STUDIO ASSOCIATO BELLINI
G e o l o g i

COMUNE di GENOVA
DIREZIONE FACILITY MANAGEMENT

SISTEMAZIONE IDRAULICA DEL RIO PENEGO
E CONTESTUALE REALIZZAZIONE DI NUOVA VIABILITÀ PUBBLICA



RELAZIONE GEOLOGICA
PROGETTO PRELIMINARE

Dicembre 2021

Prof. Dott. Geol. Alfonso Bellini - Dott.ssa Geol. Valeria Bellini
16121 Genova - Via Galata, 9/1 - Tel. e Fax 010.586.503 - E-mail: info@studioassociatobellini.eu
Codice Fiscale e Partita IVA 01270990995

INDICE

1. PREMESSA. 3

2. RIFERIMENTI NORMATIVI. 3

2.1. RAPPORTI CON IL PIANO DI BACINO DELL'AMBITO 14 PER GLI ASPETTI INERENTI LA SUSCETTIVITÀ AL DISSESTO E LE FASCE DI INONDABILITÀ. 6
2.2. RAPPORTI CON IL P.U.C. DEL COMUNE DI GENOVA PER GLI ASPETTI INERENTI LA ZONIZZAZIONE GEOLOGICA DEL TERRITORIO E LA MICROZONAZIONE SISMICA. 11

3. LINEAMENTI GENERALI DELLA ZONA. 14

3.1. ELEMENTI GEOMORFOLOGICI. 14
3.2. ELEMENTI LITOLOGICI E STRUTTURALI. 17
3.3. IDROGEOLOGIA. 19

4. INDAGINI GEOGNOSTICHE PREESISTENTI. 22

5. CARATTERISTICHE PROGETTUALI DELL'INTERVENTO. 23

5.1. TOMBINATURA. 25
5.2. APPOGGI FONDAZIONALI. 26
5.3. RILEVATO STRADALE. 27

6. PROGRAMMA INDAGINI GEOGNOSTICHE, GEOTECNICHE E GEOFISICHE. 28

7. CONSIDERAZIONI CONCLUSIVE. 30

8. ELENCO ALLEGATI. 31

1. PREMESSA.

Su incarico dell'Amministrazione Comunale è stata condotta un'indagine geologica di dettaglio nella vallecola del Rio Penego, a Genova - Quarto, dove è prevista la sistemazione idraulica del Rio Penego e la contestuale realizzazione di un nuovo tratto di viabilità urbana, tra l'innesto "a monte" verso Via Monaco Simone e l'immissione "a valle" su Corso Europa, all'altezza del civ. n° 852, in corrispondenza delle stazioni di distribuzione carburanti "Esso" e "Shell".

Il presente studio ha analizzato gli elementi litologico-strutturali, geomorfologici e idrogeologici dell'area, al fine di valutare, in via preliminare, le problematiche dell'area, in attesa di analizzare, rispetto alle caratteristiche del progetto in esame, le risultanze di una campagna di indagini geognostiche appositamente realizzata sulla base del programma illustrato a seguire.

La presente fase di indagine ha comportato un rilevamento di dettaglio dell'area ed ha potuto usufruire, in via preliminare, dei dati di una serie di indagini geognostiche eseguite all'epoca dei primi studi condotti sulla zona negli anni 1995-1996.

2. RIFERIMENTI NORMATIVI.

Per lo svolgimento del presente studio sono state prese a riferimento le seguenti normative:

- D.M. 17.01.18 Aggiornamento delle "Norme Tecniche per le Costruzioni";
- Circolare 21 gennaio 2019 n.7 " Istruzioni per l'applicazione dell'«Aggiornamento delle "Norme Tecniche per le Costruzioni"» di cui al Decreto Ministeriale 17 gennaio 2018″;

- D.G.R. Regione Liguria 216/2017 “Aggiornamento classificazione sismica del territorio della Regione Liguria”;
- Piano di Bacino stralcio per l’assetto idrogeologico Ambito 14, approvato con Delibera del Consiglio Provinciale n. 66 del 12/12/2002, comprese le successive modifiche fino all’attuale vigenza;
- P.U.C. del Comune di Genova, approvato con D.D. n. 2015/118.0.0./18, in vigore dal 03.12.2015, con recepimento della Pianificazione di Bacino fino al 31.12.2019. Tale Piano è stato preso come riferimento per gli aspetti relativi a: microzonazione sismica di primo livello, zonizzazione e suscettività d’uso, norme geologiche di attuazione;
- D.G.R. n. 507 del 21.06.2019 “Adozione nuovo reticolo idrografico regionale”;

Si precisa, inoltre, che la zona presa in esame è sottoposta a vincolo idrogeologico (Figura 1), ai sensi del R.D.L. 3267/23 e della L.R. 4/99, come confermato dal Piano di Bacino vigente.

Si tralascia, in questa sede, qualsiasi ulteriore considerazione in merito a eventuali vincoli paesaggistici, urbanistici e edilizi, che attengono altre competenze.

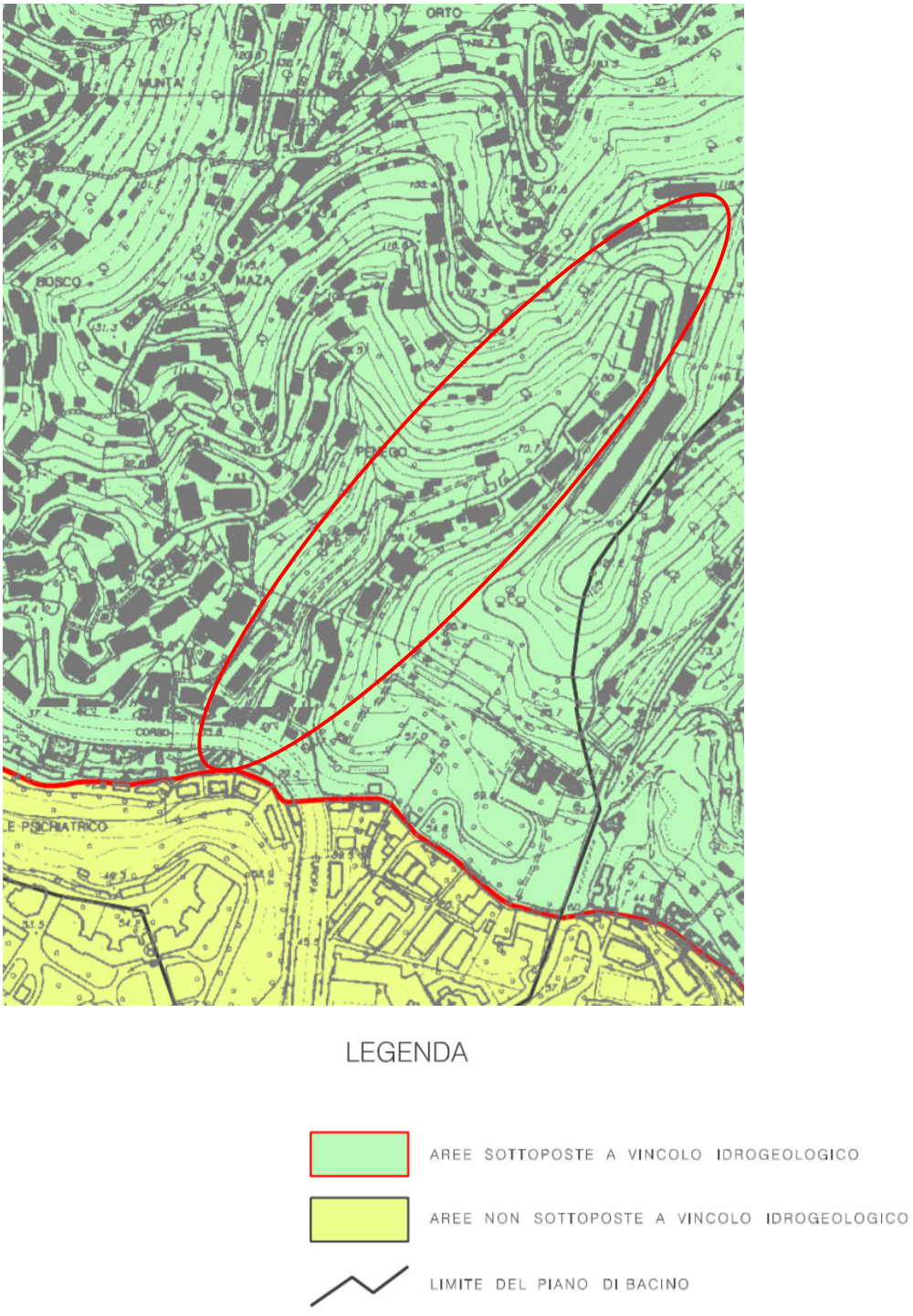


Figura 1: Estratto fuori scala della "Carta delle aree sottoposte a Vincolo Idrogeologico" del vigente Piano di Bacino stralcio dell'Ambito 14.

2.1. Rapporti con il Piano di Bacino dell'Ambito 14 per gli aspetti inerenti la suscettività al dissesto e le fasce di inondabilità.

L'area oggetto di intervento è compresa nel territorio di competenza del Piano di Bacino stralcio dell'Ambito 14 e risulta classificata a suscettività al dissesto bassa (Pg1) e molto bassa (Pg0), non essendo interessata da alcun fenomeno di instabilità, né da problematiche geomorfologiche (Figura 2). In tali aree le Norme di Attuazione del Piano di Bacino rimandano ai Comuni, nell'ambito della normativa geologica degli strumenti urbanistici, la definizione della loro disciplina specifica e non pongono vincoli di fattibilità per la proposta progettuale in esame.

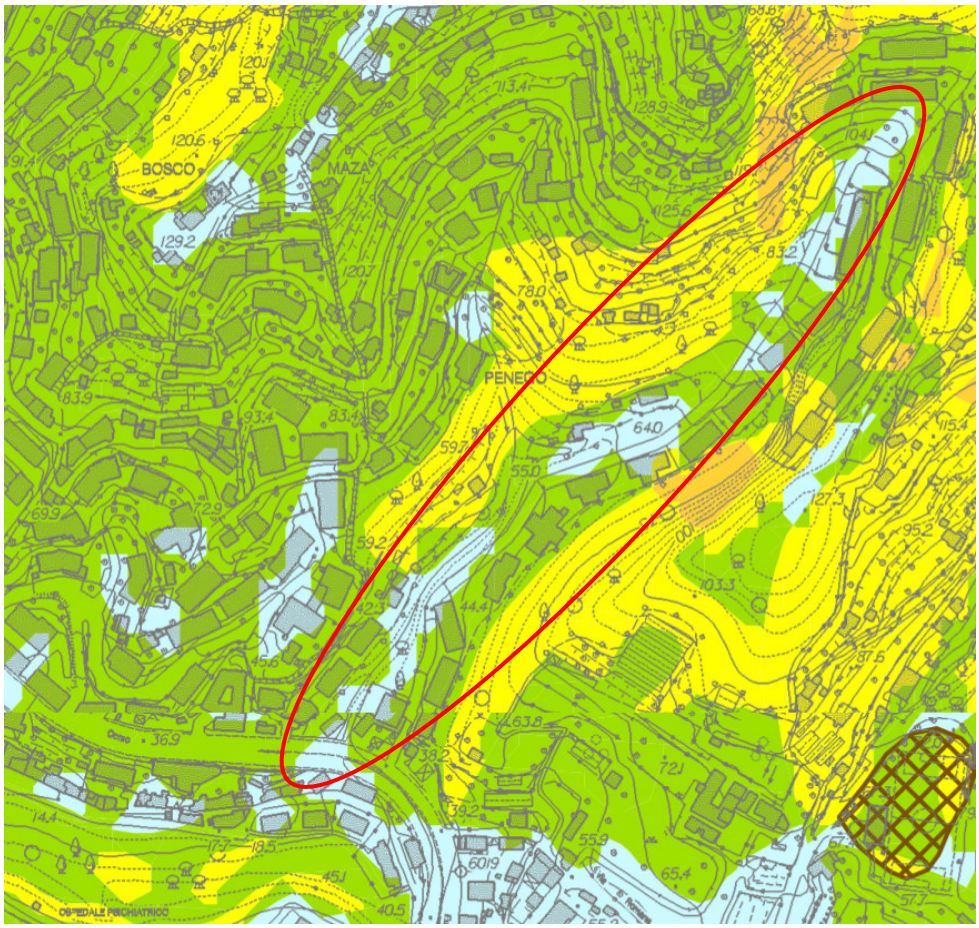


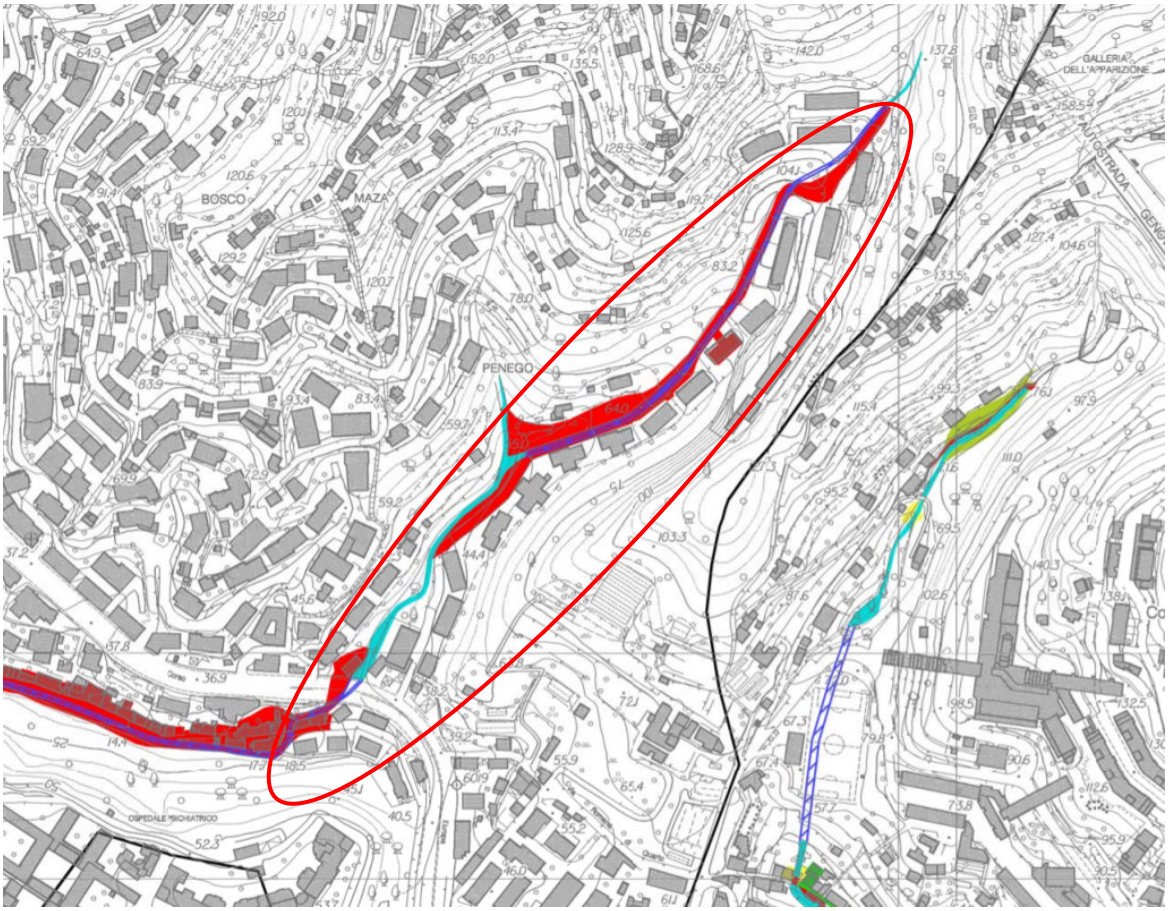


Figura 2: Estratto fuori scala della vigente "Carta della Suscettività al Dissesto" del Piano di Bacino stralcio dell'Ambito 14.

Per quanto riguarda la pericolosità idraulica, l'area di studio è classificata in Fascia A dal Piano di Bacino, cioè in zona inondabile per eventi di piena con tempo di ritorno Tr = 50 anni (Figura 3).

Infatti, la tombinatura del Rio Penego è gravemente insufficiente ed è necessario l'adeguamento idraulico per consentire la messa in sicurezza della zona rispetto al rischio idraulico.

Le tematiche idrauliche, anche per quanto attiene gli aspetti normativi e la valutazione dell'ammissibilità dell'intervento, vengono demandate integralmente alla relazione specialistica di argomento e non sono trattate nel presente documento.



LEGENDA

	Face fluviali:	Norme di attuazione:
	Fascia A	Art. 15, c. 2
	Fascia A*	Art. 15, c. 4 bis
	Fascia B	Art. 15, c. 3
	Fascia B* (Aree storicamente inondate in tratti non indagati o con indagini insufficienti)	Art. 15, c. 4 bis
	Fascia C	Art. 15, c. 4
	Fascia C (Aree storicamente inondate in tratti indagati)	Art. 15, c. 4
	Fascia C (Aree ex inondabili)	Art. 15, c. 4
	Alveo: a cielo aperto tombinato	Art. 13
	Aree normate anche da altro Piano di bacino limitrofo (si applica la norma più restrittiva)	
	Criticità idrauliche puntuali: Manufatto o copertura non verificata per T = 50 anni Manufatto o copertura non verificata per T = 200 anni Manufatto o copertura non verificata per T = 500 anni	
	Proiezione dei viadotti	
	Limite del Piano di bacino	

Figura 3: Estratto fuori scala della vigente "Carta delle Fasce di inondabilità" del Piano di Bacino stralcio dell'Ambito 14.

Infine, rispetto al Reticolo Idrografico Regionale (Figura 4), come tracciato dalla D.G.R. 507/2019, l'area di intervento è percorsa dal Rio Penego e dal suo affluente destro, il Rio Zucchella.

Il Rio Penego si sviluppa lungo una valle con andamento prevalente NE-SW, mentre il Rio Zucchella presenta un asse N-S.

Nei tratti a cielo aperto, entrambi i rivi mostrano un alveo prevalentemente incassato in roccia, o comunque con roccia affiorante.

Nel tratto immediatamente a monte della confluenza con il Rio Zucchella, il Rio Penego è tombinato e la valle è parzialmente riempita.

Il rivo è poi nuovamente tombinato più a valle, a partire dall'intersezione con Corso Europa e si unisce al Torrente Sturla in corrispondenza dell'incrocio tra Via Nino Franchi e la Via Romana di Quarto.

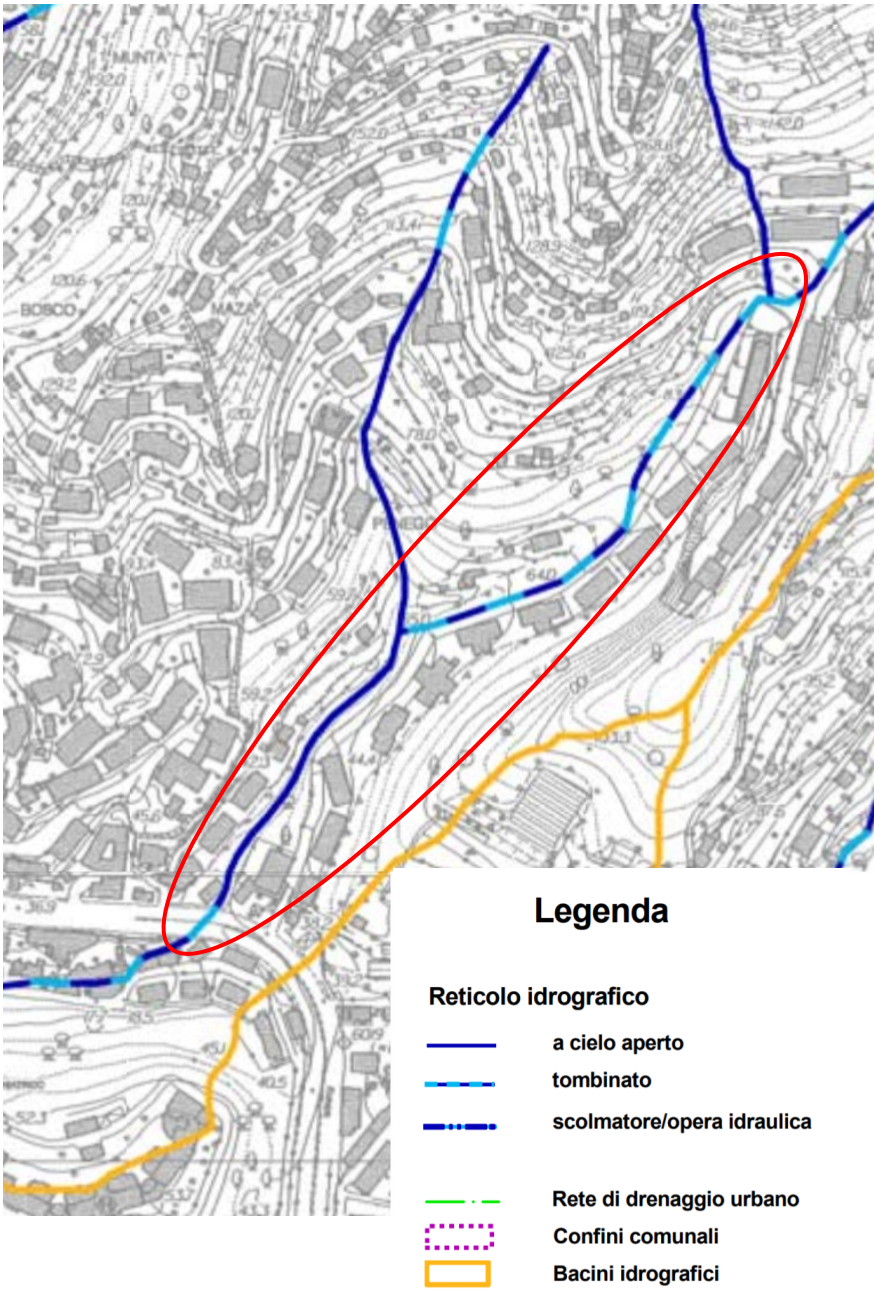


Figura 4: Estratto fuori scala della "Carta del Reticolo Idrografico Regionale" di cui alla D.G.R. 507 del 21.06.2019.

2.2. Rapporti con il P.U.C. del Comune di Genova per gli aspetti inerenti la zonizzazione geologica del territorio e la microzonazione sismica.

Nell'ambito degli studi geologici del P.U.C. del Comune di Genova è stata redatta la carta di zonizzazione e suscettività d'uso, che suddivide il territorio comunale in classi a diverso grado di "fragilità", per gli aspetti geologici, geomorfologici e idrogeologici, alle quali si associa una normativa geologica di riferimento che stabilisce l'ammissibilità degli interventi in rapporto al contesto e il grado di approfondimento delle indagini da eseguire.

Con riferimento alla presente zonizzazione, la proposta progettuale in esame ricade quasi esclusivamente in zona B urbanizzata, cioè con suscettività d'uso parzialmente condizionata. Fanno eccezione alcune fasce di ridotta estensione situate all'altezza della confluenza dei due rivi e in corrispondenza di alcune zone terrazzate situate nella porzione meridionale dell'area di intervento, che invece ricadono in zona C e D, cioè rispettivamente con suscettività d'uso limitata e limitata o condizionata all'adozione di cautele specifiche (Figura 5). Tuttavia si sottolinea che tali aree sono semplicemente caratterizzate da condizioni locali di pendenza marcata e pertanto non hanno alcun risvolto sulla fattibilità dell'intervento proposto.

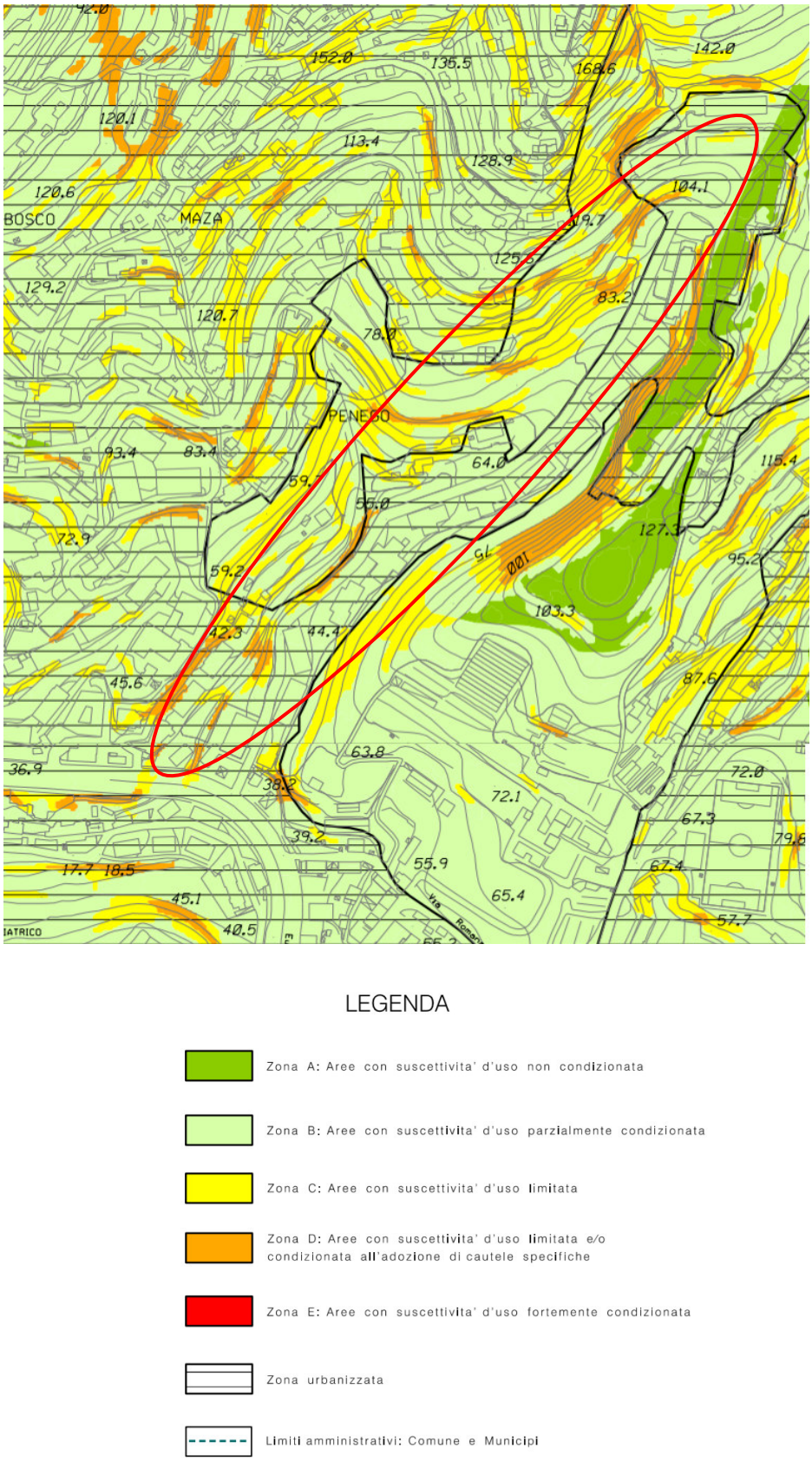


Figura 5: Estratto fuori scala della "Carta di zonizzazione e suscettività d'uso" del PUC 2015 vigente.

Infine, per quanto riguarda la microzonazione sismica, il sito oggetto di intervento ricade, in zona stabile di tipo A2, cioè caratterizzata da substrato lapideo stratificato affiorante o sub affiorante, con Vs30 > 800 m/s e con acclività < 15° (Figura 6).

Si aggiunge che Il Comune di Genova è classificato in zona sismica 3 con Pga 015g dalla D.G.R. 216/2017.

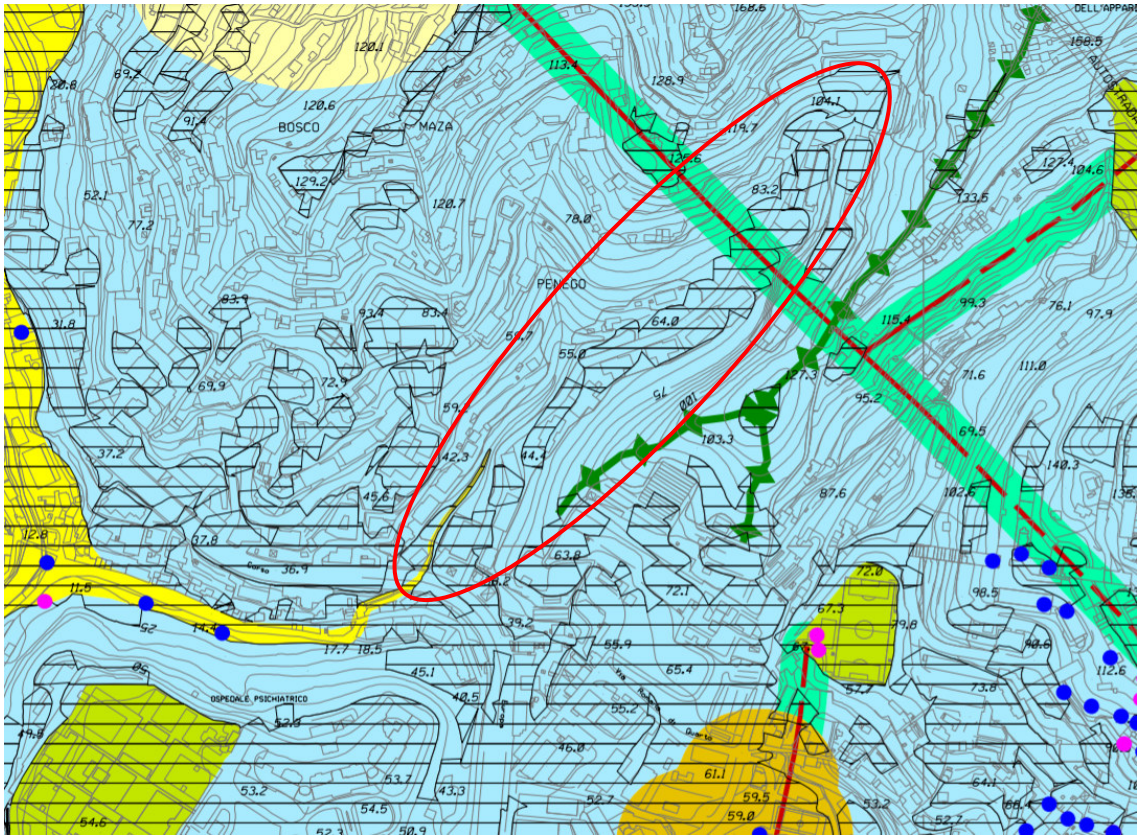




Figura 6: Estratto fuori scala della "Carta delle microzone omogenee in prospettiva sismica" (MOPS) del PUC 2015 vigente.

3. LINEAMENTI GENERALI DELLA ZONA.

3.1. Elementi geomorfologici.

Il tratto vallivo preso in esame, inciso dal Rio Penego, si sviluppa con andamento NordEst - SudOvest a monte di Corso Europa, parallelamente al percorso di Via Shelley (**ALL.1**: corografia in scala 1:5.000).

Il profilo trasversale della valle presenta una netta asimmetria: il versante destro è caratterizzato da una pendenza medio-bassa che ha consentito, anche per la favorevole esposizione a Sud/Est, lo svolgimento, in

passato, di una certa attività agricola che ne ha determinato la sistemazione con terrazzamenti, contenuti da muri in pietrame a secco. L'abbandono di tali attività e la mancanza di interventi di presidio e manutenzione hanno favorito, negli anni, la crescita di fitta vegetazione infestante, con degrado e crollo delle alberature, cui si associa uno stato di dissesto evidente nelle murature a secco, fenomeni erosivi superficiali e scalzamento del terreno, ai quali contribuisce, non poco, il frequente passaggio di cinghiali.

Per contro, il versante sinistro è caratterizzato da una netta accentuazione dell'acclività e presenta modifiche morfologiche dovute alla realizzazione della Via Shelley e degli edifici a margine.

In senso longitudinale, la vallecola del Rio Penego, nel tratto compreso tra Corso Europa e la confluenza con il Rio Zucchella, affluente di destra, presenta un profilo in debole pendenza, con alveo inciso continuativamente nella roccia di substrato e modeste deposizioni laterali di sedimenti alluvionali terrazzati, misti a coltri detritiche, con particolare interessamento della sponda destra. In sinistra, invece, il percorso del rivo lambisce localmente i muraglioni di sostegno a valle della Via Shelley, dove si riscontra la presenza di coltri eluvio-colluviali rimaneggiate e integrate da detriti di riporto, risalenti all'epoca di costruzione degli edifici lungo la strada a monte.

Una ventina di metri a monte della confluenza con il Rio Zucchella si osserva la bocca di uscita del tombino entro cui scorre il Rio Penego per tutto il restante tratto interessato dalla strada in progetto. Da questo punto e verso monte, fino al tornante di innesto sulla viabilità esistente, oltre il civ. 79 di Via Shelley, la valle risulta riempita fino alla quota della strada citata, con materiali detritici derivanti, presumibilmente, dagli scavi effettuati per la realizzazione degli edifici.

Come rappresentato sul Dis. 20, allegato fuori testo, dal titolo "Carta degli Elementi Geologici, Geomorfologici e Idrogeologici", in scala 1.500, lungo il tratto di valle colmata, il substrato affiora puntualmente in versante destro, alla base dei muri a secco dei terrazzamenti (di altezza mediamente variabile tra 1.00 m e 2.00 m) e in corrispondenza del tratto sterrato di Via

Piero Frangioni. Lo spessore massimo delle coltri corrisponde all'altezza dei muri e si azzera progressivamente alla radice delle fasce.

Le condizioni di stabilità dell'area appaiono complessivamente soddisfacenti e non sono stati individuati motivi di dissesto in atto e/o potenziali, tranne crolli parziali dei muri di fascia e limitati fenomeni di cedimento della strada pedonale Frangioni, per erosione spondale del rivo negli estradossi dei tratti curvi.

Si ritiene unicamente di segnalare la presenza di una modesta attività erosiva del Rio Zucchella, nel tratto d'innesto nel Rio Penego, a causa del notevole aumento della pendenza dell'alveo (Figure 7 e 8). Altro fenomeno di erosione spondale accentuata si segnala in sinistra, al limite di valle dell'area di intervento, dove il rivo ha scalzato la scarpata in detriti e roccia, in posizione di estradosso di un tratto curvo, provocando il progressivo cedimento del materiale verso il corso d'acqua



Figura 7: Erosione spondale e sottoescavazione del muro di sponda sinistra presso la confluenza tra il Rio Zucchella e il Rio Penego.



Figura 8: Erosione in alveo e crollo del muro di sponda sinistra lungo il Rio Penego, a valle della confluenza con il Rio Zucchella.

Pur non evidenziandosi, dunque, fenomeni di instabilità in grado di alterare il sostanziale equilibrio geomorfologico della valle, il contesto ambientale dell'area risulta piuttosto degradato, per la carenza di interventi di manutenzione sulle murature a secco e di pulizia lungo la strada pedonale Frangioni e in alveo, dove si osserva la presenza di sfascio vegetale e detriti trasportati dal corso d'acqua durante le piene e localmente accatastati lungo le sponde, che indicano come il rivo sia interessato da un consistente trasporto solido di cui si dovrà tenere conto nella progettazione della nuova tombinatura.

3.2. Elementi litologici e strutturali.

Il substrato roccioso dell'area investigata è costituito da calcari marnosi appartenenti alla formazione dei Calcari di Monte Antola, affioranti

diffusamente lungo l'alveo del corso d'acqua, a valle e a monte del tratto tombinato, in sponda destra, tra i muri dei terrazzamenti, lungo alcuni tratti di Via Piero Frangioni e in sponda sinistra, sul versante retrostante gli edifici di Via Shelley.

Per quanto concerne le condizioni strutturali dell'ammasso, si rileva un generalizzato assetto monoclinale degli strati, con direzione NordEst/SudOvest e inclinazione verso Sud/Est, con angoli variabili tra 20 e 60 gradi.

L'assetto giaciturale sopra esposto dispone la formazione a franapoggio obliquo nei confronti del pendio, alla base del versante destro del Rio Penego, ossia sfavorevolmente ai fini della stabilità.

Per contro in versante sinistro del Rio Zucchella e in versante sinistro del Rio Penego, gli strati rocciosi sono disposti a reggipoggio obliquo nei confronti del versante, ossia favorevolmente ai fini della stabilità.

La formazione calcarea, che nella zona presenta frequenti intercalazioni di marnoscisti e argilloscisti, denota uno spinto stato di fratturazione, con predominanza di due sistemi di frattura tra loro quasi perpendicolari, ortogonali allo strato e con inclinazioni mediamente superiori a 70°.

Per quanto concerne, infine, i fenomeni di alterazione del substrato, presenti soprattutto a carico delle intercalazioni di argilloscisti, essi appaiono confinati nei primi metri più superficiali, fatta salva l'esistenza di fasce di spinta fratturazione e alterazione, localizzate in corrispondenza di lineazioni tettoniche orientate circa Est/Ovest, trasversalmente all'asse vallivo.

Con riferimento ai materiali sciolti delle coperture, è evidente l'origine eluvio-colluviale della coltre, caratterizzata da una granulometria grossolana, con abbondante scheletro lapideo centimetrico, in matrice limosa.

Lo spessore della coltre varia da un minimo alla radice dei terrazzamenti, dove spesso affiora il substrato, a un massimo di 2.00 m in corrispondenza dei muri a secco.

Oltre ai terreni sciolti naturali, sono presenti, come visto, accumuli artificiali eterogenei, derivanti dai movimenti terra eseguiti per la costruzione degli edifici che affacciano sulla Via Shelley. Anche in questo caso si tratta mediamente di granulometrie grossolane e miste, dove la percentuale di scheletro lapideo è alta. Analoga composizione caratterizza il rilevato su cui è impostata la Via Shelley, in copertura al tombino del Rio Penego.

3.3. Idrogeologia.

Lo schema dei deflussi superficiali fa riferimento unicamente alle due vie preferenziali di smaltimento rappresentate dal Rio Penego e dal suo affluente Rio Zucchella. Entrambi i rivi sono caratterizzati da un regime di tipo torrentizio, con deflusso minimo nelle stagioni secche e soggetti a piene significative in concomitanza con eventi piovosi intensi. Entrambi i rivi, inoltre, ricevono scarichi artificiali da tubazioni, pluviali, ecc. della rete di smaltimento nella zona urbanizzata al contorno. Non si escludono, inoltre, apporti fognari. E' stata, infatti, constatata la presenza di acque schiumose e maleodoranti all'altezza della confluenza tra i due rivi.

Entrambi i corsi d'acqua esercitano un’attività prevalentemente erosiva, comprovata dalla presenza di ampi tratti di alveo strutturati in roccia, con salti di pendenza e fenomeni di scalzamento alla base delle sponde, lungo gli estradossi dei tratti curvilinei.

Per quanto concerne la circolazione idrica sotterranea, essa appare di modesta entità, in quanto le coperture detritiche sono di spessore contenuto e a distribuzione discontinua e non consentono l'instaurarsi di una falda idrica. Inoltre, il substrato roccioso, permeabile per fratturazione e fessurazione, assicura lo smaltimento delle acque di infiltrazione in profondità.

L'esame dei luoghi a seguito di un evento piovoso ha permesso di accertare la sussistenza di una via d'acqua subcorticale nella parte inferiore del tratto vallivo considerato, poco a valle del civ. 8 di Via Piero Frangioni, dove sistematicamente, dopo le piogge, si forma un’estesa e persistente zona di ristagno idrico lungo la strada, alimentata da una percolazione di acqua alla base del muro di fascia a monte.

Si individuano, inoltre, zone di impregnazione segnalate dalla presenza di vegetazione idrofila (soprattutto canneti) negli accumuli detritici a valle della Via Shelley (Figura 9) e in corrispondenza della confluenza del Rio Penego e del Rio Zucchella. Per la loro alimentazione non si escludono comunque apporti artificiali derivanti dagli scarichi dei pluviali stradali e dagli edifici a monte.



Figura 9: Impregnazione idrica dei terreni superficiali che favorisce la crescita di canneti.

Con specifico riferimento agli aspetti idrogeologici correlati all'intervento proposto, si pongono in evidenza i seguenti aspetti.

- ❑ L'alveo del Rio Penego, nel tratto inferiore non tombinato, risulta impostato per intero nel substrato roccioso.
- ❑ La pendenza dell'asta torrentizia é modesta a valle del tratto tombinato e aumenta verso monte.

- Non sono presenti sul versante destro vie preferenziali di deflusso superficiale; le acque scendono per ruscellamento diffuso, solo parzialmente disciplinato dalla sistemazione delle coltri con terrazzamenti.
- Per contro, in versante sinistro, in corrispondenza del muro di sostegno di Via Shelley, vengono a giorno tubi fognari che rilasciano gli scarichi al piede del muro stesso.
- Inoltre sono molti di deflussi sotterranei intubati e incanalati, ma anche dispersi, che convergono verso il tombino di fondo, provenienti dalla strada e dagli edifici soprastanti. Non si tratta solo di acque bianche, bensì sono stati accertati anche apporti impropri di acque nere.

4. INDAGINI GEOGNOSTICHE PREESISTENTI.

Per lo svolgimento del presente studio sono state acquisite le risultanze di indagini geognostiche eseguite nella medesima area ad altro titolo.

Si tratta di due sondaggi meccanici a rotazione posizionati nel terrapieno antistante il civ. 1 di Via Shelley e di cinque pozzetti geognostici approfonditi fino al reperimento del substrato roccioso e ubicati sul versante terrazzato in sponda destra del Rio Penego, nel tratto prossimo alla confluenza del Rio Zucchella.

Nell'**ALL. 2** sono fornite le relative stratigrafie di dettaglio.

In particolare, i pozzetti hanno confermato lo spessore estremamente contenuto delle coltri alla base del versante destro del Rio Penego, lungo la strada pedonale Piero Frangioni, dove la coltre raggiunge una potenza massima intorno al metro.

Anche nel settore basale del dosso interposto tra le vallecole del Rio Penego e del Rio Zucchella, il pozzetto ha accertato la presenza di una coltre detritica eluviale, di spessore inferiore a 1.00 m.

Per quanto attiene il versante sinistro del Rio Penego, all'imbocco di Via Shelley da Corso Europa, i due sondaggi geognostici ivi realizzati hanno evidenziato uno spessore complessivo di materiali sciolti (artificiali e naturali) di circa 10 metri.

Litologicamente i riporti e i terreni della coltre naturale appaiono simili e definiti da una matrice limoso-argillosa inglobante frammenti lapidei a granulometria variabile, con alternanze di livelli più coesivi e livelli prevalentemente aridi.

Il substrato roccioso, reperito a 10 metri di profondità, è localmente definito da alternanze di argilloscisti e calcari marnosi molto fratturati.

5. CARATTERISTICHE PROGETTUALI DELL'INTERVENTO.



Figura 10: planimetria di progetto.

Il progetto in esame prevede il collegamento tra Corso Europa e Via Monaco Simone, tramite la realizzazione di un nuovo tratto stradale lungo la valle del Rio Penego. La nuova viabilità si diparte da Corso Europa utilizzando l'innesto dell'esistente Via P.B. Shelley per staccarsi poi da detta Via e seguire un proprio tracciato che la fiancheggia a Nord/Ovest per tutta la lunghezza, mantenendosene leggermente scostata. In particolare il tracciato presenta le seguenti caratteristiche:

- nel primo tratto, di lunghezza 20 metri circa, immediatamente a monte del civ. n° 18 di Via P.B. Shelley è previsto un parziale rinterro;
- il tracciato devia quindi verso Nord/Ovest e prosegue su viadotto per una lunghezza di 200 m circa, attraversando la scarpata sottostante il mobilificio, in detriti naturali misti a riporti e superando il fondovalle si porta in sponda destra. Mantenendosi su tale sponda risale la valle con una struttura su impalcato di tipo stradale, con pile centrali, ovoidali, a circa 14 metri di distanza l'una dall'altra. La quota della livelletta stradale è vincolata dalla necessità di fornire accesso carrabile ai civici 6 e 8 di Via Frangioni;
- dalla progressiva 220 circa e fino al raccordo, alla progressiva 590, con la viabilità esistente all'altezza del civ. 79 di Via Shelley, la nuova strada prosegue su rilevato di altezza e sviluppo condizionati dall'andamento del terreno attuale, dal fatto di dover garantire gli accessi alle proprietà frontiste e dalla necessità di ridurre al minimo scavi e rinterri.

L'esecuzione del progetto prevede anche la totale dismissione del tombino del Rio Penego esistente nel tratto superiore della vallecola, dove si rilevano diverse criticità statiche e funzionali e la realizzazione di una nuova tombinatura, in corrispondenza dell'asse della nuova strada, nel tratto che corre su rilevato tra le progressive 225 e 590. Il tombino avrà sezione scatolare e sarà realizzata in opera con struttura in C.A., con spessore del fondo di 40 cm e con pareti e solette da 35 cm. Sfocerà nel tratto a cielo aperto lungo il corso attuale del rivo.

Gli elementi più significativi del progetto relativamente al fattore geologico, sono i seguenti:

❍ tombinatura del rivo;
❍ appoggi fondazionali del viadotto;
❍ formazione del rilevato stradale.

5.1. Tombinatura.

Nella condizione morfologica e geologica dei luoghi, si è visto che il rivo è inciso in continuo nel substrato roccioso, nel tratto inferiore della valle, tra Corso Europa e la confluenza del Rio Zucchella. Risalendo verso monte il tombino esistente è sottoposto al corpo del riempimento della Via Shelley e non è noto il substrato di appoggio. A margine di tale riempimento sarà impostato il nuovo tombino e la relativa ricarica di materiale fino alla quota della livelletta della nuova strada.

In questo caso è necessario che il tombino sia intestato nella roccia di fondo, ma bisogna accertare preliminarmente la quota della stessa e il relativo stato di conservazione.

Inoltre, poiché il nuovo tombino esclude e sostituisce integralmente il tratto esistente, è importante individuare e ricollegare eventuali ingressi laterali, a fronte di ruscellamenti diffusi defluenti lungo i pendii, oppure di scarichi della rete urbana connessa con gli insediamenti residenziali della valle. Occorre al proposito tenere presente che l'imposta del nuovo tombino è mediamente più alta del preesistente, che è attestato intorno alle quote del presunto piano campagna originario. Pertanto si consiglia di valutare l'opportunità di inserire nel collettore da dismettere tubazioni di drenaggio da mantenere attive, per garantire lo scorrimento di tutti quei deflussi provenienti dal versante laterale di cui non è nota la provenienza e di cui non è possibile individuare l'innesto sulla vecchia tombinatura ma che, spesso trovandosi a quote inferiori, rischiano, se scollegati, di disperdere scarichi e deflussi nel corpo del rilevato, con possibili conseguenti problemi di assestamento e instabilità.

Si suggerisce, inoltre, di posare lungo i fianchi del nuovo scatolare un materasso di materiale arido drenante eventualmente integrato da tubazioni di drenaggio microfessurate, allo scopo di allontanare le acque di infiltrazione nel corpo del rilevato, scaricandole nel rivo allo sbocco della tombinatura.

5.2. Appoggi fondazionali.

Le sezioni geologiche interpretative ricostruite nei tratti salienti della valle evidenziano come gli spessori delle coperture naturali siano assai contenuti. Alla quota dell'alveo è direttamente reperibile il substrato roccioso, sia lungo il Rio Penego, sia presso la confluenza con il Rio Zucchella.

Infatti, sulla base dei dati geologici e geomorfologici rilevati nel tratto inferiore della valle, nonché dalle risultanze dei pozzetti geognostici commentate ai paragrafi precedenti, si ricava che il substrato di roccia calcarea in variabile stato di conservazione, è affiorante pressoché in continuo, oppure è sormontato da spessori di coltri contenuti entro 1.00 m (cfr. Sezioni geologiche interpretative su profilo di stato attuale nn. 4 e 6 - Dis. 21). Soltanto sul fianco sinistro della valle, oltre ai muraglioni della Via Shelley, sono presenti materiali detritici rimaneggiati.

Le pile del viadotto pertanto, raggiungeranno direttamente la roccia alla quota di imposta. Dovrà preliminarmente esserne verificato lo stato di conservazione, alterazione e fratturazione per valutare la necessità di approfondire gli appoggi, sia per comprovare la portanza richiesta, sia per garantire un'adeguata difesa contro il rischio di scalzamento per erosione spondale, laddove le pile ricadano in vicinanza/aderenza all'alveo, previa verifica dell'ammissibilità delle opere rispetto alla distanza dal corso d'acqua.

Nel tratto superiore della valle invece, in copertura al tombino, il fondovalle è occupato dal rilevato stradale della Via Shelley che si estende progressivamente verso Nord/Ovest fino al versante opposto.

In questo caso l'inserimento del nuovo tombino comporta lo scavo del materiale del rilevato e la sovrapposizione del nuovo corpo stradale.

Alle quote di appoggio sono quindi presumibilmente reperibili materiali detritici eterogenei, mentre non è certa, ma solo supposta, la profondità del substrato roccioso (cfr. Sezioni geologiche interpretative su stato attuale n. 8 e n. 11 - Dis. 21).

5.3. Rilevato stradale.

Con riferimento al tratto stradale tra le progressive 225 e 590 circa, dove la strada sarà realizzata su rilevato artificiale, massima importanza assumono le modalità di formazione dello stesso e le operazioni propedeutiche di preparazione del piano di imposta. In via preliminare si indica la necessità di:

- eliminare la copertura vegetale compresa l'estirpazione di ceppaie, radici e arbusti in corrispondenza di tutta la superficie di appoggio interessata dalla ricarica di materiale;

- compattare i livelli sciolti delle coperture esistenti ed eventualmente miscelarli con i materiali di nuovo apporto, in modo che il corpo del rilevato non presenti discontinuità al suo interno e al contatto con il substrato roccioso, ma sia un “corpo unico” in termini di tipologia dei materiali e grado di addensamento;

- intercettare le acque provenienti dei versanti, per evitare fenomeni di infiltrazione idrica nel corpo del rilevato, con rischi di cedimento dello stesso nel tempo. A tal fine è necessario censire tutti gli scarichi e le tubazioni presenti lungo il muro di Via Shelley, e prevedere adeguati raccordi e collegamenti al tombino di fondo, evitando dispersioni nel corpo dei materiali detritici del riempimento previsto a margine della Via Shelley, che possono generare effetti destabilizzanti.

Per quanto riguarda poi i materiali da utilizzare per il riempimento vallivo, dovranno essere privilegiate granulometrie miste, in modo da favorirne la compattazione ottimale, nel corso della posa, da eseguire per strati successivi.

La metodologia di costruzione sarà comunque definita in dettaglio in fase esecutiva, predisponendo una serie di controlli in situ, sul materiale da impiegare, sia in fase di approvvigionamento, sia nel corso della posa.

Infine, dovranno essere predisposte opere di regimazione idrica superficiale, quali canalette e cunette, oltre alle reti di smaltimento della strada, per controllare il convogliamento delle acque di apporto piovoso e impedire, sia fenomeni di cedimento per impregnazione del corpo del rilevato, sia fenomeni di erosione superficiale.

6. PROGRAMMA INDAGINI GEOGNOSTICHE, GEOTECNICHE E GEOFISICHE.

La soluzione tecnica, a livello esecutivo, delle problematiche sopra analizzate, necessita di accertamenti diretti della situazione del sottosuolo.

E' stata pertanto prescritta la realizzazione di una campagna di indagini geognostiche, geotecniche e geofisiche, il cui scopo è quello di confermare e verificare in dettaglio:

- la stratigrafia dei terreni presenti in sottosuolo, con particolare riferimento al tratto superiore della strada in progetto, in corrispondenza del riempimento vallivo esistente, del quale occorre accertare spessore e tipologia dei materiali che lo compongono;
- le caratteristiche e lo stato di conservazione della roccia di substrato nel fondovalle;
- la caratterizzazione e il comportamento geotecnico dei materiali suddetti, in termini di resistenza e deformabilità;
- l'eventuale presenza di circolazione idrica in sottosuolo e nel corpo del riempimento.

Il programma delle indagini, le cui ubicazioni sono riportate sul Dis. 23: Planimetria delle indagini geognostiche, é stato inizialmente redatto in funzione della versione progettuale del 2014 e una parte delle indagini è già stata eseguita, sebbene non ancora valutata e interpretata nell'ottica dell'attuale progettazione.

Si tratta, in particolare, di:

- n. 5 sondaggi meccanici a rotazione, con prelievo continuo di campione, di lunghezza differenziata in funzione della localizzazione, rispetto alle esigenze progettuali. Nel corso della perforazione, compatibilmente con le caratteristiche dei materiali sciolti incontrati in copertura al substrato, sono state eseguite prove SPT e in due fori sono stati installati tubi microfessurati per il monitoraggio di eventuali livelli idrici presenti in sottosuolo;
- n. 5 prove penetrometriche dinamiche con attrezzatura del tipo pesante (DPH) o superpesante (DPHS), per la caratterizzazione dei materiali granulari o misti che costituiscono il corpo del riempimento vallivo esistente;
- n. 5 profili sismici a rifrazione, di cui tre in onde P e due in onde S tutti orientati in senso longitudinale alla valle, e interpretati con tecnica tomografica.

Nelle successive fasi della progettazione, tali dati dovranno essere interpretati e implementati alla luce della nuova proposta progettuale, che richiede una revisione complessiva degli accertamenti, anche in ottica di ottemperanza alle normative nel frattempo intervenute. Si richiama, in particolare, la DGR 535/2021 relativa al rischio di liquefazione dei terreni per la quale il Comune di Genova è stato dichiarato zona suscettibile di liquefazione e sono richiesti verifiche e approfondimenti sul tema.

Sulla base dei dati già ottenuti, dunque, le indagini dovranno essere completate con nuovi approfondimenti geognostici e geotecnici, prove in foro, analisi e prove di laboratorio su campioni di terreno e di rocce estratte in

corso di perforazione finalizzate specificatamente alla verifica della composizione granulometrica dei terreni e dei parametri di resistenza e deformabilità della roccia di substrato, in corrispondenza delle pile del viadotto.

Ulteriore approfondimento è poi necessario per la trattazione degli aspetti sismici, la caratterizzazione sismo-stratigrafica del sottosuolo e la valutazione degli effetti di sito.

A tal fine è programmata l'esecuzione di cinque sondaggi meccanici a rotazione con prelievo continuo di campione, la cui ubicazione compare sulla tavola Dis. 23.

Gli esiti di tutte le indagini saranno trattati in sede di progettazione definitiva degli interventi.

7. CONSIDERAZIONI CONCLUSIVE.

Il complesso dei fattori geologici peculiari dell'area d'intervento, verificato tramite il rilevamento geologico di superficie e le indagini geognostiche reperite, ha consentito di descrivere compiutamente la zona interessata dall'intervento e di individuare una serie di problematiche connesse all'esecuzione delle opere.

Per risolvere a livello di progettazione definitiva gli aspetti relativi alle caratteristiche dei materiali coinvolti, in termini di spessori, resistenza, deformabilità e caratterizzazione sismica, e per la redazione del modello geologico, sono previsti approfondimenti di tipo geognostico e geotecnico, con specifico programma di indagini necessario per le successive fasi della progettazione, in ottemperanza a quanto previsto dalle Norme Tecniche per le Costruzioni di cui al DM 17.01.18 e dalle Norme Geologiche di attuazione del vigente PUC del Comune di Genova.

Genova, 16 dicembre 2021

ORDINE REGIONALE DEI GEOLOGI DELLA LIGURIA
A.P. n. 171
VALERIA BELLINI
GEOLOGO
data iscr. 29-09-1988

8. ELENCO ALLEGATI.

ALLEGATI AL TESTO

ALL. 1 - Corografia, in scala 1:5.000.

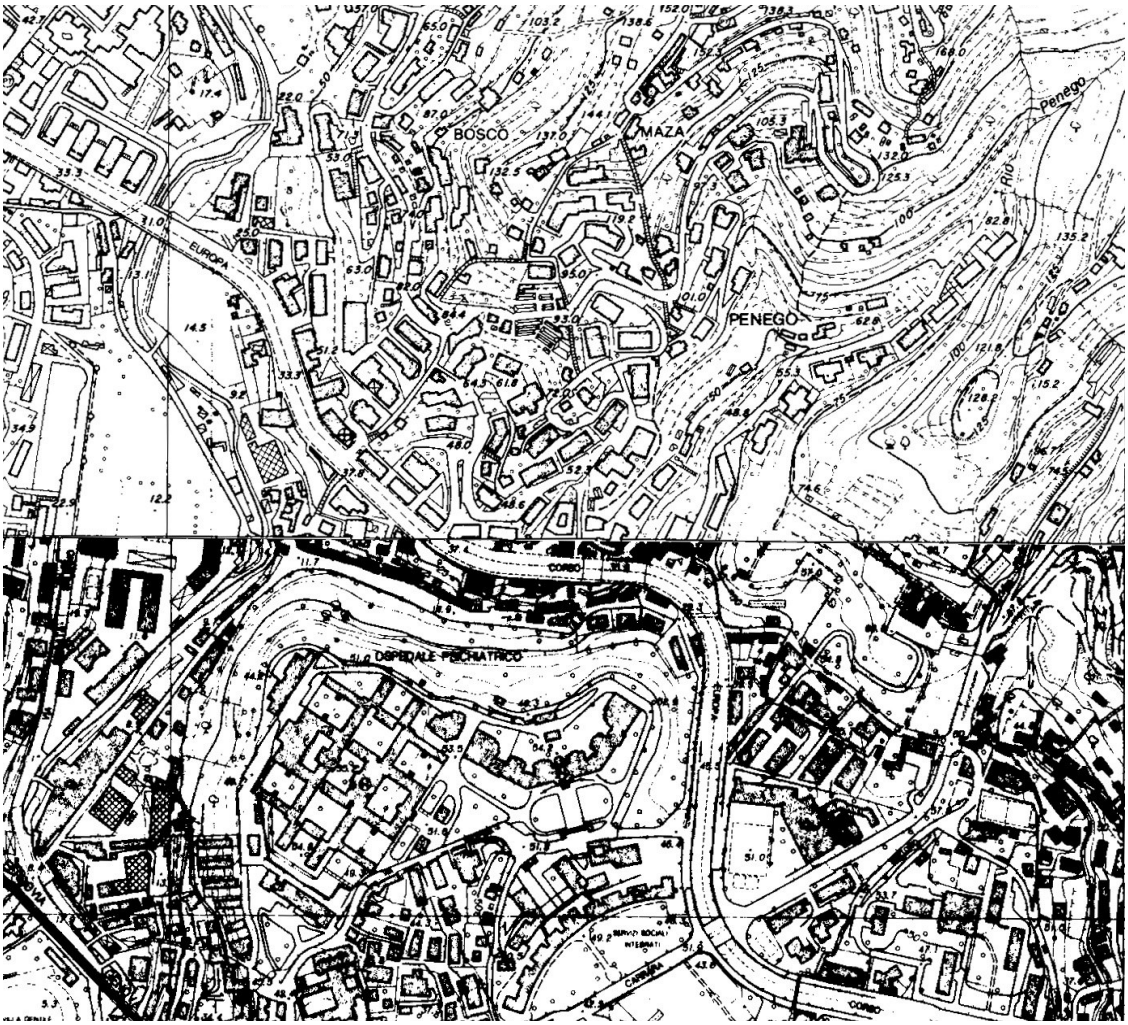
ALL. 2 - Stratigrafie di sondaggi e pozzetti geognostici preesistenti.

ALLEGATI FUORI TESTO

Dis. 20: Carta degli Elementi Geologici, Geomorfologici e Idrogeologici, in scala 1.500;

Dis. 21: Sezioni Geologiche Interpretative su profilo di stato attuale, in scala 1:200.

Dis. 23: Planimetria delle indagini geognostiche, in scala 1.500.



STUDIO ASSOCIATO BELLINI
Geologi

Via Galata 9/1
16121 - GENOVA

ORDINE REGIONALE DEI GEOLOGI DELLA LIGURIA
n.P. n. 171
VALERIA BELLINI
GEOLOGO

Data:
dicembre 2021

SCALA
1:10.000

Sistemazione idraulica del Rio Penego e contestuale realizzazione di nuova viabilità pubblica
Relazione geologica preliminare
D.M. 17.01.18 Norme Tecniche per le Costruzioni

Corografia della zona

ALL. 1

STUDIO ASSOCIATO BELLINI
G e o l o g i

Via Galata 9/1
16121 - G E N O V A



Data:
dicembre 2021

Sistemazione idraulica del Rio Penego e contestuale realizzazione di nuova viabilità pubblica
Relazione geologica preliminare
D.M. 17.01.18 Norme Tecniche per le Costruzioni

Stratigrafie sondaggi e pozzetti geognostici preesistenti

ALL. 2

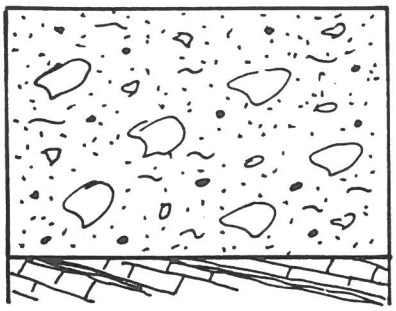
ALFONSO BELLINI GEOLOGO Via Galata 9/1 GENOVA	Committente:	Località: Rio Penego - Secondo Lotto		
	Metodo di perforazione rotazione Ø iniziale mm 120 Ø finale mm 100	Operatore: Impresa E.L.C.I. Assistente: Dr.ssa M.L. Ferraro	Data: 09.12.1996	SONDAGGIO N S1

Quote assoluta	Quote relativa al p.c.	Pot. strati	Scala	Schema stratigrafico	DESCRIZIONE DEL TERRENO	R.Q.D.	% carot. 0 50 100
	0.00				P. C.		
		2.00	1		Materiali artificiali di riporto		80
	2.00		2				
		7.80	3		Coltre detritico- eluviale, definita da matrice terro-argillosa, di colore marroncino, inglobante frammenti lapidei a granulometria variabile con: - livelli limo-argillosi tra 2.00 - 2.70 e 4.50 - 6.00 - livelli aridi, con frammenti a granulometria grossolana tra 2.70 - 3.00 e 6.20 - 6.50		70
			4				
			5				90
			6				
			7				
			8				40
			9				
	9.80						
		2.20	10		Alternanze di livelli nerastri di argilliti scistose e calcari marnosi molto fratturati, con vene calcitiche	5	60
			11				70
	12.00		12				
			13				
			14				
			15				
			16				
			17				
			18				
			19				
			20				
			21				
			22				
			23				
			24				
			25				

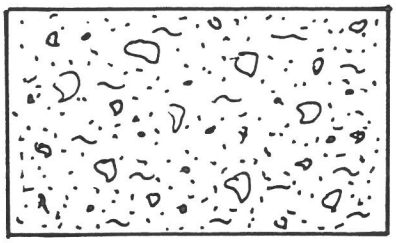
ALFONSO BELLINI GEOLOGO Via Galata 9/1 GENOVA	Committente:	Località: Rio Penego - Secondo Lotto	
Metodo di perforazione rotazione Ø iniziale mm 120 Ø finale mm 100	Operatore: Impresa E.L.C.I. Assistente: Dr.ssa M.L. Ferraro	Data: 10.12.1996	SONDAGGIO N S2

Quote assoluta	Quote relativa al p.c.	Pot. strati	Scala	Schema stratigrafico	DESCRIZIONE DEL TERRENO	R.Q.D.	% carot. 0 50 100
	P.C.						
0.00	0.00	2.00	1		Materiali artificiali di riporto		70
2.00	2.00	8.00	2		Coltre detritico- eluviale, definita da matrice terro-argillosa di colore marroncino, inglobante frammenti lapidei a granulometria variabile		40
10.00	10.00	2.00	10		Calcari marnosi, con patine di ossidazione, molto fratturati	10	70
12.00	12.00		12				
			13				
			14				
			15				
			16				
			17				
			18				
			19				
			20				
			21				
			22				
			23				
			24				
			25				

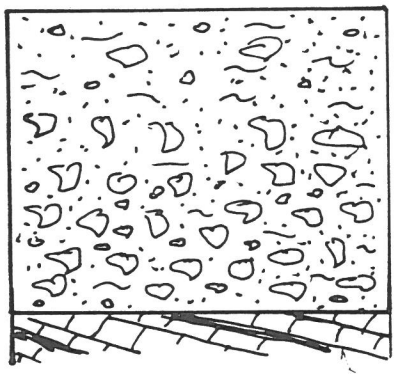
P1



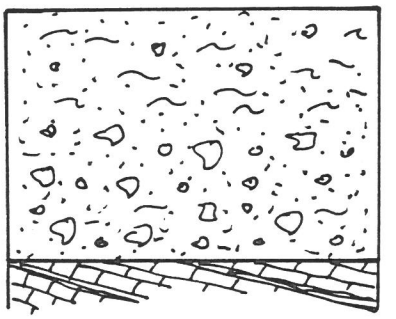
P2



P2 bis



P3



P4

