### ***3.1.4 Via Sant'Erasmus (Villa Quartara) - Righi***

Presso il bivio tra Via Sant'Erasmus e Via Mura di S. Erasmo, che da qui prosegue in salita in Via Mura delle Chiappe, nei pressi di Villa Quartara, dove si trova un Parco Avventura per ragazzi, il percorso è già ben sistemato (Foto 7).





**Foto 7** - Il percorso all'altezza del Parco Avventura di Via Sant'Erasmus.

La strada esistente, asfaltata nel breve tratto iniziale, sale a pendenza costante fino ad intersecare nuovamente Via Carso (Foto 8) presso il Righi a quota 300 m s.l.m.. Tutto il tratto è da risistemare con pulizia del verde, nuova massicciata stradale "S1" e regimazione delle acque bianche.



**Foto 8** - Superato il Parco Avventura, il percorso risale fino a intersecare nuovamente Via Carso.

Quindi il percorso riprende a salire costeggiando un campo da tennis e arrivando in corrispondenza della Porta delle Chiappe (Foto 9). Qui il percorso andrà allargato essenzialmente tramite pulizia dalla vegetazione, con realizzazione della nuova massicciata e regimazione delle acque bianche.



**Foto 9** - Attraversata Via Carso il percorso riprende a salire verso Porta delle Chiappe.



Dal lato opposto dell'Osservatorio del Righi, imboccando Passo a Porta delle Chiappe si arriva, dopo poche decine di metri, alla omonima porta che, passando con archivolto sotto Via Peralto, dà accesso a Via delle Baracche, che in questo tratto coincide con il tracciato principale S1 per i Forti. Anche in questo caso si prevedono sostanzialmente il rifacimento della massicciata, la regimazione delle acque e la potatura/taglio di alcuni alberi (Foto 10).



**Foto 10** - La sede della strada bianca dissestata che necessita di rifacimento della massicciata, regimazione delle acque e potatura alberi.

### 3.2 Tratto Righi - Forte Castellaccio

Dal Righi si imbecca il sentiero Via delle Baracche che sale fino a giungere al Forte Castellaccio, il primo forte rappresentativo del percorso.

Da porta delle Chiappe (Foto 11) il tracciato esistente risale lastricato e in discrete condizioni verso il Forte Castellaccio (Foto 12). Il tratto lastricato verrà mantenuto tale in accordo con gli uffici della Soprintendenza Archeologia, Belle Arti e Paesaggio della Città Metropolitana di Genova, ma l'intero settore necessita di diradamento della vegetazione per rendere più luminoso il percorso.

Poco più a monte, tuttavia, in corrispondenza di un tratto che prosegue in adiacenza alle mura del Forte, si registra un salto morfologico e una profonda incisione operata dalle acque ruscellanti, presente tra le mura e il percorso lastricato esistente. Oltre ad una importante regimazione delle acque, si prevede di



COMUNE DI GENOVA

regolarizzare e stabilizzare il salto morfologico esistente tramite opere di ingegneria naturalistica (palificate doppie in legname, gabbioni, ecc.). Sarà inoltre necessaria la pulizia del verde per allargare il percorso e impostare la nuova massicciata.



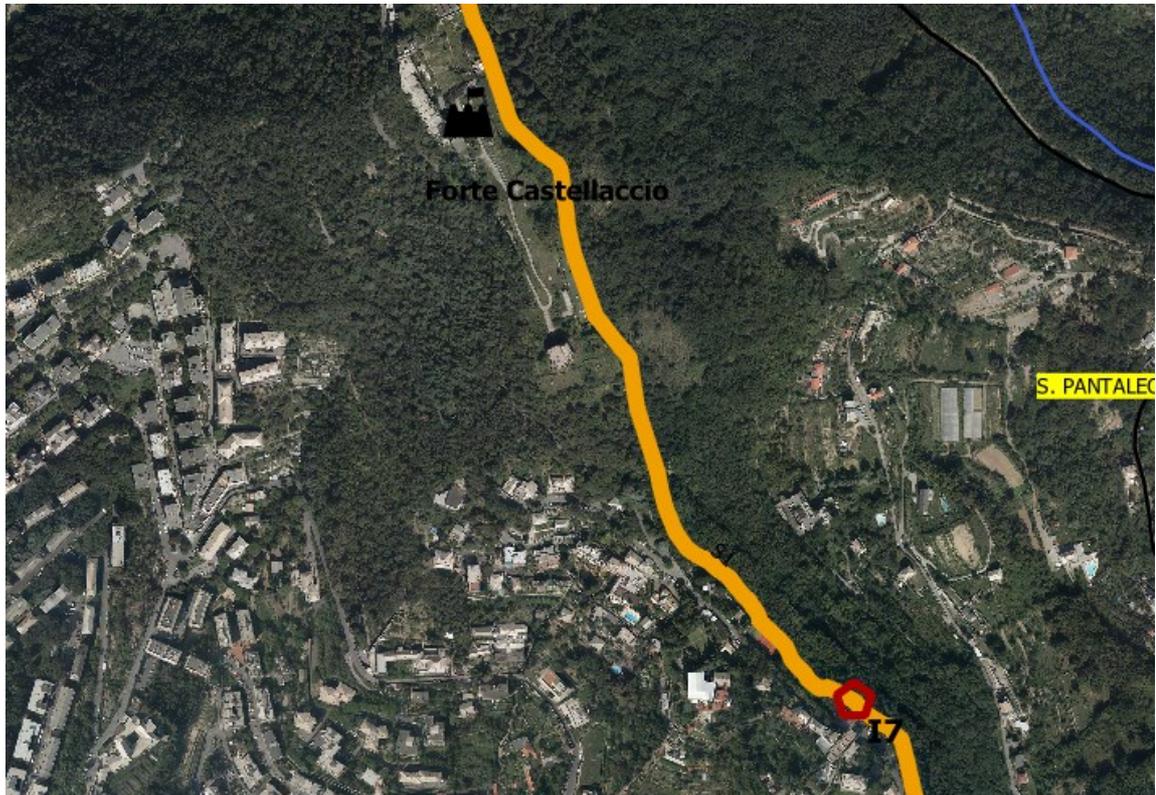
Foto 11 - Porta delle Chiappe vista dal percorso "S1".





**Foto 12** - Il tratto lastricato subito oltre Porta delle Chiappe verso Forte Castellaccio.

Proseguendo, il sentiero S1 costeggia il lato est del Forte Castellaccio, sotto le alte mura (Figura 17).



**Figura 17** - Stralcio immagine satellitare presso il Forte Castellaccio (fonte: Google Earth).

In questo tratto, fino all'intersezione con Via delle Baracche, la sede stradale è stabile, ma va sistemata con massiciata "S1", previa pulizia del verde infestante (Figure 18-19-20 e Foto 13). In alcuni tratti il percorso andrà allargato, preferibilmente verso monte a discapito del centro cinofilo e dei campi per tiro con l'arco presenti, evitando così più invasivi interventi verso valle.



**Figura 18** - Il Forte Castellaccio e sotto i campi di tiro con l'arco e la strada bianca (percorso S1) indicato dalla freccia.



**Figura 19** - Il Forte Castellaccio e sotto i campi di tiro con l'arco e la strada bianca (percorso S1) indicato dalla freccia.



COMUNE DI GENOVA



Figura 20 - La freccia indica l'intersezione del percorso S1 con Via delle Baracche (in giallo).



Foto 13 - La strada bianca esistente sotto le mura in corrispondenza del Righi-Peralto.



### 3.3 Tratto Forte Castellaccio - Forte Sperone

In questo settore il percorso “S1” in progetto torna ad essere esclusivamente ciclopedonale proseguendo su Via delle Baracche (Foto 14) in direzione di Trensasco per alcune centinaia di metri per poi risalire il fossato che costeggia il Forte Sperone fino a congiungersi col sentiero di crinale compreso tra il Forte Begato e il Forte Diamante. I mezzi di cantiere impegnati negli interventi di riqualificazione e valorizzazione dei forti e i mezzi di soccorso o di approvvigionamento che in futuro dovessero transitare di qui, dovranno invece deviare a ricollegarsi la pubblica via Peralto per raggiungere il “Cancello dell’Avvocato” e, quindi, ricollegarsi all’esistente tracciato di crinale tra Forte Begato e Forte Diamante.



**Foto 14** - Tratto iniziale di Via delle Baracche; il tracciato, inizialmente asfaltato per poche centinaia di metri, prosegue sterrato fino al valico di Trensasco.

In tale tratto risulta necessario intervenire con una corposa pulizia del verde e, localmente, regolarizzare il percorso, a tratti molto ripido, ma, anche in questo caso, senza necessità di interventi con significative implicazioni di natura geologica.



### 3.4 Tratto Forte Begato - Forte Sperone

La parte di percorso tra il Forte Begato ed il Cannello dell'Avvocato (Figura 21 e Foto 15) è stata recentemente oggetto di un intervento di ripristino e di sistemazione e non necessita quindi di ulteriori interventi, se non un ripristino ed una integrazione del sistema di regimazione delle acque, tramite messa in opera di canalette trasversali in legno e sistemazione del canale longitudinale.



Figura 21 - Immagine satellitare nel tratto tra il Forte Begato e il Forte Sperone.



Foto 15 - La deviazione che da via Peralto conduce al Cannello dell'Avvocato dove ha inizio il sentiero lungo il crinale spartiacque tra Val Polcevera e Val Bisagno.



Dal cancello dell'Avvocato verso Forte Sperone parte il Sentiero di crinale Val Polcevera - Val Bisagno (Foto 17). Questo va parzialmente rettificato nella sua parte iniziale, dove attualmente scende e poi risale con forte pendenza verso il Forte Sperone. Questa zona è sede di ristagni idrici che causano zone fangose e instabili (Foto 18). Occorre perciò procedere ad un riempimento con materiale lapideo drenante pulito (tout-venant di cava) sostenuto con opportune opere di ingegneria naturalistica. Si prevede la messa in opera di una singola fila di gabbioni di altezza pari a 1.00 metro lungo il lato valle della nuova viabilità "S1", mentre il lato monte degraderà con bassa pendenza fino al piede delle Mura Storiche, senza necessità di opere di contenimento. L'inserimento di opportune opere per la regimazione delle acque (canalette trasversali in legno, canale longitudinale tipo trench-mat o in pietra e cemento, relative tombinature con tubo sottostrada e/o eventuali manufatti tipo gabbiodren, ecc.) al tempo stesso consentirà un buon drenaggio delle acque e la stabilizzazione del percorso su una pendenza più dolce e omogenea. Lungo il versante a valle del percorso sarà realizzato un vespaio in pietrame e alcune viminate che consentiranno alle acque scaricate dal tracciato "S1" di distribuirsi in maniera omogenea senza creare fenomeni di erosione concentrata o di ristagno. Anche in questo caso non verranno sostanzialmente effettuati interventi che rendano necessari particolari approfondimenti dal punto di vista geologico; al contrario, si ritiene che le opere in progetto produrranno un significativo giovamento alla regimazione idrica e, di conseguenza, alla stabilità del comparto.



**Foto 16** - Il Cancello dell'Avvocato e il sentiero S1 che scende a sinistra in un tratto con morfologia a “corda molla”, che poi risale decisamente verso Forte Sperone.



**Foto 17** - Ristagno idrico pressoché permanente nel punto più basso del tratto a “corda molla”.

Superato il tratto di forte impregnazione idrica il sentiero esistente, che sarà fedelmente ricalcato dalla nuova massicciata “S1”, risale ripido a quota 485 m s.l.m., raggiungendo Forte Sperone (Foto 19).



**Foto 18** - Si imbocca il sentiero di crinale - forti che sale rapidamente a quota 485 raggiungendo Forte Sperone.

### **3.5 Tratto Forte Sperone - Forte Puin**

Si prosegue lungo il sentiero di crinale raggiungendo prima l'intersezione con il sentiero per l'Osteria delle Baracche - inizio Sentiero delle Farfalle e quindi si prosegue in falsopiano fino a Forte Puin a 512 m s.l.m. (Figura 22).

Il percorso esistente è già piuttosto ben stabilizzato e necessita solo di locali interventi di pulizia del verde e/o di modesto allargamento della sede stradale, prevalentemente tramite modesti sbancamenti lato monte (alcune decine di centimetri), per l'impostazione della nuova massicciata, di regimazione delle acque e di protezione con parapetti lungo la banchina di valle in alcuni tratti esposti, specie in corrispondenza dell'esistente ponte in pietra. Appena oltre il ponte, inoltre, si prevede il posizionamento del primo punto ristoro (cfr. *Paragrafo 4.2.3*)



**Figura 22** - Immagine Satellitare: nel tratto compreso tra il Forte Sperone e il Forte Puin, ad est del percorso principale S1, si notano i vari sentieri che discendono il versante della Val Bisagno.

Proseguendo sul sentiero di crinale, imboccando una deviazione sulla destra del percorso principale e risalendo una ripida rampa, si raggiunge Forte Puin. Anche la salita fino al forte sarà resa carrabile grazie al rinnovo della massicciata stradale sterrata e alla regimazione delle acque piovane, comunque ancora senza importanti implicazioni geologiche (Figura 23).

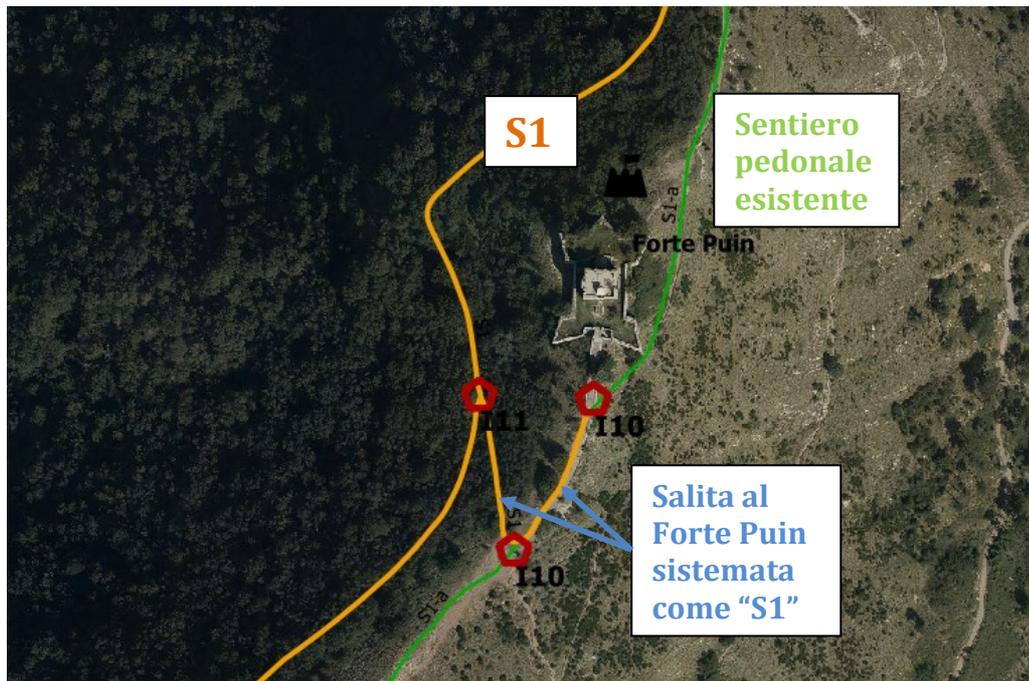


Figura 23 - Immagine Stellitare: tratto presso il Forte Puin.

### 3.6 Tratto Forte Puin – Bivio Fratello Minore - Diamante

Si prosegue il sentiero di crinale che ricomincia a salire raggiungendo quota 547 presso la biforcazione - Forte Fratello Minore (direzione NO) - Forte Diamante (direzione N) (Foto 20) e prosegue in direzione del Forte Fratello Minore.

In questo settore il tracciato esistente presenta fondo stabile, prevalentemente roccioso, ma localmente è stretto e interessato da profonde incisioni operate dall'acqua di corrivazione. Dal punto di vista geologico gli interventi previsti consisteranno essenzialmente in sbancamenti sul lato monte, prevalentemente in roccia, finalizzati ad allargare il sedime stradale e nella regimazione idrica, specie nei tratti più acclivi. La giacitura del substrato roccioso è generalmente favorevole alla stabilità, pertanto, salvo diverse indicazioni derivanti dal necessario monitoraggio in corso d'opera, non si prevedono significativi interventi di stabilizzazione dei fronti di scavo. In ogni caso, in questo settore sono state eseguite specifiche indagini geognostiche (in particolare stazioni geomeccaniche), che hanno consentito di definire le caratteristiche geomeccaniche dell'ammasso roccioso in sito. Per l'elaborazione e l'interpretazione degli esiti delle indagini



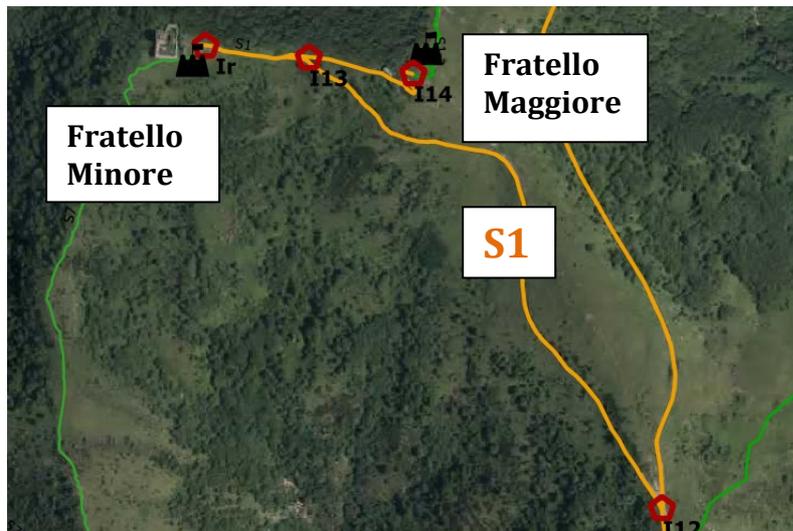
effettuate, si rimanda agli elaborati (R043: Sosta 2 - Relazione Indagini di Dettaglio Geologiche e Geotecniche ; R044: Sosta 2 - Relazione Geotecnica e Sismica) a corredo del progetto strutturale a firma dell'Ing. Marco Pedemonte.



**Foto 19** - Il sentiero presso la biforcazione "Fratelli - Diamante". In lontananza il Forte Diamante.

### **3.7 Tratto tra il Bivio Fratelli/Diamante e Forte Fratello Minore**

Dal Bivio che porta da un lato ai forti Fratello Minore e Fratello Maggiore (ormai scomparso) e d'all'altro al Forte Diamante, intraprendendo il sentiero di sinistra si raggiunge Forte Fratello Minore a quota 620 m s.l.m.. Anche qui, come nel tratto precedente, saranno per lo più richiesti interventi di pulizia del verde e di sbancamento lato monte, prevalentemente in roccia, per cui, dal punto di vista geologico, valgono le considerazioni fatte nel paragrafo precedente. È previsto inoltre l'allocazione del secondo punto ristoro (cfr. *Paragrafo 4.2.3*).



**Figura 24** - Immagine Satellitare: Tratto tra il bivio Forte Fratello Minore/Fratello Maggiore - Forte Diamante e Forte Fratello Minore

### 3.8 Monte Spino cima ovest

Sull'altra cima del Monte Spino, detto anche Monte di San Michele, di poco più alta (643 m), a circa 260 metri verso est, sorgeva il forte detto “Fratello Maggiore”. Demolito negli anni trenta del Novecento, faceva parte delle fortificazioni a nord della cinta muraria seicentesca, che comprendevano anche i forti Puin, Diamante e Fratello Minore.

Qui il tracciato esistente, largo circa 1.00-1.50 metri, risale un tratto di crinale anch'esso di larghezza limitata. Andranno, realizzate opere di ingegneria naturalistica finalizzate al consolidamento del tracciato che qui sarà soltanto pedonale. In tutti i casi, stante il diffuso affioramento del substrato roccioso, non si ritiene debbano essere necessari scavi importanti per ottenere la base d'appoggio dei suddetti manufatti.



**Foto 20** - Il sito dove si trovava il Forte Fratello Maggiore, a Est del Forte Fratello Minore e a Sud del Forte Diamante. La postazione è stata utilizzata come contraerea durante la seconda guerra mondiale.

In corrispondenza dei resti del Forte Fratello Maggiore il sentiero S1 si interrompe. Pertanto per poter procedere verso Forte Diamante occorre tornare a ritroso fino al bivio Fratello Minore - Diamante, dove il tracciato S1 prosegue in direzione della “Sella del Diamante” a quota 555 m s.l.m. (Foto 22). In questo tratto l’esistente percorso va allargato, prevalentemente sbancando a monte il versante, previa pulizia del verde. In questo comparto, stante la giacitura a franapoggio della stratificazione dell’ammasso roccioso, in gran parte affiorante o sub-affiorante, si renderanno presumibilmente necessari locali interventi di retatura dei fronti roccioso più alti. Tuttavia, la progettazione strutturale di tali opere verrà demandata alla fase di progettazione esecutiva, o ad un lotto successivo di interventi.



**Foto 21** - Il sentiero in direzione della Sella del Diamante. Sullo sfondo l'omonimo forte.

### **3.9 Sentiero di risalita al Forte Diamante**

Dalla “Sella del Diamante” a quota 555 m s.l.m., con una serie di stretti tornanti sulla dorsale meridionale il sentiero, ben strutturato e lastricato con pietrame in stile “Macadam”, sale al Monte Diamante a 650 m di quota s.l.m. (Figura 24 e Foto 23).

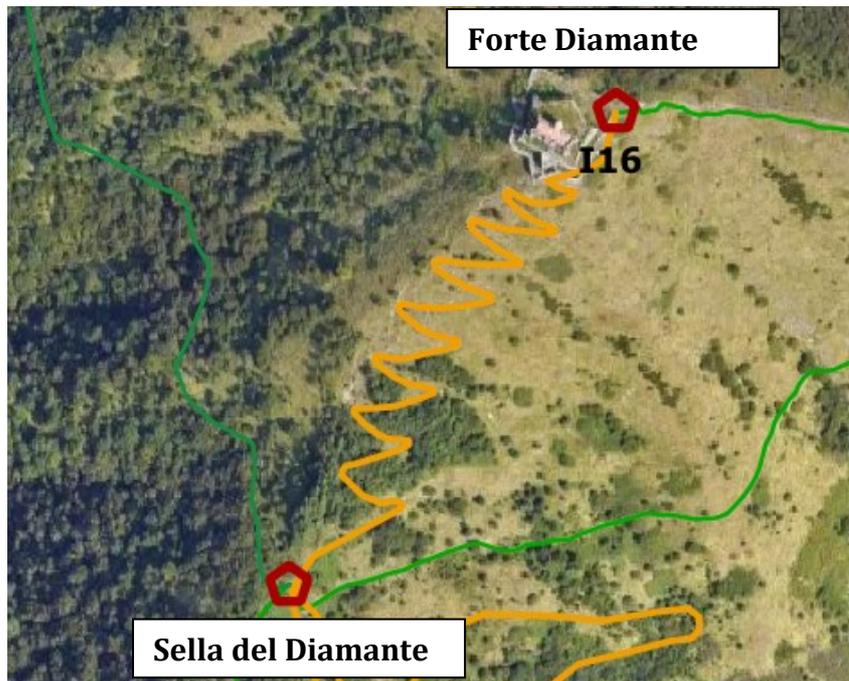


Figura 25 - Immagine satellitare: tratto tra la Sella a quota 555 m s.l.m. e il Forte Diamante.



Foto 22 - Il tratto di sentiero che sale al Forte Diamante.

Qui occorrerà effettuare solo modesti interventi di sistemazione che consentano un accesso carrabile al forte tramite mezzi di piccole dimensioni (tipo Ape-car o



similari) per il trasporto di materiale utile al restauro e alla manutenzione della struttura. La coltre terrigena di copertura è decisamente modesta, perciò eventuali modesti sterri riguarderanno prevalentemente il substrato roccioso. Considerate le accentuate pendenze del versante andranno opportunamente regimate le acque di precipitazione e sostenuti con opere di ingegneria naturalistica (gabbionate, palificate doppie in legname) i materiali eventualmente riportati lungo la banchina di valle della nuova strada, ma non si prevedono interventi di significativo impatto dal punto di vista geologico.

### **3.10 Tratto Forte Diamante - Valico di Trensasco (Passo Val Polcevera - Val Bisagno) Località Campi**

Dal Forte Diamante il tracciato del sentiero S1 andrà completamente ricavato ex-novo, ancora con interventi di sterro e riporto, prevalentemente in roccia. Il percorso descriverà diversi tornanti per degradare dolcemente verso l'esistente sentiero delle Baracche (Foto 24), col quale ci si collegherà circa 1.000 metri prima di raggiungere il valico di Trensasco sulla SP80. Anche qui si prevedono, sostanzialmente, interventi di regimazione delle acque e opere di sostegno della banchina di valle della strada, che, tuttavia, in questo caso saranno di portata rilevante e richiederanno necessariamente maggiori approfondimenti progettuali, sia dal punto di vista geologico, sia da quello strutturale. Allo stato attuale della progettazione si prevede di realizzare la nuova viabilità sterrata, ma carrabile, tramite messa in opera di importanti volumi e di terre armate.



**Foto 23** - Il comodo sentiero Via delle Baracche pianeggiante, che collega il Valico di Trensasco col Righi.

#### **4.0 PRINCIPALI TIPOLOGIE DI OPERE PREVISTE LUNGO IL TRACCIATO S1**

Rimandando per la puntuale descrizione delle opere in progetto, alla Relazione Tecnica (R02\_D\_Gtec\_Relazione\_Tecnica) allegata al corredo progettuale del Progetto Architettonico Generale, nonché agli elaborati scritti e grafici del Progetto Strutturale a cura dell'ing. Marco Pedemonte, di seguito si riporta in sintesi un quadro degli interventi previsti, evidenziandone le eventuali significative implicazioni di natura geologica.

##### **4.1 Caratteristiche generali**

La realizzazione del progetto in esame richiederà, come più volte richiamato nel precedente *Capitolo 3.0*, alcune operazioni propedeutiche quali, in particolare:

- taglio della vegetazione infestante presente sul tracciato e per una larghezza



minima a cavallo di questo variabile da 3 a 6 metri;

- taglio di alberi con fusto di diametro minore di 10 cm cresciuti sul tracciato;
- taglio di alberi con fusto di diametro compreso tra 30 e 50 cm e altezza massima 12-16 metri, per liberare il percorso e/o per rendere più luminosi alcuni tratti dello stesso;
- asportazione di tronchi e rami spezzati presenti sul tracciato;
- eliminazione di barriere e di tratti di gradini che andranno sostituiti con rampe carrabili con pendenza massima < 20%.

L'asse della strada seguirà l'andamento planimetrico determinato dagli allineamenti e dalle curve di raccordo quali risulteranno da apposita Planimetria di progetto e l'andamento altimetrico sarà individuato dalle livellette definite nel Profilo longitudinale di progetto, fatte salve variazioni che all'atto esecutivo venissero disposte dalla Direzione dei Lavori.

La larghezza normale della strada in rettilineo, fra i cigli estremi, si prevede compresa tra 1.80 e 2.50 metri secondo l'impianto esistente.

Il profilo trasversale della strada dovrà essere costituito da un'unica falda con pendenza dall'1,50 al 2%, prevalentemente verso monte, ma localmente verso valle in funzione della necessità, dettata soprattutto dall'esigenza di evitare interferenze con i manufatti storici, di posizionare la canaletta longitudinale lungo uno dei due lati. Nei tratti in curva la sezione stradale dovrà avere unica pendenza trasversale verso l'interno (max 5%), da commisurare al raggio. Inoltre, in corrispondenza delle curve di raggio piccolo, la larghezza della carreggiata e corrispondentemente quella complessiva della strada, dovrà essere aumentata rispetto a quella prevista per i tratti in rettilineo, in modo da consentire un agevole transito ai mezzi per la manutenzione e per le emergenze.

Normalmente le cunette in terra non avranno rivestimenti se non in tratti a forte pendenza dove, per evitare l'istaurarsi di fenomeni erosivi particolarmente nei terreni argillosi, saranno rivestite da geotessile a tre strati tipo *trenchmat* e saranno dotate di piccole soglie o briglie; in alternativa, localmente verranno realizzati tratti di canaletta longitudinale in pietre cementate.



Le scarpate dei rilevati avranno l'inclinazione indicata nelle sagome di progetto in relazione alla natura e consistenza dei materiali coi quali si dovranno formare, così come pure per le scarpate previste, o che risulterà necessario tagliare in trincea o a mezza costa.

## 4.2 Interventi e relative opere previste

### 4.2.1 Percorso S1

Il percorso S1 ha una lunghezza complessiva di circa 12 Km ed è costituito da una strada bianca di larghezza massima pari a 2.50 m.

Le caratteristiche di messa in opera del percorso sono differenziate a seconda dei tratti considerati, in funzione delle seguenti esigenze fondamentali:

- creazione di un percorso che consenta di superare le criticità legate ai tratti ad elevata pendenza dove è massima l'azione erosiva dovuta al dilavamento superficiale;
- realizzazione di categorie tipologiche che riprendano, nel modo più fedele possibile, l'attuale configurazione dei luoghi

Il percorso S1 va quindi inteso come un insieme di allestimenti differenti che concorrono tutti insieme alla sua definizione, costituendo un'unica entità composta da un disegno armonizzato.

La differenziazione è anche legata al diverso uso del percorso a progetto, che risulta essere pedonale per l'intero tracciato, ciclabile per il 90% e carrabile, ad accesso regolamentato, per l'80% circa.

#### ➤ 4.2.1.1 Percorso S1 - Tipologia 1 - Strada bianca con aggiunta di leganti naturali per i tratti ad elevata pendenza

La messa in opera prevede, previa regolarizzazione del fondo naturale, la stesa di una miscela di inerti composta da materiale lapideo di dimensione dalla ghiaia al limo per uno spessore di circa 20 cm opportunamente compattato.

La stabilizzazione del percorso viene realizzata utilizzando due prodotti specifici:

- il prodotto *Green Stab*



➤ il prodotto *SoilCement*

Si tratta di prodotti *ecofriendly*, non pericolosi per la flora e la fauna, utilizzati anche in siti protetti come Parchi Nazionali o Provinciali, foreste, monumenti di pregio, scavi archeologici, giardini, aree protette, strade interpoderali a servizio di colture.

L'azione del GREEN STAB permette di aumentare le resistenze a compressione UNI EN 13286-41 e il valore di CBR UNI EN 13286-47 di un terreno in condizioni di asciutto o bagnato, non modificandone la struttura intrinseca, mantenendone il colore naturale ed evitando così la copertura con asfalti o ghiaia.

La messa in opera prevede l'aspersione del prodotto, diluito in acqua in una proporzione di 5 ml/mc di prodotto per una superficie di strada pari a 5 mq, con autobotte dotata di pompa in pressione. Attesi i tempi perché il prodotto possa correttamente svolgere la sua azione, si procede alla realizzazione del trattamento anti erosivo finale con il legante SoilCement, che stabilizza la parte più superficiale del tracciato.

Il SOIL SEMENT® ENGINEERED FORMULA viene utilizzato per la costruzione o il ripristino di superfici sia con traffico leggero che pesante mediante l'uso di inerti naturali siano essi presenti in situ o riportati.

Grazie alla sua catena molecolare, è capace di stabilizzare qualsiasi tipo di inerte indicato per la costruzione di opere stradali, ciclo pedonali o parcheggi laddove è fatto divieto dell'uso di asfalti o prodotti a base cementizia, nel rispetto totale dell'ambiente circostante.

L'aspetto finale della strada è quello di una strada bianca tradizionale (Foto.25)

Allo scopo di testare la messa in opera con i prodotti sopra descritti, è stato allestito un campo prove in terreni di proprietà del Comune di Genova, in Via Fea, che presentasse caratteristiche di pendenza simili a quelle dei tratti di progetto.



**Foto 24** - L'aspetto finale di "S1" con aggiunta di leganti è quello di una normale strada bianca.

➤ **4.2.1.2 Percorso S1 - Tipologia 2 - Strada bianca senza leganti naturali**

Per i tratti a limitata pendenza, verrà utilizzata la messa in opera standard prevista per le strade bianche forestali, secondo le seguenti specifiche.

*- Pietrame per rinforzi e massicciata*

Le pietre naturali da impiegarsi dovranno essere a grana compatta, prive di superfici di alterazione (cappellaccio), esenti da piani di sfaldamento, senza screpolature, venature, interclusioni di sostanze estranee; dovranno avere dimensioni adatte al particolare loro impiego ed offrire una resistenza proporzionata alla entità della sollecitazione cui devono essere assoggettate. Saranno escluse le pietre alterabili dall'azione degli agenti atmosferici e dell'acqua corrente. Le pietre da taglio, oltre a possedere gli accennati requisiti e carattere generali, dovranno essere sonore alla percussione, immuni da fenditure e litoclasti e di perfetta lavorabilità.

➤ *Detrito di cava o Tout - Venant di cava o di frantoio per la massicciata*

Il materiale deve essere in ogni caso non suscettibile all'azione dell'acqua (non solubile, non plasticizzabile) ed avere un potere portante C.B.R. (rapporto portante C.B.R. - rapporto portante californiano) di almeno 40 allo stato saturo. Dal punto di vista granulometrico non sono necessarie prescrizioni specifiche per i materiali



teneri (calcarei marnosi, arenarie) in quanto la loro granulometria si modifica e si adegua durante la cilindratura; per materiali duri la granulometria dovrà essere assortita in modo da realizzare una minima percentuale dei vuoti; di norma la dimensione massima degli aggregati non deve superare i 10 cm. Per gli strati superiori si farà uso di materiali lapidei più duri tali da assicurare un C.B.R. saturo di almeno 80; la granulometria dovrà essere tale da dare la minima percentuale di vuoti, il potere legante del materiale non dovrà essere inferiore a 30, la dimensione massima degli aggregati non dovrà superare i 6 cm.

*- Materiali lapidei per il costipamento della massicciata*

Le ghiaie da impiegarsi per formazione di massicciate stradali dovranno essere costituite da elementi omogenei derivati da rocce durissime di tipo costante, e di natura consimile fra loro, escludendosi quelle contenenti elementi di scarsa resistenza meccanica o sfaldabili facilmente o gelive o rivestite di incrostazioni. Il pietrisco, il pietrischetto e la graniglia, dovranno provenire dalla frantumazione meccanica di rocce durissime, preferibilmente silicee, a struttura microcristallina, o calcari durissimi e di alta resistenza alla compressione, all'urto, all'abrasione, al gelo ed avranno spigolo vivo; dovranno inoltre essere scevri di materie terrose, sabbia o comunque materie eterogenee ed organiche.

Anche in questo caso, per testare la messa di "S1" senza utilizzo di leganti, è stato allestito un campo prove in terreni di proprietà del Comune di Genova, presso loc. Serino, che presentasse caratteristiche analoghe a quelle dei tratti di progetto (Foto 26 e 27).



Foto 25 - Fasi di messa in opera del percorso S1 senza stabilizzanti.



Foto 26 - Particolare del percorso "S1" senza stabilizzanti.

➤ **4.2.1.3 Percorso S1 - Tipologia 3 - Strada in pietre cementate**

Nelle zone di crinale dove la presenza di roccia affiorante costituisce l'elemento naturale più caratterizzante, il percorso "S1" verrà realizzato con pietre cementate.



La messa in opera dovrà prevedere una pezzatura del materiale lapideo assortita in modo da riprendere il più possibile l'aspetto naturale dei luoghi.

Le pietre verranno messe in opera su un letto di cemento che non dovrà essere visibile dall'alto. Le linee di fuga comprese tra il materiale lapideo saranno intasate da una miscela di terreno naturale stabilizzato con le modalità descritte nella Tipologia 1 (cfr. *Paragrafo 4.2.1.1*). In Foto 28 gli esiti della messa in opera della *Tipologia 3*, presso il campo di prova utilizzato per la Tipologia 1.



**Foto 27** - Tratto di S1 realizzato in pietre cementate (campo prove Via Fea). L'effetto finale di questa tipologia di messa in opera sarà quello evidenziato nella parte bassa della foto.

Si precisa che la messa in opera di tutte le tipologie di tracciato "S1" sopra riportate, non richiederanno, in generale, operazioni di sterro e riporto particolarmente impattanti dal punto di vista geologico e, dal momento che la massima attenzione



è stata posta nei riguardi della regimazione delle acque piovane, come meglio precisato nel seguito, si ritiene che una volta completati i lavori in oggetto l'intero sistema di comunicazione trarrà un importante giovamento, sia sotto il profilo della percorribilità, sia per quanto riguarda la durabilità dell'opera, anche in assenza di una costante manutenzione del fondo.

#### **4.2.2 Regimazione delle acque superficiali**

Uno dei principali interventi necessari lungo il tracciato "S1" consisterà nella regimazione delle acque superficiali, sia direttamente intercettate dalla nuova viabilità, sia ruscellanti in modo disordinato lungo alcuni tratti di versante. Di seguito si riportano le principali opere che si ritiene di utilizzare per una corretta gestione degli afflussi meteorici lungo il percorso in progetto.

##### **➤ 4.2.2.1 Canalette parallele al tracciato**

Lungo il tracciato e parallelamente ad esso, prevalentemente lato monte, saranno realizzate canalette in terra e materiale lapideo, indicativamente di larghezza 30 cm e profonde 25 cm rispetto al piano strada, eventualmente rivestite con materiale tipo trenchmat e dotate, nei tratti più acclivi, di soglie o briglie (Foto 29 e 30).



Foto 28 e 29 - Canaletta tipo Trenchmat per lo scolo delle acque bianche.

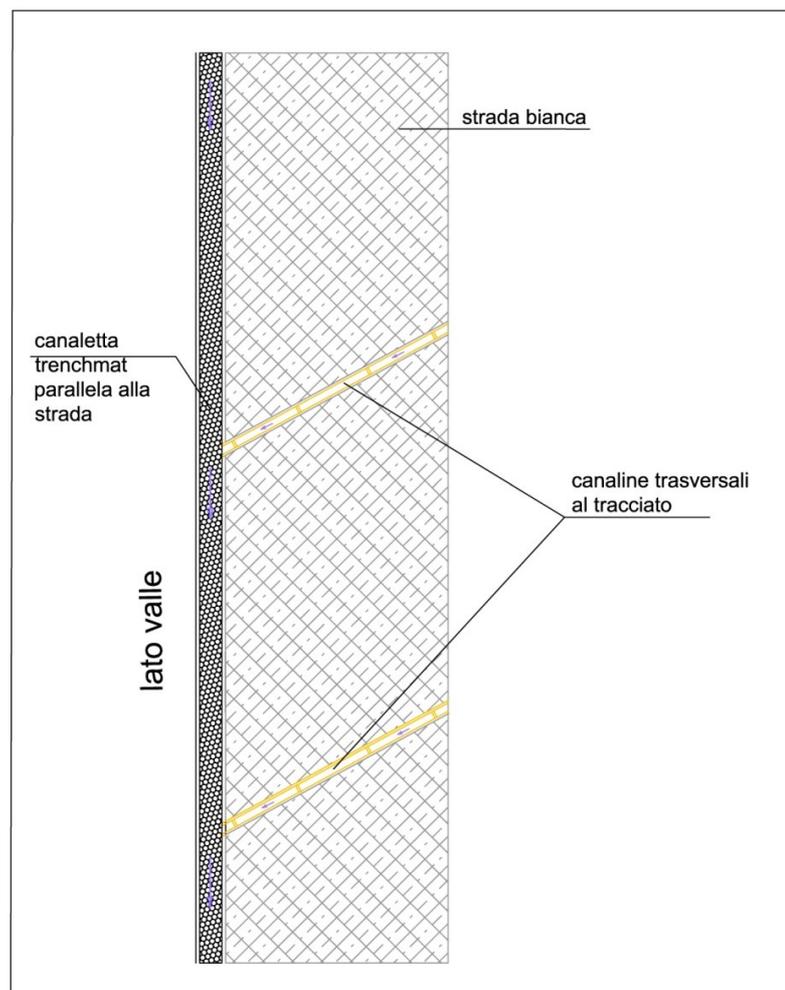
Per minimizzare l'impatto visivo di questi manufatti, verrà utilizzata una tipologia di trenchmat di colore simile a quello di un terreno argilloso (marronecino-ocra), ricoperta con materiale terrigeno locale, stabilizzato col legante di cui al *Paragrafo 4.2.1.1.*



In alternativa alle precedenti, localmente potranno essere realizzate canalette in pietra e cemento, specie dove verrà messa in opera la pavimentazione di Tipologia 3 (cfr. *Paragrafo 4.2.1.3*)

➤ **4.2.2.2 Canalette trasversali al tracciato**

Trasversalmente al tracciato si prevede di porre in opera canalette disposte in diagonale, al fine di convogliare le acque piovane direttamente intercettate dal corpo stradale nella canaletta longitudinale parallela al tracciato, o lungo il versante nei tratti di sentiero pianeggianti e dove non si registri la presenza di fenomeni di dissesto. Tali canalette sono costituite da coppie di tavole in legno trattato (spessore 3-4 cm) disposte verticalmente, tenute in posizione parallela e distanti tra loro 10 cm per mezzo di apposite staffe in metallo zincato (Figura 25 e Foto 31 e 32).





**Figura 26** - Stralcio Planimetrico del tracciato con canaline trasversali in legno e canaletta tipo trenchmat di scolo acque bianche parallela al lato valle.



**Foto 30 e 31** - Canalina trasversale al tracciato per lo scolo delle acque bianche.

#### ➤ 4.2.2.3 *Opere accessorie*

Nei tratti in cui i versanti dovessero presentare pregressi fenomeni di dissesto, erosione concentrata, ruscellamento diffuso e comunque in tutte quelle situazioni in cui le acque intercettate dal percorso “S1”, verranno scaricate a valle direttamente sul pendio, saranno realizzate opere di ingegneria naturalistica, quali palizzate, fascinate, viminate e vespai in pietrame, atte a rallentare l’afflusso degli apporti idrici supplementari e a causarne un’omogenea distribuzione su ampie superfici (Foto 33-34-35 e Figura 26).



**Foto 32** - Esempio di palizzata in legname.



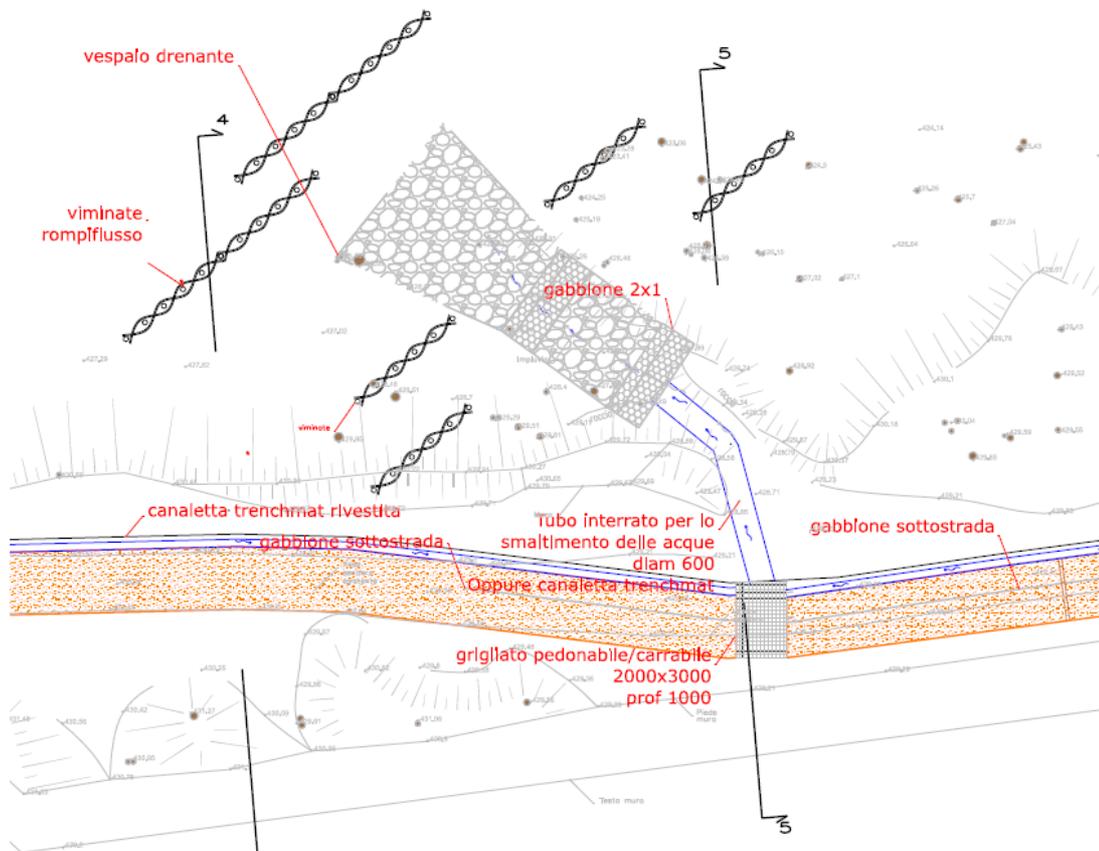
**Foto 33** - Esempio di viminate.



COMUNE DI GENOVA



Foto 34 - Esempio di fascinate.



**Figura 27** - Stralcio di Planimetria di progetto relativamente all'area con morfologia a "corda molla" poco oltre il Cancellone dell'Avvocato. Si nota, in particolare, il vespaio drenante in pietrame e gabbioni e le vimate sul versante.

#### 4.2.3 Opere di stabilizzazione e consolidamento delle scarpate

In corrispondenza di sbancamenti o riempimenti significativi, si prevede, la costruzione di opere di sostegno, sempre sfruttando tecniche di ingegneria naturalistica quali gabbionate e/o, terre armate (Foto 36 e 37). Per quanto riguarda le gabbionate, l'unica struttura di un certo rilievo è quella che consentirà l'allargamento del tracciato "S1" verso valle, in corrispondenza del ripetitore RAI e del limitrofo campo da calcio. Come già detto in tale area sono stati effettuati gli opportuni approfondimenti geognostici e un'adeguata progettazione strutturale, per cui si rimanda agli elaborati scritti e grafici a corredo del Progetto Strutturale a cura dell'Ing. Marco Pedemonte (R024: RAI - Relazione Indagini di Dettaglio Geologiche e Geotecniche; R025: RAI - Relazione Geotecnica e Sismica).



La messa in opera di importanti volumi di terre armate è invece prevista per la realizzazione della nuova viabilità sterrata, ma carrabile, di collegamento tra la Sella del Diamante e Via delle Baracche. Per la dettagliata descrizione di questo intervento si rimanda alla Relazione Tecnica allegata al Progetto Architettonico Generale (R02\_D\_Gtec\_Relazione\_Tecnica). In fase di progetto esecutivo saranno necessari approfondimenti di indagine, propedeutici ad un'accurata progettazione strutturale dell'intervento.



Foto 35 - Esempio di opera di sostegno in gabbioni.



Foto 36 - Esempio di terre rinforzate a sostegno di carreggiata stradale.

#### **4.2.4 Punti ristoro**

L'inserimento dei punti ristoro è previsto in due tratti "strategici" del tracciato, ed in particolare uno fra il Forte Sperone e il Forte Puin e uno in concomitanza dell'area di biforcazione dell'attuale sentiero che da una parte conduce a Forte Fratello Minore e dall'altra alla Sella del Diamante.

La collocazione di tali manufatti deriva dalla necessità di creare un punto di rivendita, diffusione e somministrazione di prodotti locali, utile anche a dare informazioni ai fruitori del percorso, offrire la possibilità di usufruire di servizi igienici e creare un presidio del nuovo percorso.

Tali manufatti saranno così composti: locale adibito a vendita, somministrazione e preparazione di prodotti locali, allestito con tutte le attrezzature necessarie, un vano tecnico e servizi igienici, uno per l'utenza, conforme alla normativa sull'abbattimento delle barriere architettoniche e accessibile tramite pedana mobile appositamente posizionata in caso di avvento di persona su sedia a ruote, e uno riservato ai conduttori della struttura.

La copertura ad una falda inclinata risulta ottimale per ospitare pannelli fotovoltaici, pertanto l'inclinazione della copertura seguirà la direzione ottimale per la



captazione dei raggi solari. Tale proposta è sviluppata dalla volontà di rendere i nuovi volumi per quanto più possibile autonomi dal punto di vista energetico.

I materiali proposti sono scelti per integrarsi al meglio con il contesto paesaggistico, riprendendo i colori della tradizione locale, oltre che perseguendo principi ecosostenibili, con l'utilizzo di materiale naturale quale il legno e con l'inserimento dei già citati pannelli solari.

I manufatti saranno di facile installazione e di conseguenza di semplice dismissione, in quanto la tipologia costruttiva che si intende perseguire sarà infatti quella a struttura a telaio sempre in legno rivestito.

Le bucatore saranno anch'esse rivestite con scuri di assi di legno in modo da integrarsi e creare, quando chiuse, una continuità con la restante finitura dei prospetti, creando delle superfici uniformi. La bucatore sulla facciata principale, quando aperta, sfrutterà il pannello orizzontale inferiore ad uso bancone per l'area somministrazione e vendita; inoltre la stessa sarà chiusa da serramenti in vetro al fine di garantire protezione durante i mesi invernali e/o durante eventi meteorologici avversi.

Per quanto concerne la parte impiantistica, l'intero progetto del percorso prevede l'approvvigionamento di acqua potabile in alcune aree di sosta, da quest'intervento risulterà di facile collegamento anche l'impianto idrico destinato al punto ristoro. Per lo smaltimento delle acque nere derivanti dal servizio igienico e dall'attività di ristoro è invece prevista l'installazione di fosse Imhoff.

Infine nell'area adiacente ai punti ristoro saranno installati i dispositivi per ricarica e manutenzione delle bici elettriche alcuni tavoli e panche per la sosta degli avventori.

Di per se l'installazione delle "cassette ristoro" non comporterà significativi interventi di natura strutturale, essendo le stesse di dimensioni limitate (indicativamente 5x7x3 metri), molto leggere in quanto prevalentemente in legno e già predisposte per appoggiarsi direttamente alla roccia (affiorante in entrambi i punti di appoggio dei nuovi manufatti), o al più, su una piattaforma in magrone e rete elettrosaldata, spesso una decina di centimetri.



Tuttavia, nei pressi del sedime d'imposta del primo punto ristoro (tra Forte Sperone e Forte Puin) il parziale crollo di un muro facente parte della cinta muraria antica renderà necessaria la messa in opera di una berlinese di micropali con cordolo di raccordo in testa, quest'ultimo emergente fuori terra di circa 60 cm in modo da costituire, una volta rivestito in pietra sui fronti laterali e coperto con una seduta in legno nella parte superiore, un comodo appoggio per chi voglia soffermarsi ad ammirare l'ampio panorama sulla Val Bisagno.

In considerazione di quanto sopra riportato, in entrambi i siti di inserimento dei nuovi manufatti di ristorazione sono state eseguite specifiche indagini geognostiche, che hanno permesso di individuare la profondità del substrato roccioso, le caratteristiche geotecnico-geomeccaniche dei materiali presenti in sito e la risposta sismica locale, utili a fornire al Progettista delle strutture gli elementi necessari al corretto dimensionamento delle opere. Per l'elaborazione e l'interpretazione degli esiti delle indagini effettuate, si rimanda agli elaborati (R034: Sosta 1 - Relazione Indagini di Dettaglio Geologiche e Geotecniche; R035: Sosta 1 - Relazione Geotecnica e Sismica; R043: Sosta 2 - Relazione Indagini di Dettaglio Geologiche e Geotecniche; R044: Sosta 2 - Relazione Geotecnica e Sismica) a corredo del progetto strutturale.

## 5.0 CONSIDERAZIONI DI CARATTERE GEOLOGICO

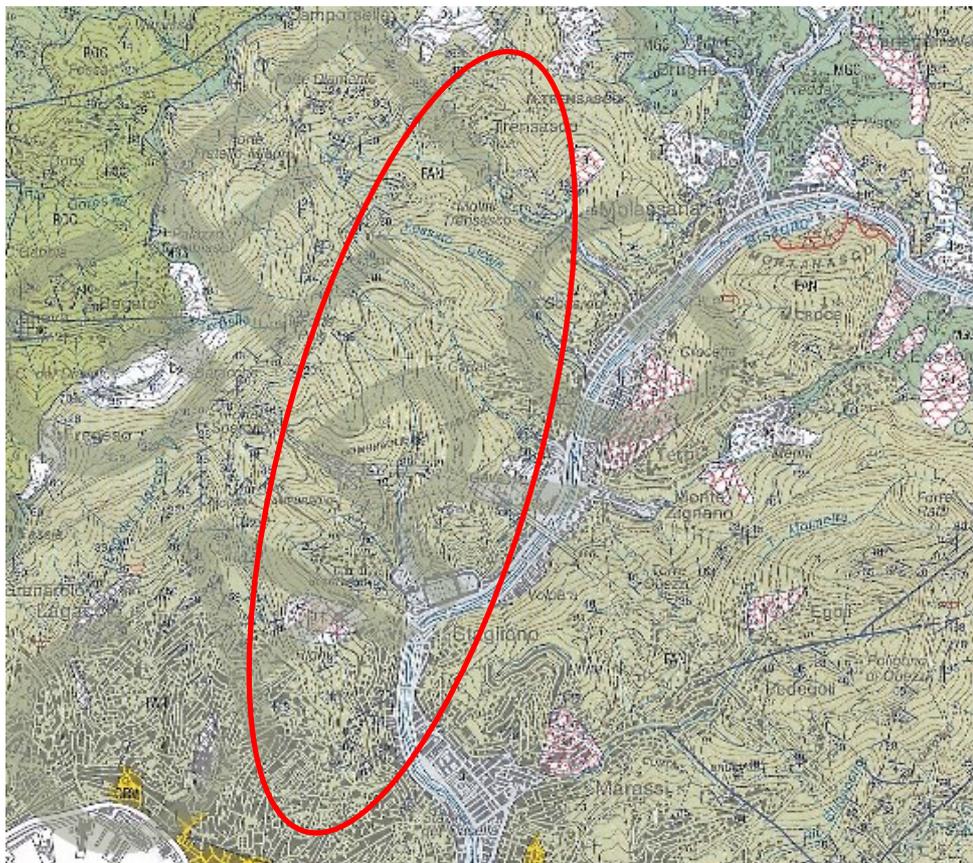
### 5.1 Inquadramento geologico

Dal punto di vista geologico l'area d'interesse risulta cartografata come segue:

- secondo la Carta geologica d'Italia dell'ISPRA (Istituto Superiore per la Protezione e la Ricerca Ambientale/Progetto CARG), Foglio 213 - Genova, come Formazione di Monte Antola, (cfr. Stralcio carta geologica fuori scala - Figura 1);
- secondo la Carta geolitologica allegata al Piano di Bacino Ambito 14, come Calcari Marnosi della Formazione di Monte Antola.



COMUNE DI GENOVA

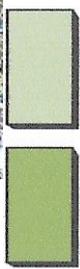


**Figura 28** - Stralcio carta geologica (ISPRA) (fuori scala). Nell'ovale rosso



UNITÀ TETTONICHE LIGURI

UNITÀ TETTONICA ANTOLA



**FORMAZIONE DI MONTE ANTOLA**

Torbiditi calcareo-marnose in strati spessi e molto spessi di calcareniti a forte componente silicoclastica, di marne, di marne calcaree e di argilliti marnose alternate a strati sottili e molto sottili di argilliti emipelagiche.

*CAMPANIANO INFERIORE -MAASTRICHTIANO INFERIORE*

**ARGILLITI DI MONTOGGIO**

Emipelagiti pelitiche di colore verde e rosso con intercalazioni di strati torbiditici silicoclastici sottili e medi di siltiti, areniti fini ed in modo subordinato areniti medie. Localmente sono presenti torbiditi calcareo-pelitiche rappresentate da strati sottili e medi di areniti medio-fini a composizione mista, siltiti marnose e marne intensamente bioturbate (cfr. Arenarie di Gorreto del Foglio 196 "Cabella Ligure").

*CENOMANIANO SUPERIORE-CAMPANIANO INFERIORE*

La zona indagata ricade nell'Unità Tettonica Antola all'interno della quale sono collocate unità litostratigrafiche di origine sedimentaria, prevalentemente di età Cretaceo-Paleocenica. Tali materiali sono costituiti da sedimenti di natura flyschoidi, caratterizzati prevalentemente da alternanze di Calcari, Calcari Marnosi, Arenarie ed Argilliti.

La *Formazione del Monte Antola* è costituita da alternanze di strati di calcare da grigio a grigio scuro, intercalati a calcareniti giallastro chiaro o beige, a marne calcaree ed argilliti grigio scuro, di spessore da 1 a 2 m e talvolta superiore. In



relazione alle diverse fasi tettoniche cui è andata soggetta, la formazione si presenta variamente piegata con giacitura piuttosto variabile. Si può apprezzare in affioramento l'aspetto dei calcari marnosi grigio chiari, intercalati a livelli secondari argillitico-marnosi, talora dall'aspetto sbrecciato o caratterizzati da una forte fissilità in lamine e straterelli anche sub-centimetrici.

L'ammasso roccioso è generalmente interessato da un grado di alterazione medio e da una fratturazione secondo diversi ordini di discontinuità che, intersecandosi con i giunti di strato, isolano blocchi litoidi di dimensioni anche metriche, disarticolati e potenzialmente instabili.

Alla base dei Calcari di Monte Antola si trovano sedimenti di natura argillosa appartenenti alle *Argilliti di Montoggio*; si tratta di una successione ritmica di materiali di origine emipelagica avente granulometria variabile da molto fine (argilliti, peliti), a medio fine (siltiti e arenarie) e colore che varia localmente da rosso vinaccia a verde (livelli varicolori) fino, talvolta, a grigio plumbeo o nerastro, degradante verso un marrone rugginoso nelle porzioni più alterate e ossidate.

Il complesso geologico descritto è caratterizzato da un'estrema variabilità di giaciture, intensa fratturazione nei materiali a prevalente comportamento fragile e marcata scistosità nei materiali a prevalente comportamento duttile. L'attività tettonica più recente (Plio-Quaternaria) ha determinato un modello strutturale configurato a blocchi con dislocazioni indipendenti. Si può constatare che alle principali linee tettoniche corrispondono le anomalie del reticolo idrografico nonché l'affioramento dei termini stratigraficamente inferiori della serie dei terreni presenti.

## 5.2 Inquadramento geomorfologico

Dal punto di vista geomorfologico la nuova viabilità "S1" ripercorre, per quasi tutto il suo sviluppo, la traccia di un percorso già esistente. Fatto salvo il tratto compreso tra Piazza Manin e Via San Pantaleo, nei pressi della Porta di San Bernardino, che segue prevalentemente la strada asfaltata che si snoda tra i palazzi cittadini e le Mura di San Bartolomeo, lasciandosi sulla destra la linea ferroviaria Genova-Casella,



il vero e proprio percorso “S1” inizia proprio in corrispondenza della Porta di San Bernardino, risalendo un viale alberato parzialmente pavimentato in mattoni e pietra (presumibilmente un’antica *creuza*). Di qui prosegue mantenendosi sempre sul versante destro della Val Bisagno, pur spostandosi progressivamente verso il crinale spartiacque con la Val Polcevera, che si intercetta, all’incirca, nella zona del Forte Sperone. In questo settore, seppur limitato, è ancora ben evidente l’intervento antropico; infatti oltre ad insistere su una traccia di sentiero già ben delineata e a tratti ben sistemata, stabilizzata e larga a sufficienza per ospitare la nuova viabilità senza richiedere interventi ingenti, questa fiancheggia costantemente le mura delle antiche fortificazioni genovesi, intercetta più volte l’esistente viabilità comunale, attraversando o ripercorrendo brevi tratti asfaltati e costeggia localmente alcune strutture quali, ad esempio, un campo da calcio nei pressi di un edificio di controllo di un ripetitore della RAI. Nei pressi di Villa Quartara, inoltre, il sentiero in esame attraversa un Parco Avventura per ragazzi e più avanti, passando ai piedi del Forte Castellaccio, si incontrano i campi di un centro cinofilo e di tiro con l’arco. Il versante, in generale, presenta acclività relativamente omogenea e piuttosto accentuata, attestata prevalentemente nelle classi 4 (35-50%) e 5 (50-75%) (cfr. Paragrafo 2.1) e risulta diffusamente interessato da uno stato di incuria, sia dal punto di vista della vegetazione, sia per quanto riguarda la regimazione idrica e da una intensa detritazione, generalmente, in massi di medio-piccole dimensioni, dell’ammasso roccioso calcareo, in gran parte affiorante e/o sub-affiorante. Coperture detritiche di spessore significativo, infatti, si registrano solo nei pressi di Villa Quartara e prima di raggiungere il Forte Castellaccio, dove la cartografia consultata segnala la presenza di corpi franosi quiescenti o stabilizzati (cfr. Paragrafo 2.1).

Da Forte Sperone la viabilità carrabile rimarrà quella esistente che, percorso un breve tratto di Via delle Baracche, si ricollega con Via Peralto per proseguire poi in direzione di Forte Begato, già sostanzialmente in zona di crinale, fino al “Cancello dell’Avvocato”, dove comincia il percorso di crinale vero e proprio. Gli escursionisti potranno invece percorrere un breve tratto di Via delle Baracche in direzione di



Trensasco, per poi risalire all'interno del fossato del Forte Sperone fino a raggiungere il sentiero di crinale.

Quest'ultimo offre una frequente vista panoramica sulle due vallate, la Val Polcevera a sinistra (ovest) con i suoi dolci rilievi in basso e le vette maggiori più imponenti e acclivi sullo sfondo e la Val Bisagno a destra (est) con forme morfologiche assai diverse, più marcate e decise in corrispondenza dei rilievi di natura prettamente calcarea e più blande e dolci laddove affiorino i litotipi argillitici. In questo settore, ad eccezione delle fortificazioni e del tracciato esistente, il contesto è decisamente naturale, attraversando sia zone fittamente boscate, sia ampi spazi prativi. Allo stato attuale delle conoscenze non sono state rilevate particolari criticità, se non locali tracce di ruscellamento selvaggio lungo i versanti, e la traccia esistente risulta insistere, per la maggior parte, direttamente sul substrato roccioso.

Dal Forte Diamante è previsto, tuttavia, di abbandonare il crinale per tagliare, descrivendo anche alcuni tornanti, il versante della Val Bisagno, per degradare con pendenze contenute fino ad intercettare l'esistente sentiero Via delle Baracche, che poco oltre porta al Valico di Trensasco. Anche in questo caso le coperture terrigene sono da ritenersi di spessore contenuto, non superiore al metro.

### 5.3 Inquadramento idrogeologico e idraulico

La carta del reticolo idrografico (cfr. Paragrafo 2.1) indica un reticolo di tipo dendritico, relativamente ben sviluppato e rappresentato da corsi d'acqua classificati di ordine da 1 a 4 secondo la gerarchizzazione del reticolo idrografico proposta da Horton-Strahler, affluenti, rispettivamente, di destra del Torrente Bisagno (ordine 6) e di sinistra dei torrenti Polcevera (ordine 7), Secca (ordine 6) e Sardorella (ordine 5).

Tuttavia, nell'immediato intorno del percorso in progetto, specie sul versante del T. Bisagno, vi sono ampi spazi in cui non sono presenti impluvi ben definiti e le acque meteoriche scorrono secondo modalità di ruscellamento diffuso, talvolta incidendo solchi di erosione a carico delle coperture detritiche. All'inizio del tracciato di



crinale, tra Forte Begato e Forte Sperone, poco dopo aver varcato il Cannello dell'Avvocato, si segnala, inoltre, un importante ristagno idrico, dovuto, in particolare, alla morfologia tipo "corda molla" dell'attuale sentiero, a cui bisognerà ovviare in sede progettuale anche per regolarizzare le pendenze della strada, al momento piuttosto accentuate. Appare quindi chiara la necessità di una corretta regimazione delle acque bianche che, soprattutto nei tratti a maggiore pendenza del percorso, dovranno essere opportunamente raccolte e convogliate verso il reticolo idrografico.

La circolazione sotterranea avviene in funzione delle caratteristiche di permeabilità dei vari livelli stratigrafici.

I terreni di copertura del substrato roccioso sono contraddistinti da una permeabilità primaria (per porosità) di grado variabile in relazione alla pezzatura e percentuale degli elementi lapidei costituenti lo scheletro ghiaioso.

La circolazione subcorticale delle acque è dunque fortemente influenzata dalla tipologia dei terreni attraversati, con gradi di permeabilità variabili da medio-alti, nei materiali colluviali di comportamento più granulare, a medio-bassi nelle coltri eluviali di natura prevalentemente coesiva.

Si determinano quindi condizioni di elevata anisotropia, sia verticale che laterale, controllate inoltre dalla topografia e dall'estensione del bacino idrogeologico a monte, ovviamente decisamente limitata nel tratto di crinale.

Per quanto riguarda l'ammasso roccioso, la Formazione dei Calcari di Monte Antola può essere, in generale, considerata permeabile per fessurazione e fratturazione, anche se locali livelli a maggiore componente argillitica possono dare luogo a contrasti di permeabilità con sviluppo di emergenze idriche. Tale condizione può, soprattutto in occasione o a seguito di intense e/o prolungate precipitazioni, innescare fenomeni di saturazione delle coltri terrigene, con conseguenti eventi di ruscellamento superficiale diffuso e/o concentrato, di relativa erosione e, in ultima analisi, di dissesto.



## 5.4 Modello geologico-geotecnico preliminare

### 5.4.1 Modello geologico

La diffusa presenza di affioramenti della formazione litoide di substrato, unitamente alle osservazioni condotte durante i sopralluoghi, permettono di fornire una modellazione geologica del comparto sufficientemente esaustiva.

Come già accennato nei paragrafi precedenti l'assetto litostratigrafico rappresentativo del sito può essere così riassunto:

Livello 1 - Coltre detritica: materiale terrigeno derivante dalla detrizione fisico-meccanica del substrato roccioso in situ. Tipologicamente consiste in un materiale con abbondante frazione ghiaiosa medio grossolana in matrice sabbioso-limosa o sabbioso-argillosa. Le forme dei clasti, di natura calcareo-marnosa, sono tendenzialmente angolari e scagliose. Si tratta di materiali naturali, talvolta rimaneggiati a seguito dell'azione antropica, di spessore variabile da sub-metrico, specie lungo il percorso di crinale, fino, presumibilmente, ad oltre 3 metri in corrispondenza della frana quiescente rappresentata nella cartografia riportata al Paragrafo 2.1 (Cfr. Carta della franosità reale).

Livello 2 - Eluvio del substrato: rappresenta il livello di alterazione della porzione sommitale del substrato roccioso in posto, ed è riscontrabile presso la maggior parte degli affioramenti. L'ammasso roccioso appare molto fratturato, sia secondo la normale stratificazione, sia secondo diversi ordini di discontinuità che isolano elementi litoidi disarticolati e permettono alle acque meteoriche l'infiltrazione nelle porzioni più interne della roccia. A seguito del degrado chimico-fisico l'ammasso roccioso mostra una tipica colorazione ocracea e una sensibile frazione di materiale di riempimento fine nelle principali discontinuità.

Livello 3 - Substrato roccioso sano: Nell'area in esame il substrato roccioso affiora prevalentemente nelle condizioni descritte al punto precedente, cioè in forma molto alterata e fratturata. Tuttavia in alcuni casi si riscontrano caratteristiche afferenti ad un ammasso roccioso più sano, meno fratturato, con tonalità cromatiche tendenti al grigio e screziature biancastre riconducibili a vene di calcite.



## 5.4.2 Modello geotecnico

### ➤ 5.4.2.1 Coltre eluvio-colluviale

La tipologia di intervento prevista induce, in generale, a ritenere sufficiente una modellazione geotecnica sulla base di esperienze acquisite su analoghi materiali, tramite indagini e studi in aree del genovesato con caratteristiche simili.

In riferimento al modello geologico proposto nel paragrafo precedente si possono sinteticamente fornire parametri di seguito riportati.

#### **Livello 1 - Coltre detritica e/o materiali di riporto:**

Peso di volume (stima): 1.70-1.80 t/mc

Comportamento : granulare/misto

Spessore (stima): da 0.00 a >3.00 m

Classificazione AGI : sciolto-moderatamente addensato

Angolo di res. al taglio efficace medio  $\varphi'_m$  (stima) : 25° - 26°

Coesione non drenata Cu: 0.05-0.07 kg/cmq

Coesione drenata C' (1/20 Cu) : 0,00 kg/cmq

#### **Livello 2 - Eluvio del substrato:**

Peso di volume (stima): 1.90-2.00 t/mc

Comportamento: coesivo-misto

Spessore (stima): 0.00 - 4.00 m

Classificazione AGI : m. duro - m. addensato

Coesione media: 0.25-0.30 kg/cmq

Angolo di Res.al taglio medio  $\varphi'_m$ : 27° - 28°

### ➤ 5.4.2.2 Caratterizzazione geomeccanica dell'ammasso roccioso

#### **Livello 3 - Substrato roccioso sano**

In base alle osservazioni di campagna e alle ricerche bibliografiche espletate, si può ragionevolmente ritenere che il substrato roccioso, nell'area in esame, sia costituito principalmente da calcari marnosi ascrivibili alla Formazione del Monte Antola.



Queste rocce, sulla scorta dei numerosi dati disponibili provenienti da rilievi geomeccanici condotti sugli stessi litotipi in analoghi contesti del Bacino del T. Bisagno, secondo la classificazione di Bieniawski possono essere caratterizzate come segue:

BRMR	: 49
RMR corretto	: 44
classe della roccia	: III (mediocre)
peso di volume ( $\gamma$ )	: 24-26 kN/mc
angolo di attrito ( $\varphi$ )	: 29°

Si sottolinea, comunque, che nei settori in cui sono previsti interventi di natura strutturale rilevanti (Area ripetitore RAI, Area sosta 1 e Area sosta 2) sono state eseguite specifiche indagini geognostiche, che hanno permesso di individuare la profondità del substrato roccioso, le caratteristiche geotecnico-geomeccaniche dei materiali presenti in sito e la risposta sismica locale, utili a fornire al Progettista delle strutture gli elementi necessari al corretto dimensionamento delle opere.

Per l'elaborazione e l'interpretazione dei dati risultanti dalle indagini effettuate, si rimanda agli elaborati (*R024: RAI - Relazione Indagini di Dettaglio Geologiche e Geotecniche ; R025: RAI - Relazione Geotecnica e Sismica; R034: Sosta 1 - Relazione Indagini di Dettaglio Geologiche e Geotecniche ; R035: Sosta 1 - Relazione Geotecnica e Sismica; R043: Sosta 2 - Relazione Indagini di Dettaglio Geologiche e Geotecniche ; R044: Sosta 2 - Relazione Geotecnica e Sismica*) a corredo del progetto strutturale redatto a cura dell'Ing. Marco Pedemonte.

## 6.0 ZONAZIONE SISMICA

Benché non sia possibile definire in modo univoco l'area d'interesse data l'estensione del percorso "S1", nel successivo *Paragrafo 6.1* verrà indicativamente fornita la caratterizzazione sismica del comparto. Anche in questo caso, per i settori in cui sono previsti interventi di natura strutturale rilevanti (Area ripetitore RAI, Area sosta 1 e Area sosta 2), si rimanda agli elaborati (*R024: RAI - Relazione Indagini di Dettaglio Geologiche e Geotecniche ; R025: RAI - Relazione Geotecnica e Sismica;*



R034: Sosta 1 - Relazione Indagini di Dettaglio Geologiche e Geotecniche ; R035: Sosta 1 - Relazione Geotecnica e Sismica; R043: Sosta 2 - Relazione Indagini di Dettaglio Geologiche e Geotecniche ; R044: Sosta 2 - Relazione Geotecnica e Sismica) a corredo del progetto strutturale redatto a cura dell'Ing. Marco Pedemonte.

## 6.1 Zonazione sismica

Il Comune di Genova risulta inserito in classe sismica 3 (D.G.R. 216/17).

In base alle risultanze delle osservazioni di campagna eseguite ed all'assetto morfologico dei luoghi, si ritiene che l'area di interesse si possa cautelativamente inserire in categoria topografica "T3" e che, pur non avendo effettuato indagini specifiche in sito, il terreno con cui si interagirà sia classificabile, nel suo complesso, di tipo "A", costituito da materiali di copertura, al di sotto della base di fondazione delle opere in progetto, di spessore non superiore a 3 metri, giacenti su un substrato più rigido (N.T.C. D.M. 17/01/2018).

### 6.1.1 Parametri sismici

Si forniscono di seguito, a titolo meramente indicativo, i seguenti parametri sismici riferibili ad un terreno di categoria A:

Tipo di elaborazione: stabilità dei pendii/fondazioni

Sito in esame:

latitudine:	44,441554
longitudine:	8,931468
Classe:	3
Vita nominale:	50

Siti di riferimento:

Sito 1 ID:	16695	Lat:	44,4450	Lon:	8,8684	Distanza:	5017,761
Sito 2 ID:	16696	Lat:	44,4477	Lon:	8,9383	Distanza:	870,872
Sito 3 ID:	16918	Lat:	44,3977	Lon:	8,9421	Distanza:	4944,580
Sito 4 ID:	16917	Lat:	44,3950	Lon:	8,8723	Distanza:	6987,105



Parametri sismici:

Categoria sottosuolo:	A
Categoria topografica:	T3
Periodo di riferimento:	75 anni
Coefficiente cu:	1,5

Operatività (SLO):

Probabilità di superamento:	81 %
Tr:	45 [anni]
ag:	0,029 g
Fo:	2,526
Tc*:	0,204 [s]

Danno (SLD):

Probabilità di superamento:	63 %
Tr:	75 [anni]
ag:	0,036 g
Fo:	2,545
Tc*:	0,225 [s]

Salvaguardia della vita (SLV):

Probabilità di superamento:	10 %
Tr:	712 [anni]
ag:	0,083 g
Fo:	2,521
Tc*:	0,290 [s]

Prevenzione dal collasso (SLC):

Probabilità di superamento:	5 %
-----------------------------	-----



Tr:	1462 [anni]
ag:	0,107 g
Fo:	2,508
Tc*:	0,296 [s]

#### Coefficienti Sismici:

SLO	SLD	SLV	SLC
Ss: 1,000	Ss: 1,000	Ss: 1,000	Ss: 1,000
Cc: 1,000	Cc: 1,000	Cc: 1,000	Cc: 1,000
St: 1,200	St: 1,200	St: 1,200	St: 1,200
Kh: 0,007	Kh: 0,009	Kh: 0,020	Kh: 0,035
Kv: 0,003	Kv: 0,004	Kv: 0,010	Kv: 0,017
Amax: 0,340	Amax: 0,419	Amax: 0,976	Amax: 1,260
Beta: 0,200	Beta: 0,200	Beta: 0,200	Beta: 0,270

## 7.0 FATTORI DEL VINCOLO IDROGEOLOGICO

Per quanto riguarda i fattori del vincolo idrogeologico si possono fare le seguenti considerazioni generali.

### 7.1 Regime delle acque

La realizzazione del percorso carrabile S1 e delle opere accessorie prevede particolare cura ed attenzione alla regimazione delle acque, attualmente incontrollata in diversi tratti del tracciato e lungo i limitrofi versanti. Verranno, quindi, rimosse porzioni di asfalto e cemento attualmente presenti e, come indicato nel precedente *Capitolo 4.0*, saranno messi in opera opportuni sistemi per il convogliamento e lo smaltimento delle acque meteoriche che interesseranno il sedime stradale e i versanti nell'intorno, con sostanziale miglioramento per questo fattore del vincolo.



## 7.2 - Stabilità del versante e morfologia dei luoghi

Rimandando ad eventuali approfondimenti che si rendessero necessari nella fase di progettazione esecutiva o perfino in corso d'opera, si possono già fornire le principali indicazioni di carattere generale, quali:

- tenere in debita considerazione i parametri geotecnici e geomeccanici dei materiali presenti in sito, in funzione della necessità di effettuare sbancamenti rilevanti e/o di fondare le eventuali opere previste, come, ad esempio, gabbionate, terre rinforzate, ecc.;
- prestare particolare attenzione già in fase di cantierizzazione, soprattutto laddove si vada ad operare in aree interessate da importanti accumuli detritici (frane quiescenti, frane stabilizzate, ecc.), eseguendo gli eventuali sterri a campioni di dimensioni limitate e facendo passare il minor tempo possibile tra l'esecuzione dello scavo e la realizzazione delle adeguate opere di sostegno;
- limitare, in fase esecutiva, quanto più possibile le vibrazioni dovute ai macchinari utilizzati, valutando di volta in volta l'eventuale necessità di procedere alla pulizia e al disaggio di pareti rocciose potenzialmente instabili e/o alla messa in sicurezza dei tratti di versante più acclivi, a tutela, in particolare, degli operatori impegnati nei lavori;
- tenere in debita considerazione l'eventuale presenza di manufatti nell'intorno del sedime d'intervento, ivi compresi le stesse Mura Storiche e i Forti, onde evitare danneggiamenti degli stessi;
- non eseguire operazioni durante o immediatamente dopo intensi e/o prolungati eventi meteorologici;
- eliminare, una volta ultimati gli interventi, le piste provvisorie di cantiere, operando un adeguato ripristino morfologico dell'area, anche mediante opere di ingegneria naturalistica.

Così operando si ritiene che non si verificheranno problemi durante l'esecuzione dei lavori e che la stabilità del versante trarrà sicuro giovamento dal completamento degli interventi previsti.



### 7.3 - Copertura vegetale

La realizzazione dei lavori prevede l'abbattimento di un rilevante numero di alberi e arbusti; si avrà comunque cura di salvaguardare le essenze vegetali di pregio che dovessero occasionalmente interferire col tracciato "S1", procedendo alla rimozione e successiva ripiantumazione delle stesse.

Rimandando per quanto riguarda questa tematica allo specifico progetto elaborato in collaborazione con il Settore Verde Pubblico e Spazi Urbani del Comune di Genova, si ritiene, in definitiva, che anche questo fattore del vincolo non subirà modifiche di carattere negativo a seguito del completamento dei lavori in oggetto.

### 8.0 CONCLUSIONI

La realizzazione della strada forestale "S1" in oggetto, carrabile, ma aperta al transito veicolare solo per mezzi di soccorso e di approvvigionamento, si colloca nell'ambito di un progetto più ampio volto al recupero, alla riqualificazione e alla valorizzazione delle vallate genovesi e non solo.

Questa tematica è fondamentale per imporre una svolta allo stato di abbandono e di degrado del territorio dell'entroterra genovese nonché all'ormai sistematica chiusura di attività commerciali legate alla ristorazione, ad attività agricole e ad attività ludiche.

Gli interventi in progetto, consentiranno peraltro una generale regimazione e smaltimento delle acque bianche direttamente intercettate dal sedime stradale in progetto e dai limitrofi versanti, che allo stato attuale tendono in molti casi a ruscellare in maniera incontrollata, causando fenomeni erosivi e di dissesto.

La grande maggioranza delle opere previste è inquadrabile nell'ambito dell'Ingegneria Naturalistica ed ha come obiettivo la ricostituzione, almeno parziale, di un ambiente naturale degradato attraverso l'impiego della vegetazione locale, la sistemazione idrologica, il consolidamento del terreno e, più in generale, il recupero ambientale tramite l'inserimento di essenze vegetali arbustive autoctone ed opere verdi.

Ove sarà necessario allargare l'attuale sentiero con interventi di sterro e/o riporto,



o comunque laddove se ne ravvisi la necessità ai fini della stabilizzazione dei versanti verranno costruite opere di sostegno, sempre sfruttando tecniche di Ingegneria naturalistica quali, ad esempio, gabbionate e terre armate.

Si ritiene, quindi, che il complesso delle opere in progetto, come sopra descritte e meglio illustrate nei paragrafi precedenti, non solo costituiranno un primo fondamentale passo per riportare l'interesse culturale ed economico sull'entroterra genovese e metropolitano, sconfinando perfino in territori delle regioni limitrofe, ma rappresenteranno anche un importante strumento di prevenzione del dissesto idrogeologico.

In definitiva l'auspicio è quello che, attraverso la valorizzazione delle risorse paesaggistiche, storiche, economiche, si possa indurre un ritorno all'insediamento e alla frequentazione del territorio.



Il Capoprogetto  
Geol. Sara Bini

Il Coordinatore e  
Responsabile del Procedimento  
Geol. Giorgio Grassano

### I progettisti

Geol. Sara Bini:

- georeferenziazione dei tracciati, delle criticità e aree da valorizzare;
- informatizzazione dei dati morfologici, geologici e paesaggistici
- cartografazione dei percorsi a progetto e dei punti di valorizzazione
- cartografazione degli elementi geologici e geomorfologici

.....

Geol. Antonietta Franzè

Geol. Stefano Bruzzone

- Studi geologici, geomorfologici e idrogeologici
- progettazione degli interventi di sistemazione dei percorsi, di stabilizzazione delle aree in dissesto e della regimazione delle acque bianche;
- progettazione della cartellonistica e della segnaletica dei percorsi.

Ing. Marianna Reggio

- Studi idraulici e progettazione interventi di regimazione dei rivi attraversati dai percorsi.

Arch. Giulia Sasso

- studi paesaggistici delle zone di intervento
- progettazione architettonica - paesaggistica per la valorizzazione dei percorsi e delle aree attrezzate;
- Relazione Paesaggistica
- Relazione sulle bellezze paesaggistiche e sulle strutture storiche dei percorsi

Collaboratrici:

Arch. Giorgia Franchina

Arch. Giovanna Blasi