



Regione Toscana Lotto prioritario 1A Comune di Fosdinovo PROGETTO DEFINITIVO

Soggetto attuatore della progettazione

STAZIONE APPALTANTE

Regione Toscana - Settore
trasporto pubblico locale

IL DIRIGENTE

Ing. Riccardo Buffoni

IL RESPONSABILE UNICO DEL PROCEDIMENTO

Ing. Riccardo Buffoni

IL DIRETTORE ESECUTIVO DEL CONTRATTO

Ing. Michela Di Matteo

Stazione appaltante esecuzione dei lavori

STAZIONE APPALTANTE

Regione Liguria - Settore
Infrastrutture

IL DIRIGENTE

Ing. Stefano Pinasco

IL RESPONSABILE UNICO DEL PROCEDIMENTO

Ing. Stefano Pinasco



Comune di
Fosdinovo

RTP progettisti

RESPONSABILE DELL'INTEGRAZIONE TRA LE VARIE PRESTAZIONI SPECIALISTICHE

Ing. Lino Pollastri



DOCUMENTI GENERALI Relazione Geologica e Sismica

Progetto 20066	Fase D	Disciplina 1	Elaborato 4	Sub 1	Revisione A	Revisione Emissione
CUP D71B17002330003	Redatto Bizzarri	Controllato Galardini	Approvato Pollastri	Scala -	Data Settembre 2022	



Regione Toscana

Ing. Riccardo Buffoni – Dirigente Responsabile del Contratto
Ing. Riccardo Buffoni – Responsabile Unico del Procedimento
Ing. Michela Di Matteo – Direttore per l'Esecuzione del Contratto
Arch. Paolo Lucattini – Direttore Operativo
Dott. Emiliano Carnieri – Supporto al RUP
Geol. Mariano Mirannalti – Supporto al RUP

PRESTAZIONI PRINCIPALI

Responsabile delle integrazioni: Ing. Lino Pollastri
Progettista viabilità sostenibile: Ing. Elena Guerzoni
Progettista architettonico: Arch. Emanuela Barro

Progettista strutturale: Ing. Davide Liturri
Progettista idraulico: Ing. Simone Galardini
Geologo: Geol. Andrea Bizzarri
Coordinamento sottoservizi: Ing. Silvia Moretti

GRUPPO DI LAVORO



Mate Soc. Coop.

Ing. Lino Pollastri, Ing. Elena Guerzoni, Ing. Franco Di Biase, Arch. Arturo Augelletta, Ing. Matteo Cella, Arch. Francesco Vazzano, Arch. Agostino Maiurano, Ing. Silvia Moretti, Ing. Elettra Lowenthal, Arch. Emanuela Barro, Dott. Urb. Valeria Polizzi, Arch. Tommaso Cesaro, Arch. Maurizio Pavani, Ing. Mauro Perini (DT), Ing. Alessandro Sanna, Arch. Livia Travaglini, Arch. Sara Greco, Arch. Eleonora Sablone, Prof. Arch. Matteo Zambon, Geom. Andrea Elbi, Arch. Michele Cavallaro, Ing. Carlo Albero Caliman, Arch. Nicla Di Ciommo, Arch. Veronica D'Onofrio.



Cooprogetti Soc. coop.

Arch. Enrico Costa, Arch. Paolo Ghirelli, Ing. Lorena Ragnacci, Ing. Edoardo Filippetti, Ing. Moreno Panfili, Ing. Alessandro Placucci, Arch. Elisa Aurora Eleonora Crimi, Arch. Francesca Uccellani, Arch. Luigi Muraca, Arch. Antonella Strati, Ing. Danilo Pelle, Arch. Sonia Alunno, Arch. Alessio Mazzacrelli, Ing. Monia Angeloni, Cons. BB. AA. AA. Eleonora Gitto, Ing. Luigino Capponi, Per. Ind. Augusto Albini, Ing. Luigi Farina, Geol. Fausto Pelicci, Ing. Walter Tomassoli, Ing. Luca Vecchiato, Dott. Agr. Salvatore Mauro, Dott. Agr. Giampaolo Tripodi, Per. Agr. Roberto Tomassoli, Stefano Lapazio, Dott. Enrico Minelli, Geom. Fabio Ercoli, Rag. Rita Ercoli, Rag. Sonja Brunetti, Ing. Riccardo Cecchetti, Ing. Costanza Cecchetti, Ing. Sabina Mandaglio, Arch. Debora Marchi, Dott.ssa Arch. Maria Grazia Matarozzo, Dott. Archeo. Mariagrazia Liseno, Arch. Diego Benedetto, Arch. Alice Maria De Leo, Arch. Teresa Rita Bertino.



Parcianello & Partners engineering s.r.l.

Arch. Lio Parcianello, Arch. Renato Da Re, Arch. Gianluca Parcianello, Arch. Giada Saviane, dis. Romano Sommacal, p.e. Simona Cesa, Geom. Enzo Parcianello, Arch. Giulia Della Giustina, Arch. Andrea Maugeri, Ing. Tiziana Cataldo, Arch. Antonio Schizzi, Arch. Federica Vanich.



NetMobility s.r.l.

Ing. Francesco Seneci, Geol. Mirko Demozzi, Ing. Filippo Forlati, Ing. Francesco Avesani, Pian. Licia Bernini, P.I. Luca Baroni.



Technital S.p.a.

Ing. Filippo Busola, Ing. Alessio Rosin, Ing. Simone Venturini, Geol. Emanuele Fresia, Ing. Davide Liturri, Ing. Andrea Renzo, Ing. Guido Rossi, Ing. Alessandro Rizzo, Ing. Marco Rossignoli, Geom. Gianluca Follesa



D.R.E.A.M. Italia

Ing. Simone Galardini, Ing. Chiara Chiostrini, Geol. Andrea Bizzarri, Dott. For. Lorenzo Mini, Dott. For. Katuscia Begliomini.

SOMMARIO

1. GENERALITÀ -----	3
2. RIFERIMENTI NORMATIVI -----	4
3. INQUADRAMENTO TERRITORIALE-----	5
4. APPROCCIO METODOLOGICO -----	5
5. INQUADRAMENTO GEOLOGICO -----	6
5.1. Cenni di geologia regionale -----	7
5.2. Inquadramento geologico (area d'intervento)-----	8
5.3. Inquadramento tettonico -----	9
5.4. Inquadramento sismico-----	11
5. CONSIDERAZIONI GEOLOGICO-TECNICHE DI TRACCIATO-----	13

Allegato 1: Atlante geologico

Allegato 2: Atlante sismico

Allegato 3: Atlante con l'ubicazione delle indagini geognostiche eseguite

1. GENERALITÀ

Il presente progetto definitivo è relativo al lotto funzionale prioritario di levante della Regione Liguria, stralci 5, dal confine con la Toscana, in corrispondenza del ponte sull'Aurelia a Marinella, fino al centro storico di Sarzana, e 6, dal centro storico di Sarzana al centro di Santo Stefano Magra (incrocio SS62 della Cisa con il Canale Lunense).

Il presente progetto si inserisce nel contesto dell'attuazione del più ampio lotto prioritario della Ciclovie nazionale Tirrenica che usufruisce di finanziamenti europei a valere sul Piano Nazionale di Ripresa e Resilienza, misura M2C2-23 – 4.1 “Rafforzamento mobilità ciclistica” sub-investimento “Ciclovie turistiche” (D.M. 4/2022), nonché di una compartecipazione regionale a valere su fondi strutturali (FSR).

La continuità del percorso della ciclovie comprende un tratto in Regione Toscana, la cui progettazione è stata sviluppata parallelamente e con gli stessi criteri della presente.

Il tracciato della ciclovie comprende inoltre la nuova passerella ciclopedonale sul torrente Calcandola a Sarzana (SP), oggetto di progettazione definitiva da parte del Comune di Sarzana in qualità di soggetto attuatore dell'intervento e finanziamento regionale a valere su fondi strutturali (FSR) ai fini della relativa realizzazione.

Nel tratto finale lungo il torrente Parmignola, il presente progetto, a fini della continuità del percorso ciclabile, prevede il passaggio in promiscuo lungo via Marinella (comune di Luni e Sarzana), con interventi di regolamentazione del traffico, in vista del completamento dei lavori di sistemazione idraulica degli argini del medesimo torrente Parmignola – attualmente in corso di esecuzione – sulla cui sommità – a regime – è prevista la realizzazione del percorso definitivo in sede propria, oggetto di parallela progettazione.

La Stazione Appaltante ha in corso una campagna di indagini, in parte eseguita vedi allegato 1 e relazione geotecnica, per l'inquadramento geologico e sismico dell'area di intervento, che dovrebbe confermare le scelte progettuali effettuate, basandosi su materiale bibliografico e materiali disponibili forniti dal Canale Lunense, e verrà integrata nella redazione finale del presente Progetto Definitivo non appena disponibili nella loro interezza.

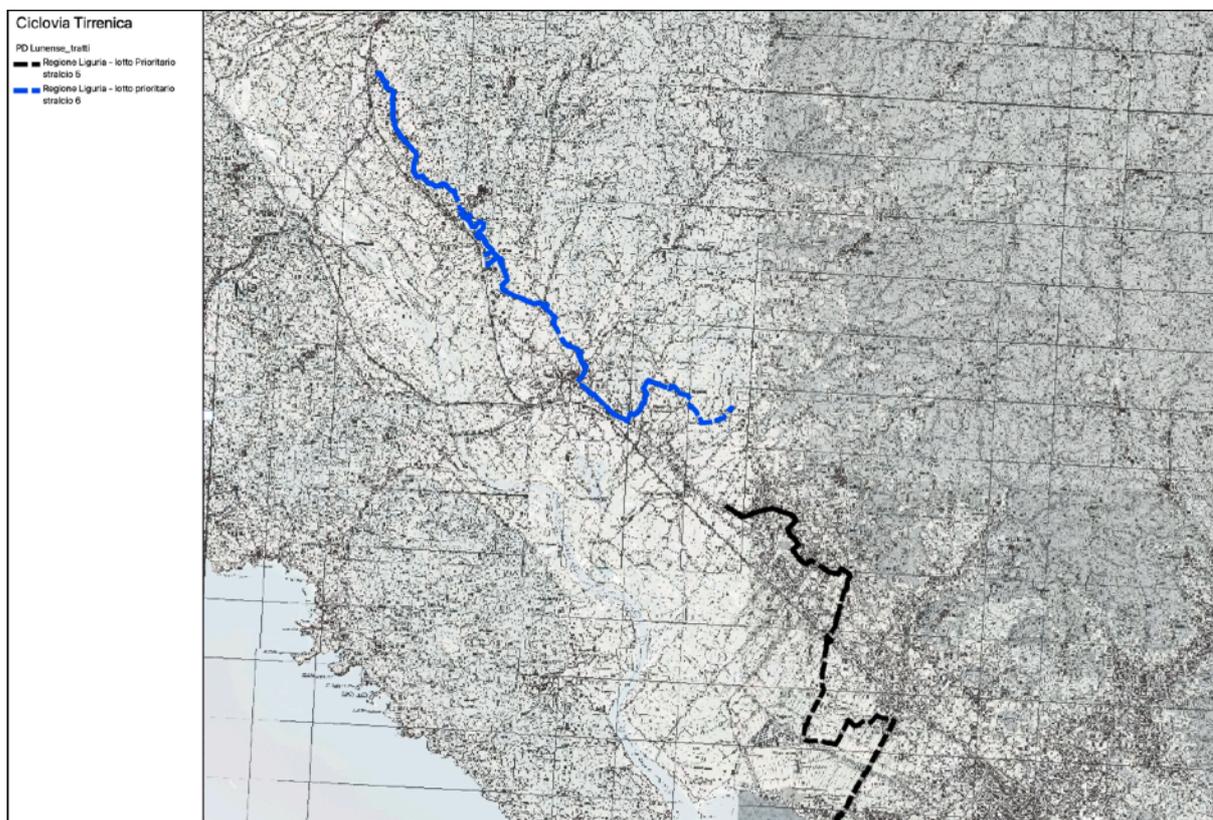


Figura 1 – Ubicazione stralcio oggetto d'analisi

2. RIFERIMENTI NORMATIVI

L'opera in progetto fa diretto riferimento alle tipologie infrastrutturali definite dalla L. n. 2/2018 - Disposizioni per lo sviluppo della mobilità in bicicletta e la realizzazione della rete nazionale di percorribilità ciclistica, laddove all'art. 2, co. 1, lett. a) si definisce "ciclovie" un itinerario che consenta il transito delle biciclette nelle due direzioni, dotato di diversi livelli di protezione determinati da provvedimenti o da infrastrutture che rendono la percorrenza ciclistica più agevole e sicura.

La normativa tecnica di riferimento per la progettazione della ciclovie opera su più livelli, a partire dalle disposizioni di carattere generale (norme sulle infrastrutture stradali e ciclabili, Codice della strada e relativo Regolamento d'attuazione, ecc.) fino alle disposizioni regolamentari emanate dalla Regione attraversata. Di seguito si riporta il quadro normativo vigente.

Lavori pubblici

- D.Lgs. 19 aprile 2017, n. 56, Disposizioni integrative e correttive al Decreto Legislativo 18 aprile 2016, n. 50;
- D.M. 11 gennaio 2017, Adozione dei criteri ambientali minimi;
- D.Lgs. 18 aprile 2016, n. 50 e ss.mm.ii., Codice dei Contratti Pubblici;
- D.P.R. 5 ottobre 2010, n. 207 e ss.mm.ii., Regolamento di esecuzione ed attuazione del decreto legislativo 12 aprile 2006, n. 163 recante "Codice dei contratti pubblici relativi a lavori, servizi e forniture in attuazione delle direttive 2004/CE e 2004/18/CE".
- D.M. 19 aprile 2000, n. 145, Regolamento recante il capitolato generale d'appalto dei lavori pubblici, ai sensi dell'articolo 3, comma 5, della legge 11 febbraio 1994, n. 109, e s.m.i.;
- D.Lgs. 9 aprile 2008, n. 81, Attuazione dell'articolo 1 della legge 3 agosto 2007, n. 123, in materia di tutela della salute e della sicurezza nei luoghi di lavoro;
- Decreto del Presidente della Repubblica 8 giugno 2001, n. 327 Testo unico delle disposizioni legislative e regolamentari in materia di espropriazione per pubblica utilità e ss.mm.ii.

Costruzioni

- D.M. 17/01/2018, Aggiornamento delle «Norme tecniche per le costruzioni»;
- CIRCOLARE 21 gennaio 2019, n. 7 C.S.LL.PP. Istruzioni per l'applicazione dell'«Aggiornamento delle "Norme tecniche per le costruzioni"» di cui al decreto ministeriale 17 gennaio 2018.

Salvaguardia dell'ambiente e delle risorse

- D.M.A.T.T.M. 10 agosto 2012, n. 161, Regolamento recante la disciplina dell'utilizzazione delle terre e rocce da scavo e ss.mm.ii.;
- D.Lgs. 3 aprile 2006, n. 152, Norme in materia ambientale e ss.mm.ii.;
- D.Lgs. 22 gennaio 2004, n. 42, Codice dei beni culturali e del paesaggio e ss.mm.ii.;
- Regio Decreto 523/1904 "Testo unico delle disposizioni di legge intorno alle opere idrauliche delle diverse categorie".

Progettazione di piste ciclabili

- L.n. 2/2018 - Disposizioni per lo sviluppo della mobilità in bicicletta e la realizzazione della rete nazionale di percorribilità ciclistica;
- D.M. n. 517 del 28.11.2018, Decreto del Ministro delle Infrastrutture e dei Trasporti di concerto con il Ministro dei Beni e delle Attività Culturali e il Ministro delle Politiche Agricole Alimentari, Forestali e del Turismo, recante la "Progettazione e realizzazione di un sistema nazionale di ciclovie turistiche".
- Direttiva M.I.T. 20 luglio 2017, n. 375, Requisiti di pianificazione e standard tecnici di progettazione per la realizzazione del Sistema Nazionale delle Ciclovie Turistiche (SNCT);

- D.Lgs. 15 marzo 2011, n. 35, Gestione della sicurezza nelle infrastrutture stradali;
- D.M. 19 aprile 2006, Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle intersezioni stradali;
- D.M. 5 novembre 2001, n. 6792, Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle strade;
- Direttiva M.LL.PP 24 ottobre 2000 sulla corretta ed uniforme applicazione delle norme del codice della strada in materia di segnaletica;
- D.M. 30 novembre 1999, n. 557, Regolamento recante norme per la definizione delle caratteristiche tecniche delle piste ciclabili;
- Direttiva M.I.T. 24 giugno 1995 per la redazione, adozione ed attuazione dei piani urbani del traffico;
- Legge 28 giugno 1991, n. 208, interventi per la realizzazione di itinerari ciclabili e pedonali in aree urbane;
- D.P.R. 16 dicembre 1992 n. 495, regolamento di esecuzione e di attuazione del nuovo codice della strada;
- D.Lgs 30 aprile 1992 n. 285, Nuovo Codice della strada e ss.mm.ii.

Regione Liguria

- DGR n. 929 del 27 luglio 2012 “ Approvazione della Rete ciclabile Ligure (RCL)”;
- DGR n. 944 del 30 luglio 2013 “Approvazione dei criteri regionali per la Segnaletica ciclabile, il regolamento d’uso e la manutenzione degli itinerari ciclabili e ciclopedonali della Rete Ciclabile Ligure (RCL)”.

Regione Toscana

- L. R. T. n. 27 del 06/06/2012 “Interventi per favorire lo sviluppo della mobilità ciclistica”.

Per quanto non riconducibile a formali disposizioni normative, per la progettazione di livello definitivo ed esecutivo si farà riferimento alle raccomandazioni CNR - UNI e alla letteratura tecnica di settore.

3. INQUADRAMENTO TERRITORIALE

Il presente lavoro è individuato all’interno del Progetto di Fattibilità Tecnico Economica della Ciclovie Nazionale Tirrenica, come parte della Macrotratta LI (Regione Liguria), tronco 10 al confine orientale con la Regione Toscana. In particolare ha origine a Santo Stefano Magra (SP), nei pressi della stazione ferroviaria, e termina a Marinella di Sarzana (SP) al confine con la Regione Toscana.

Il progetto interessa il territorio dei Comuni di Santo Stefano Magra, Sarzana, Luni e Castelnuovo Magra in Provincia di La Spezia, e si sviluppa in gran parte sulle sponde del Canale Lunense, da cui raggiunge la costa lungo il torrente Parmignola.

La continuità del percorso è garantita da un tratto in Regione Toscana, nel territorio comunale di Fosdinovo (MC) ed oggetto del presente documento, i cui interventi sono oggetto di progettazione contemporanea promossa dalla Regione Toscana.

4. APPROCCIO METODOLOGICO

Lo studio sugli aspetti geologici, idrogeologici e sismici riguardanti le aree in esame ha interessato una prima fase di acquisizione di tipo bibliografico attraverso la raccolta delle informazioni desumibili da precedenti studi realizzati nell'area in esame.

Sono stati ricercati ed elaborati i data base degli enti sovraordinati per la caratterizzazione dei siti ed in particolare per raccogliere gli elementi di rischio ed i vincoli per gli aspetti di competenza, con un particolare riguardo alle varie Autorità di Bacino: oggi confluite in aree distrettuali interregionali.

Per la cartografia geologica, di supporto all’inquadramento del tracciato della ciclovie, sono state realizzate tavole in scala 1: 5.000 raccolte in appositi atlanti.

Come concordato con il Gruppo dei Progettisti, sono state realizzate anche delle tavole di maggior dettaglio per dare risalto all'ubicazione delle indagini geologiche.

In particolare le basi geologiche sono estratte dal sito del Ministero dell'Ambiente scaricando il tematismo in formato WFS e, ugualmente, le informazioni circa la Pericolosità da Frana e Idraulica e zonazione sismica.

5. INQUADRAMENTO GEOLOGICO

Per Il macro tronco Liguria la caratterizzazione geologica si è basata su cartografia in scala 1:500.000 rilasciata dal Geoportale Nazionale con base CTR IGM in scala 1: 100.000.

Su cartografia WFS rilasciata dal Geoportale Nazionale che, mediante un servizio di download, "permette di scaricare copie di dati territoriali o di una parte di essi e, ove fattibile, di accedervi direttamente" (Direttiva 2007/2/CE). Il WFS (Web Feature Service), generato secondo lo standard, offre all'utente finale un XML basato sul Geography Markup Language (GML) permettendo il trasferimento delle singole entità geospaziali e quindi l'accesso diretto all'informazione territoriale con la possibilità di analizzare e processare direttamente i dati provenienti da fonti diverse.

Legenda carta geologica	
Geologia	
formazione	
	Alluvioni terrazzate (Olocene)
	Andesiti (lave e piroclastiti) (ciclo miocenico-paleogenico)
	Arenarie e conglomerati (Paleogene)
	Arenarie e conglomerati, talora torbiditici (Miocene medio-inferiore)
	Arenarie ed argille (subordinati calcari ed evaporiti) (Miocene superiore)
	Argille (Pleistocene e Pliocene)
	Argille (Pleistocene)
	Argille e marne (Miocene medio-inferiore)
	Argille e marne talvolta con olistostromi (Pliocene)
	Basalti alcalini (lave, ioloclastiti, piroclastiti) (ciclo miocenico-paleogenico)
	Calcarei detritici ed organogeni tipo panchina (Pleistocene e Pliocene)
	Calcarei detritici ed organogeni tipo panchina (Pliocene)
	Calcarei detritici ed organogeni tipo panchina (Pliocene)
	Calcarei e calcareniti neritici e di piattaforma (Paleogene)
	Calcarei e calcari biodetritici neritici e di piattaforma (Cretacico inferiore)
	Calcarei e calcari dolomitici neritici e di piattaforma (Triassico superiore)
	Calcarei e calcari marnosi detritici di scarpata (Cretacico-Giurassico superiore)
	Calcarei e calcari marnosi detritici di scarpata (cretacico)
	Calcarei e calcari marnosi detritici di scarpata (Paleogene-Cretacico superiore)
	Calcarei e calcari marnosi pelagici (Paleogene-Cretacico superiore)
	Calcarei e calcari marnosi, con selce e detritici di scarpata (Giurassico)
	Calcarei e talvolta dolomie neritiche e di piattaforma (Giurassico)
	Calcarei micritici e micriti argillose di piattaforma (Cretacico-Giurassico super)
	Calcarei micritici e micriti argillose pelagiche (Cretacico-Giurassico superiore)
	Calcarei neritici e di piattaforma (Paleogene-Cretacico superiore)
	Calcarei organogeni e biodetritici neritici e di piattaforma (Cretacico superiore)
	Calcarei organogeni, calcareniti (Miocene medio-inferiore)
	Calcarei, calcari marnosi e marne, selciferi, pelagici (Giurassico)
	Complessi caotici di varie eta'
	Depositi eolici (Olocene, Pleistocenici pro-parte)
	Depositi glaciali (Pleistocene)
	Depositi lacustri e fluviolacustri (Pleistocene e Pliocene)
	Detriti, alluvioni terrazzate, fluviolacustri e fluvioglaciali (Pleistocene)
	Detriti, depositi alluvionali e fluviolacustri, spiagge attuali (Olocene)
	Dolomie cristalline neritiche e di piattaforma (Triassico superiore)
	Dolomie neritiche e di piattaforma (Giurassico)
	Formazione Gessoso-solfifera (Miocene superiore)
	Laghi e Ghiacciai
	Marne e marne calcaree detritiche di facies di scarpata (Paleogene)
	Marne e marne calcaree di facies pelagica (Paleogene)
	Marne talora con selce, detritica, di facies di scarpata (Miocene medio-inferiore)
	Marne talora con selce, di facies pelagica (Miocene medio-inferiore)
	Riodaciti, rioliti (lave, ignimbriti) (ciclo miocenico-paleogenico)
	Sabbie e conglomerati (Pleistocene)
	Sabbie e conglomerati (Pliocene)
	Trachiti e latiti (lave, piroclastiti) (ciclo miocenico-paleogenico)
	Travertini (Pleistocene talora Olocene)
	Unita' arenacee e arenaceo-marnose (Miocene medio-inferiore)
	Unita' arenacee e arenaceo-marnose (torbiditiche) (Paleogene)
	Unita' argillose ed argilloso-calcaree (torbiditiche) (Paleogene)
	Unita' calcareo-marnose (torbiditi) (Paleogene)
	Unita' calcareo-marnose (torbiditiche) (Miocene medio-inferiore)

Figura 2 – Legenda delle unità geologiche complessive cartografate su base nazionale (Fonte: Ministero Dell'Ambiente).

Informazioni di carattere geomorfologico si sono estratte dal portale della Regione Toscana GEOscopio, all'indirizzo <http://www.regione.toscana.it/-/geoscopio>. Tutti gli strati informativi (WMS, WFS ecc.) utilizzati nei portali Geoscopio sono documentati alla pagina: <http://www.regione.toscana.it/-/geoscopio-wms> distribuita con Licenza CC BY 4.0.

5.1. CENNI DI GEOLOGIA REGIONALE

Da fonti Regionali si ha:

Il territorio della Liguria si sviluppa su una sottile striscia di terra larga dai 7 ai 35 Km, lunga mediamente circa 240 Km, affacciata direttamente sul mar Ligure e delimitata a nord dai contrafforti montuosi appartenenti ai sistemi orografici alpino e appenninico.

Le catene montuose sono il risultato di enormi masse rocciose (distinte in falde o unità tettoniche) che, durante le varie fasi orogenetiche, sono state deformate, traslate e dislocate dalla loro posizione originaria e impilate una sull'altra. In Liguria sono così presenti due sistemi di appilamento o di vergenza, corrispondenti a ponente alla catena alpina e a levante a quella appenninica.

Il confine, o meglio la linea che differenzia i due settori è individuata, allo stato attuale delle conoscenze, in corrispondenza di una lineazione tettonica conosciuta in letteratura come "Linea Sestri Voltaggio".

Dalla linea dello spartiacque, posta a una quota media di circa 1000 metri sul livello del mare, si osserva una disposizione asimmetrica dei versanti che comporta un'energia di rilievo mediamente più elevata lungo il settore tirrenico rispetto a quello padano. In particolare il versante marittimo, nel tratto appenninico, presenta una disposizione delle valli parallele alla linea di costa (ad esempio Val Fontanabuona o Val di Magra), diversamente dall'area alpina dove l'asse vallivo presenta mediamente un assetto submeridiano.

Le fasi principali dell'orogenesi alpina si realizzarono, nel settore delle Alpi liguri, all'incirca tra i 90 e 40 milioni di anni fa, attraverso l'avvicinamento e la successiva collisione di due paleocontinenti: l'Euroasia e l'Africa. Ciò produsse la deformazione sia dei materiali oceanici interposti, sia di quelli continentali più prossimi alla zona di collisione, che vennero traslati verso l'avampese e sovrapposti gli uni sugli altri, formando un edificio a falde di ricoprimento.

L'orogenesi appenninica è legata all'apertura del mar Ligure avvenuta nel Miocene inferiore (24-5 milioni di anni fa). Anche in questo caso la rotazione del blocco sardo-corso ha determinato un raccorciamento crostale e quindi l'appilamento di falde verso le regioni esterne, ossia verso l'attuale Adriatico. In epoche più recenti (Oligocene e Miocene) il mare, avanzando sulle terre emerse, forma un bacino (noto come "bacino terziario piemontese") che corrisponde in parte all'attuale versante padano.

Le successive fasi distensive plioceniche hanno determinato una tettonica di tipo fragile instaurando situazioni di alti e bassi morfologici con prevalenza di depositi fini (esempio: argille di Ortovero). Le lineazioni principali, associate a tale dinamica distensiva, presentano orientazioni prevalenti verso NO-SE, NE-SO, N-S e E-W e risultano condizionare spesso la disposizione degli assi vallivi, della linea di costa e l'evoluzione dei rilievi.

Da un punto di vista geologico in senso lato è possibile individuare alcuni ambiti di caratteristiche litologiche omogenee.

Nella zona compresa tra Ventimiglia e Albenga sono ben rappresentati i flysch calcareo marnosi e arenacei, tra cui spiccano il gruppo calcareo del Toraggio (1973 m), Pietravecchia (2038 m) e il monte Saccarello (2200 m), il più alto della regione.

Nell'area centro-occidentale prevalgono, nell'areale savonese, litotipi appartenenti al "dominio Brianzonese" (principalmente gneiss, anfiboliti, graniti, porfiroidi e successioni sedimentarie calcareo dolomitiche) mentre nel genovesato, fino al passo dei Giovi, si rilevano terreni di natura metamorfica (ofioliti e calcescisti) oltreché argilliti e successioni carbonatiche, lungo l'allineamento Sestri Voltaggio.

Nel settore di competenza padana sono presenti litotipi afferenti al complesso sedimentario denominato "Btp - bacino terziario piemontese" sovrastanti, in discordanza stratigrafica, i terreni sopra citati.

A levante dei Giovi, fino all'abitato di Chiavari, il versante marittimo è costituito prevalentemente da flysch calcareo marnosi, per la restante parte si rilevano flysch scistoso argillitico e, in minor misura, successioni ofiolitiche e arenacee.

Nell'estremità orientale ligure affiorano rocce calcaree e arenacee di natura flyschoidi afferenti alle sequenze toscane.

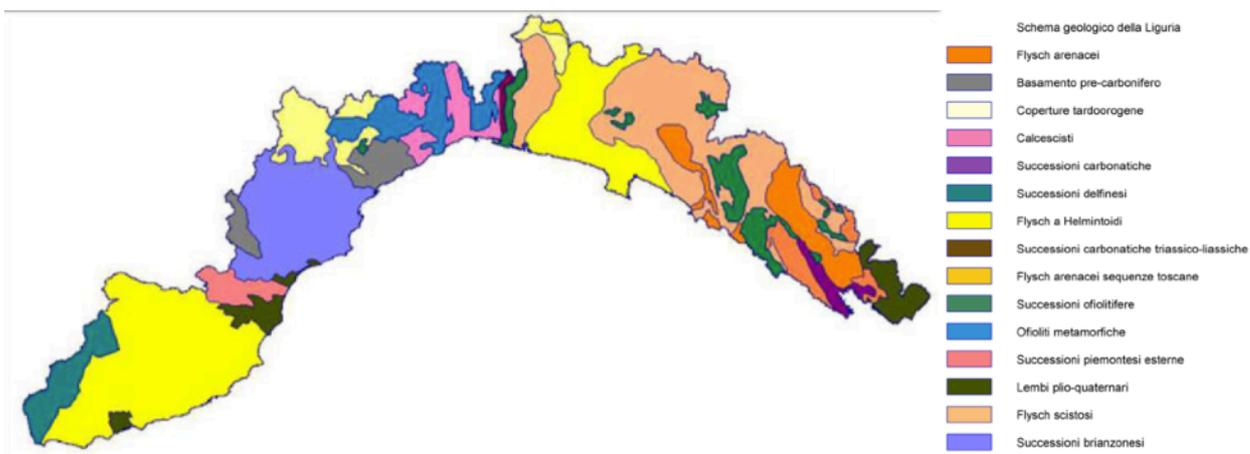


Figura 3 – Inquadramento geologico regionale (Fonte: Ministero Dell'Ambiente).

5.2. INQUADRAMENTO GEOLOGICO (AREA D'INTERVENTO)

Il tracciato della ciclovie in esame attraversa da sud verso nord le seguenti litologie:

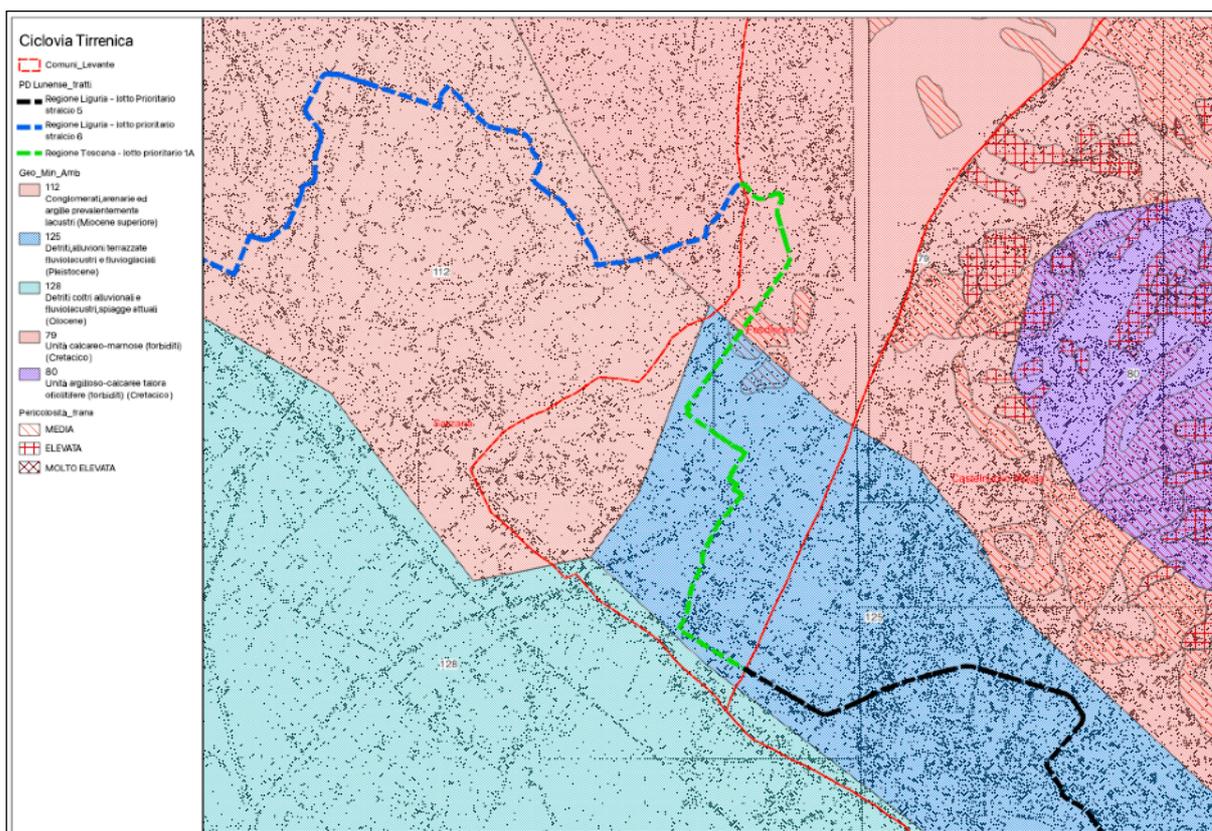


Figura 4 – Inquadramento geologico dell'area d'interesse (Fonte: Ministero Dell'Ambiente).

- Terreni d'origine alluvionale di antica deposizione (125) Pleistocene - Si tratta di depositi legati al deflusso delle acque interne. I depositi si presentano, talvolta, terrazzati ed hanno una composizione variabile da sabbie prevalenti a ghiaie prevalenti. I terreni presentano, in genere, un buon grado di addensamento;
- Unità calcareo marnosa (79) Cretacico - Si tratta di depositi d'origine torbiditica depositi in area di piattaforma continentale e vanno a costituire la porzione occidentale dei flysch terziari liguri/toscani. I terreni presentano, in genere, un grado di addensamento medio buono variabile con il grado di fatturazione e/o alterazione dell'ammasso.

Parte del tracciato corre in fregio al Canale Lunense e la natura dei terreni è legata a quelle che sono state condizioni di cantiere relative alla realizzazione del manufatto. In genere quando il tracciato corre sulla sponda di valle si hanno terreni di riporto prevalentemente sabbiosi e ghiaiosi (mediamente addensati); mentre sulla sponda di monte gli stessi terreni sono in genere autoctoni; in quanto le operazioni per la costruzione del canale hanno privilegiato gli scavi. In questi tratti i terreni presentano un grado di addensamento buono.

5.3. INQUADRAMENTO TETTONICO

Testo liberamente estratto da: Introduzione alla geologia dell'Appennino ligure-Emiliano di Piero Elter.

L'Appennino settentrionale è una catena a falde che si è strutturata durante le fasi tettoniche del Cretaceo superiore – Eocene medio e dell'Eocene superiore – Miocene medio/superiore.

Le prime sono conseguenti ai processi di obduzione, di subduzione e ai relativi sovrascorrimenti causati dalla convergenza e dalla successiva collisione tra la placca Europea e quella Adria, mentre le seconde sono il prodotto delle fasi finali di tali movimenti di convergenza che hanno determinato il sovrascorrimento delle

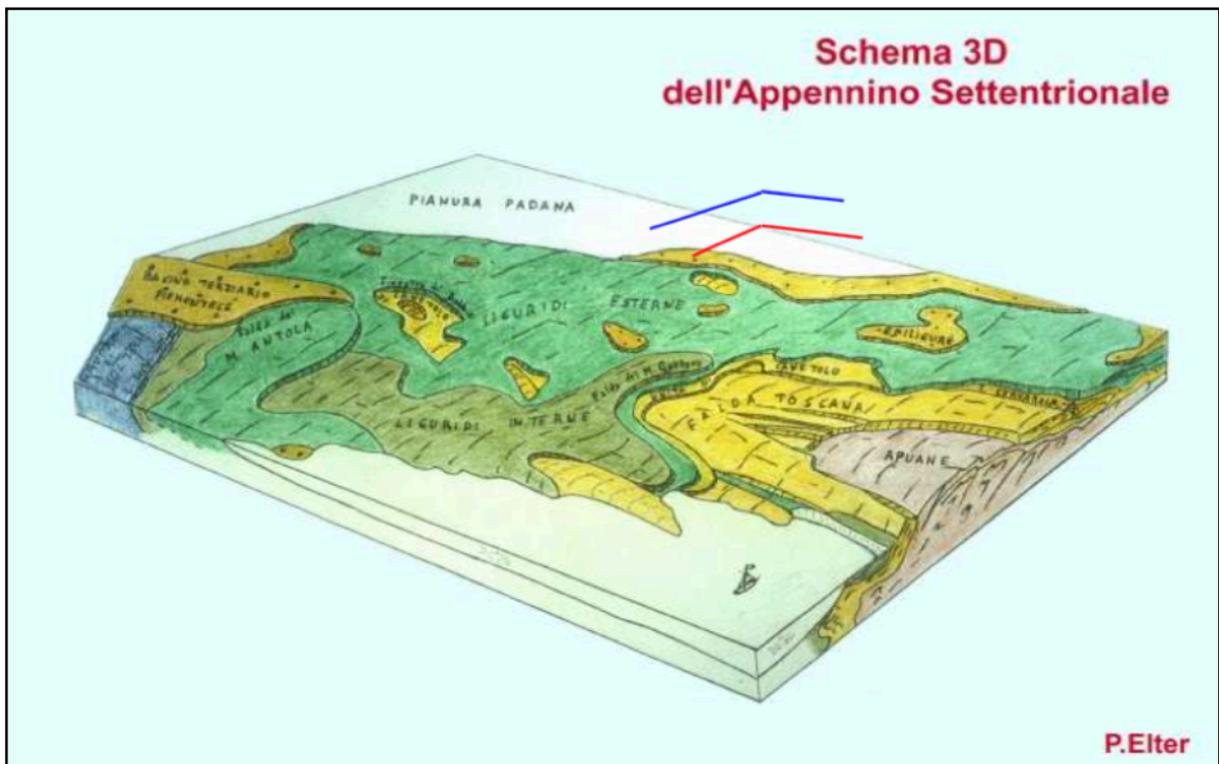


Figura 5 – Schema della sovrapposizione tettonica delle principali unità presenti nell'Appennino settentrionale (Elter 1994)

Unità Liguri, già deformate, sulle unità tettoniche più esterne toscane che a loro volta si andavano strutturando, dando origine alla paleocatena appenninica già polideformata (Treves, 1984; Principi & Treves, 1984; Elter & Marroni, 1992; Marroni & Meccheri, 1993; Marroni, 1995).

I grandi domini paleogeografici dell'Appennino settentrionale, dal più interno al più esterno, sono: Dominio Ligure, Dominio Subligure, Dominio Toscano e Dominio Umbro-Marchigiano.

Elter & Raggi (1965a), ipotizzando l'esistenza di un alto morfostrutturale, rappresentato dalla "Ruga del Bracco", suddividono il bacino Ligure-Piemontese in due settori, uno interno ed uno esterno. Facendo riferimento alla ricostruzione paleogeografia di Elter & Raggi (1965b) ed in base alle caratteristiche stratigrafiche e strutturali delle Unità Liguri ed alla polarità della catena appenninica, Elter & Pertusati (1973) distinguono le Unità Liguri Interne e le Unità Liguri Esterne.

Pur essendo il Dominio Subligure collocato dalla maggior parte degli autori tra il Dominio Ligure ed il Dominio Toscano, non esistono ancora evidenze chiare sul tipo di crosta sulla quale questa successione si è deposta.

Il Dominio Toscano è caratterizzato da successioni mesozoico- terziarie deposte su crosta continentale, che ricoprono in discordanza un basamento paleozoico con deformazioni e metamorfismo ercinici (D'Amato Avanzi et alii, 2001).

Schema tridimensionale della sovrapposizione tettonica delle principali unità presenti nell'Appennino Settentrionale (Elter, 2002). Evidenziata in rosso, la Falda Toscana; in blu, l'Unità di Canetolo.

Nella zona presa in esame affiorano esclusivamente rocce appartenenti al Dominio Subligure e a quello Toscano.

Il Dominio Subligure è rappresentato dall'Unità di Canetolo e dall'Unità di Marra (Progetto CARG, Foglio 248 La Spezia), mentre il Dominio Toscano dalla Falda Toscana.

L'Unità di Canetolo, nelle sue tipiche aree di affioramento (Val Parma, Valle di Roccaferarra), comprende (Barbieri & Zanzucchi, 1963) una porzione basale paleocenica-eocenica prevalentemente argillitica (Argille e calcari di Canetolo), a cui sono associate torbiditi calcaree dell'Eocene (Calcari di Groppo del Vescovo), ed una porzione superiore oligo-miocenica prevalentemente arenitica (Arenarie di Ponte Bratica). Nella zona indagata affiorano le Argille e calcari di Canetolo, i Calcari di Groppo del Vescovo e le Arenarie di Ponte Bratica).

L'Unità di Marra affiora con la formazione delle Marne del Torrente Pignone.

La Falda Toscana è rappresentata dalla sola formazione del Macigno.

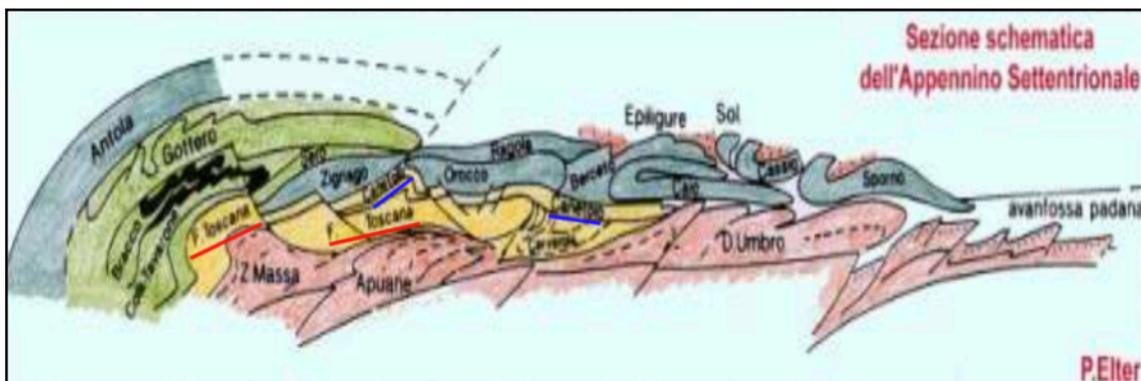


Figura 6 - Sezione geologica ideale mostrante i rapporti tra le unità tettoniche dell'Appennino Settentrionale nell'area tra la Liguria Orientale e la Toscana padana (da P. Elter, "Guide Geol. Regionali", v. 6, BE-MA ed. 1994) - Ricostruzione bidimensionale delle unità tettoniche dell'Appennino Settentrionale (P. Elter, 2002) Evidenziata in rosso, la Falda Toscana; in blu, l'Unità di Canetolo.

5.4. INQUADRAMENTO SISMICO

A seguito dell'emanazione dei criteri generali per l'individuazione delle zone sismiche da parte dello Stato, inseriti prima nell'allegato 1 dell'Opcm 3274/2003 e in seguito aggiornati con l'Opcm 3519/2006, la Regione Liguria ha individuato le zone sismiche e ha stilato un elenco regionale dei comuni in zona sismica (dgr n.530/2003).

Attualmente la vigente suddivisione delle zone sismiche in Liguria è definita dalla dgr 216/2017, con l'aggiornamento dato dalla dgr 962/2018.

La classificazione sismica a livello nazionale prevede quattro classi di pericolosità, come illustrato nella seguente tabella:

Nel 2003 sono stati emanati i criteri di nuova classificazione sismica del territorio nazionale, basati sugli studi e le elaborazioni più recenti relative alla pericolosità sismica del territorio, ossia sull'analisi della probabilità che il territorio venga interessato in un certo intervallo di tempo (generalmente 50 anni) da un evento che superi una determinata soglia di intensità o magnitudo.

Il provvedimento detta i principi generali sulla base dei quali le regioni, a cui lo Stato ha delegato l'adozione della classificazione sismica del territorio (Decreto Legislativo n. 112 del 1998 e Decreto del Presidente della Repubblica n. 380 del 2001 – “Testo Unico delle Norme per l'Edilizia”), hanno compilato l'elenco dei comuni con la relativa attribuzione ad una delle quattro zone, a pericolosità decrescente, nelle quali è stato riclassificato il territorio nazionale.

Zona sismica	Pericolosità sismica	Accelerazione al suolo (*)
1	Alta	> 0.25 g
2	Media	0.15 ÷ 0.25 g
3	Bassa	0.05 ÷ 0.15 g
4	Molto bassa	< 0.05 g

(*) Cfr. allegato 1 dell'OPCM 3274/2003.

Per la Liguria, non esistono comuni classificati in zona sismica 1 – alta pericolosità.

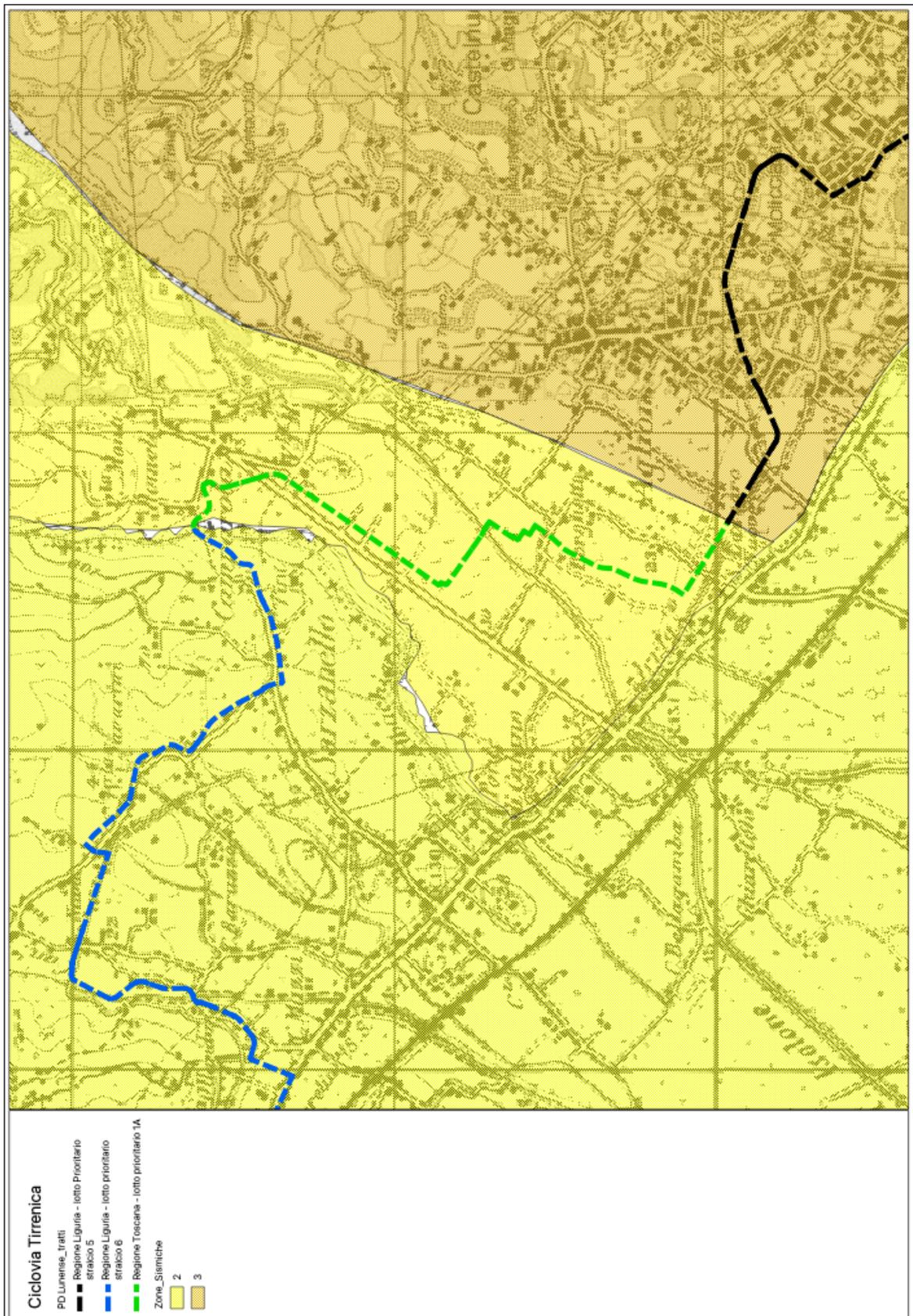


Figura 7 – Mappa della classificazione sismica della Regione Liguria

5. CONSIDERAZIONI GEOLOGICO-TECNICHE DI TRACCIATO

Estratto relazione generale:

Il presente progetto prevede la realizzazione della Ciclovie Tirrenica in Regione Liguria, lotto di levante, che percorre il Canale Lunense, viabilità secondarie in promiscuo e puntuali interventi in ambito urbano.

L'intervento garantisce il rispetto degli standard progettuali previsti nel PFTE della Ciclovie Tirrenica che consentono di ottenere un elevato standard di qualità del rating previsto per il SNCT.

Il presente progetto prevede la realizzazione della Ciclovie Tirrenica in Regione Liguria, lotto di levante, che percorre il Canale Lunense, viabilità secondarie in promiscuo e puntuali interventi in ambito urbano.

L'intervento garantisce il rispetto degli standard progettuali previsti nel PFTE della Ciclovie Tirrenica che consentono di ottenere un elevato standard di qualità del rating previsto per il SNCT.

Ad eccezione di situazioni puntuali ove lo stato dei luoghi impedisce fattivamente per brevissimi tratti la realizzazione di un percorso con livello del rating ottimo, si prevede di realizzare la ciclovie con le seguenti caratteristiche:

- Sezione ciclopedonale pari a 3,50 m fatte salvo limitazioni particolari a 3,00 m, 2.50 ciclabile;
- Pavimentazione in materiale bituminoso classico per i tratti in ambito urbano e drenante per i tracciati lungo il Canale Lunense, ad eccezione del tratto in adiacenza all'area archeologica di Luni dove viene previsto calcestruzzo;
- Pendenza media su tutto il tracciato inferiore al 2% e pendenze massima di progetto del 10% per brevi tratti quali i raccordi tra pista e viabilità e rampe di nuovi ponti.

Nell'elaborato. D3.11.0 Progetto: Sezioni tipo sono riportate le tipologiche rappresentative dei tratti puntatore. Le sezioni sono categorizzate come segue:

- Riasfaltatura e opere complementari (recinzioni e parapetti);
- Allargamento ciclovie;
- Nuova ciclovie a raso;
- Nuova ciclovie su rampa;
- Nuova ciclovie su argine con allargamento del rilevato;.

Tratti urbani

Nei tratti urbani di adeguamento e nuova realizzazione la pavimentazione utilizzata è in conglomerato bituminoso, con pacchetto costituito da: geotessuto 400 g/mq per separazione materiale e protezione dalla vegetazione, minimo 15 cm di tout-venant, 10 cm di fondazione in stabilizzato, 5 cm di binder e infine 3 cm di usura. Tale intervento è corredato da cordolo di larghezza minima 50 cm per la protezione dal traffico motorizzato e da parapetti metallici in ambito urbano.

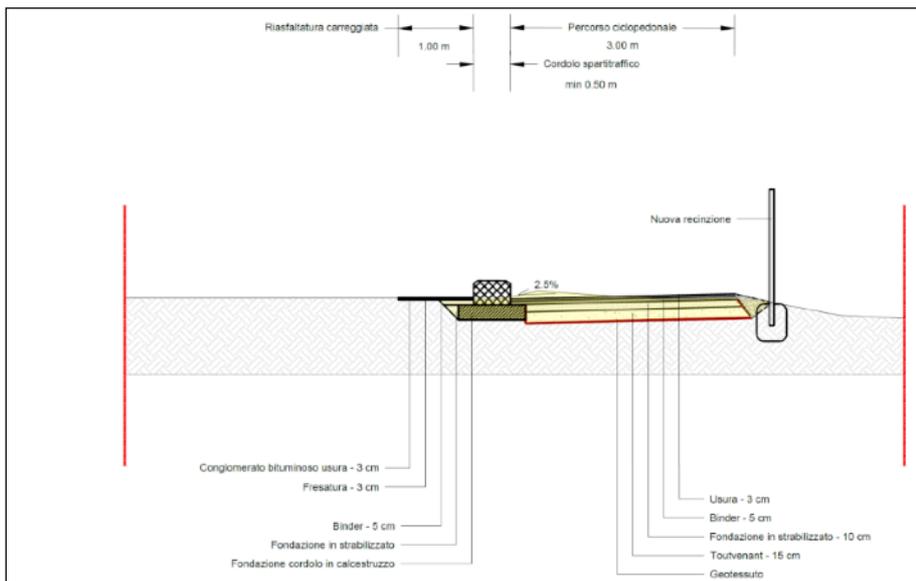


Figura 8 – Sezione C29 – Esempio di sezione a raso con pacchetto bituminoso e cordolo di separazione da 50 cm - Sezione C24 – Sezione con finitura in stabilizzato

Per queste tipologie di tracciato non si hanno particolari prescrizioni da attuare che non siano quelle legate alla realizzazione del cassonetto a regola d'arte riservando la massima cura nel compattare il terreno di sottofondo.

Il settore 9 comprende lo sviluppo della ciclovie nel territorio toscano in Comune di Fosdinovo (MC). L'itinerario procede in promiscuo su viabilità residenziale (via Sarzanello) dal confine con Sarzana fino ad incrociare via Montevicchia (SP 72), dove non sono previsti interventi.

Dall'intersezione con la SP 72 è prevista la realizzazione di nuova ciclovie in asfalto larga 3 m in adiacenza con separazione data da cordolo da 50 cm e muro esistente. Tale intervento permette la continuità della ciclovie che si immette e percorre tutto il percorso ciclabile di recente realizzazione lungo viale di Malaspina (SP 72), sul quale non sono previsti interventi.

In corrispondenza dell'inizio dell'area residenziale dove si interrompe la ciclabile esistente, il progetto prevede un nuovo attraversamento ciclopedonale della SP72. Il percorso procede quindi su nuova ciclovie in sede propria con finitura in asfalto di larghezza 3.00m fino a raggiungere viabilità di servizio al campo sportivo. La soluzione maggioritaria prevede la pista a piano campagna, mentre per il superamento del dislivello esistente tra le coltivazioni viene realizzato un rilevato con terre armate e drenaggio.

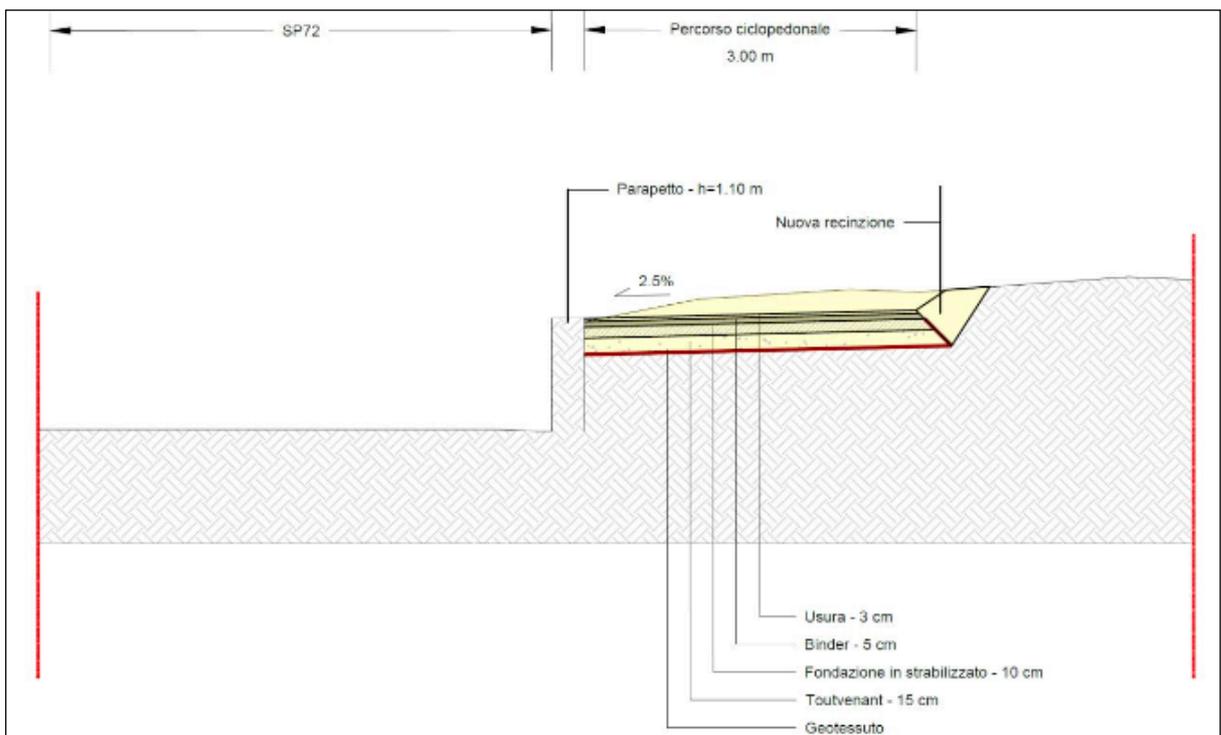


Figura 9 – Sezione C31 – Tratto nuova ciclovie su muro

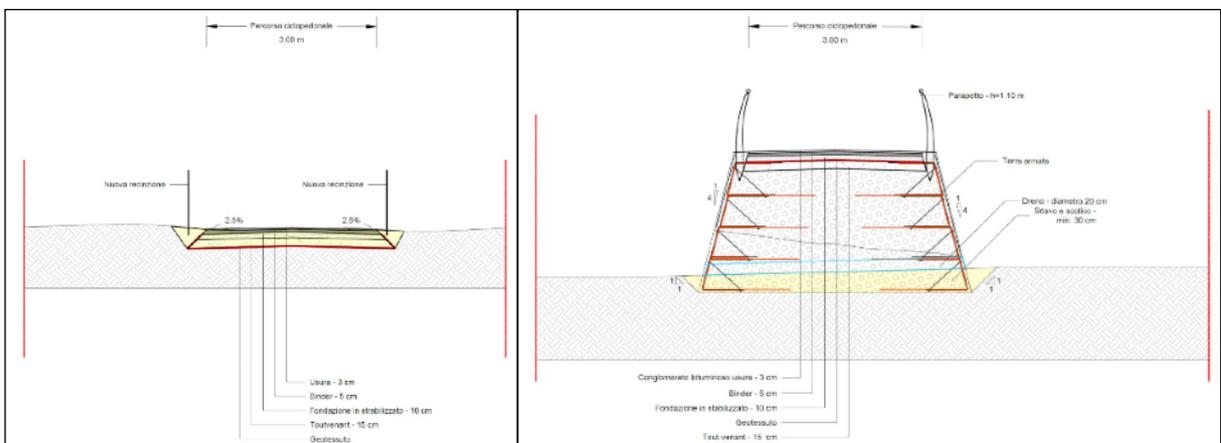


Figura 10 – Sezione C30 – Nuova ciclovie a raso - Sezione E8 – Nuova ciclovie su terre armate

Le problematiche di carattere geologico sono differenziate per le tre tipologie di tracciato sopra riportate:

Sezione C31 – Tratto nuova ciclovie su muro - Le condizioni di fattibilità geologico tecnica dell'intervento in progetto appaiono legate, quasi esclusivamente, alla resistenza del manufatto (muro) esistente. Durante i sopralluoghi di campagna, il muro di sostegno è apparso privo di lesioni di rilievo. Occorre, inoltre, considerare il fatto che sovraccarico indotto dalla ciclovie viene in gran parte diminuito dalla sottrazione del peso del terreno escavato. Dovranno, comunque, essere effettuate, in fase esecutiva, saggi sulle fondazioni della muratura esistente al fine di valutare la bontà costruttiva dell'opera.

Ciò detto non si hanno, ulteriori, prescrizioni da attuare che non siano quelle legate alla realizzazione del cassonetto a regola d'arte riservando la massima cura nel compattare il terreno di sottofondo.

Sezione C30 – Nuova ciclovie a raso - Per queste tipologie di tracciato non si hanno particolari prescrizioni da attuare che non siano quelle legate alla realizzazione del cassonetto a regola d'arte riservando la massima cura nel compattare il terreno di sottofondo.

Sezione E8 – Nuova ciclovie su terre armate - Le considerazioni di carattere geologico tecnico sono riservate alla verifica delle condizioni geotecniche dei terreni di fondazione poste al di sotto dello scotico della porzione di terreno aereato. Dal la natura, prevalentemente sabbiosa, in genere, almeno mediamente addensata, non si ritiene, pur in mancanza di indagini geognostiche specifiche, che vi possano essere particolari problematiche geologico tecniche di fattibilità. In fase esecutiva, in corrispondenza dei tratti di maggiore altezza, si consiglia l'esecuzione di prove penetrometriche al fine di dare maggior supporto alle considerazioni qui sviluppate. Un'ultima considerazione riguarda la tempistica di cantiere ritenendo che debba essere riservato un ragionevole intervallo di tempo tra l'esecuzione della rilevato in terra armata e l'esecuzione del sedime viario. Ciò al fine permettere l'assestamento terreno/struttura dell'opera in progetto.

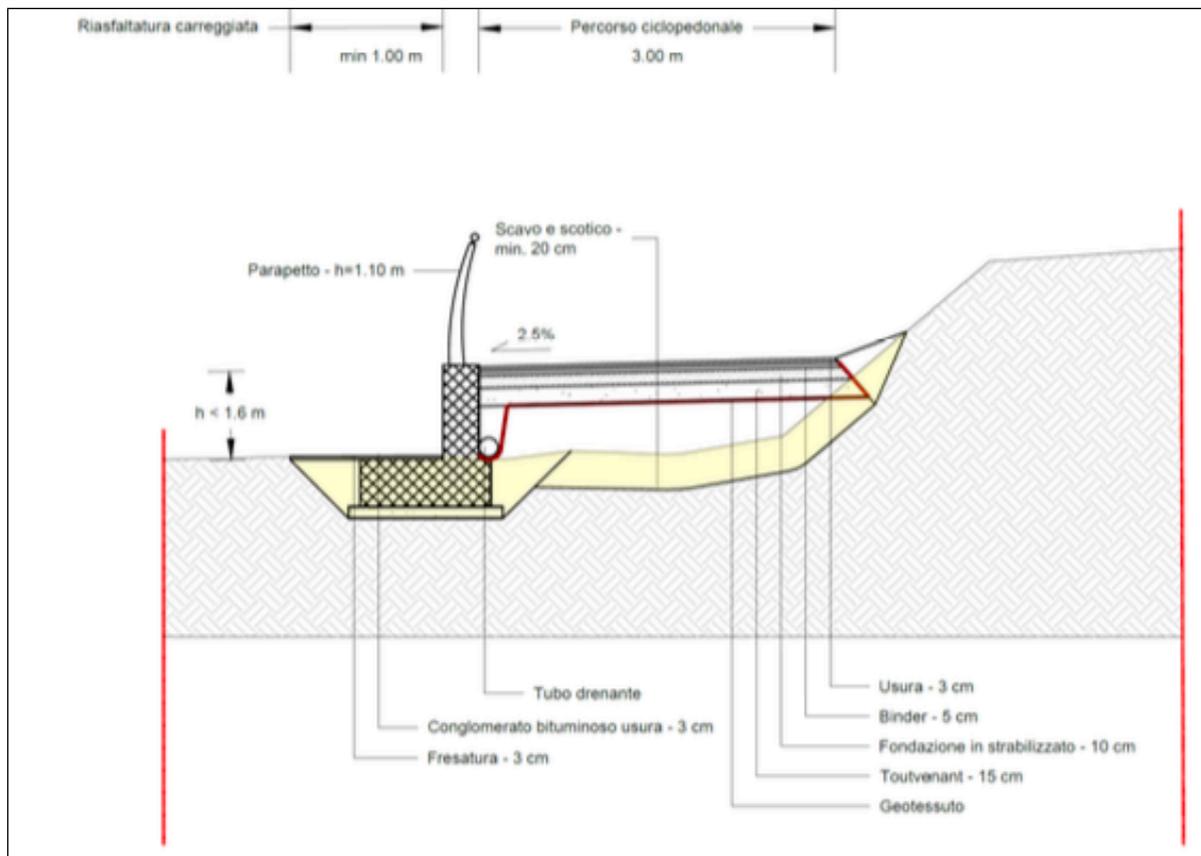


Figura 11 – Sezione D9 – Nuova ciclovie su rampa con muro di sostegno

Sezione D9 – Le problematiche geologico tecniche riguardano l'acquisizione, in fase esecutiva, delle caratteristiche geotecniche dei terreni di fondazione dell'opera di sostegno in progetto che appare, comunque di modeste dimensioni. Il sedime viario della ciclabile sarà realizzato su terreni di riporto che dovranno essere

realizzati a regola d'arte. Riguardo la stabilità della scarpata di monte si ritiene, considerando la modesta altezza, che possa essere gestita dando un'inclinazione al terreno compatibile con l'inclinazione di natural declivio che nello specifico assumiamo compresa tra 30° e 35° (vedi tabella in testo) :

Tabella A1 - Angoli di declivio naturale

Tipologia di terreno	Angoli ϕ di declivio naturale per terre		
	Asciutte	Umide	Bagnate
Rocce dure	80° ÷ 85°	80° ÷ 85°	80° ÷ 85°
Rocce tenere	50° ÷ 55°	45° ÷ 50°	40° ÷ 45°
Pietrame	45° ÷ 50°	40° ÷ 45°	35° ÷ 40°
Ghiaia	35° ÷ 45°	30° ÷ 40°	25° ÷ 35°
Sabbia grossa	30° ÷ 35°	30° ÷ 35°	25° ÷ 30°
Sabbia fine (non argillosa)	25° ÷ 30°	30° ÷ 40°	20° ÷ 30°
Sabbia fine (argillosa)	30° ÷ 40°	30° ÷ 40°	10° ÷ 25°
Terreno vegetale	35° ÷ 45°	30° ÷ 40°	20° ÷ 30°
Terreno argilloso	40° ÷ 50°	30° ÷ 40°	10° ÷ 30°

Figura 12 - Linee guida ISPESL per l'esecuzione in sicurezza delle attività di scavo D. Lgs. 9 aprile 2008, n. 81 - Attuazione dell'articolo 1 della legge 3 agosto 2007, n. 123, in materia di tutela della salute e della sicurezza nei luoghi di lavoro per l'esecuzione in sicurezza delle attività di scavo D. Lgs. 9 aprile 2008, n. 8

Il percorso prevede poi nuova ciclovie con allargamento del rilevato, si avvicina a via Borghetto e procede parallelamente ad essa su nuova ciclovie realizzata tramite allargamento rilevato con cordolo di separazione da 50cm.

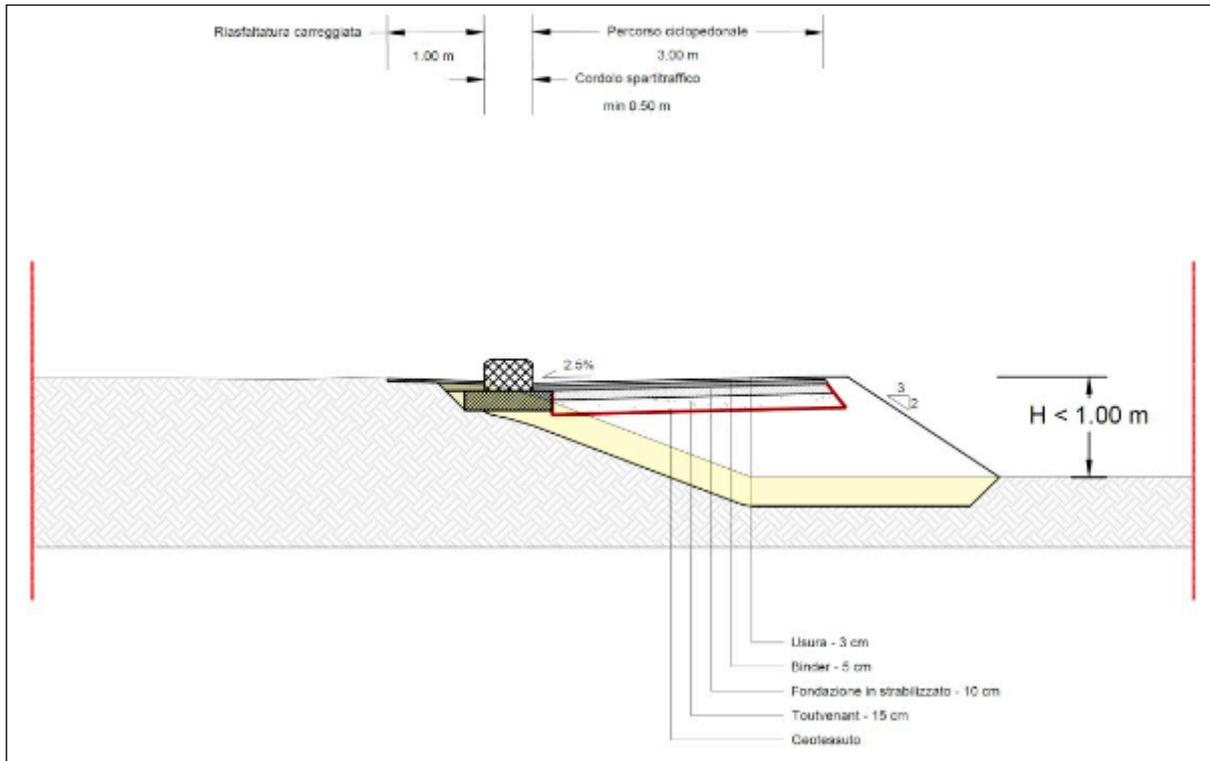


Figura 13 - Sezione E9 – Nuova ciclovie in via Borghetto

Sezione E9 – Le problematiche geologico tecniche per sezione tipologica in oggetto sono legate all'esecuzione, a regola d'arte del terreno di riporto. Riguardo la stabilità della scarpata di valle si ritiene, considerando la modesta altezza, che possa essere gestita dando un'inclinazione al terreno compatibile con l'inclinazione di natural declivio che nello specifico assumiamo compresa tra 30° e 35° (vedi sopra tabella in testo fonte ISPESL)

Il presente progetto comprende la realizzazione di una nuova opera per il superamento del Torrente Isolone. Il manufatto è realizzato in calcestruzzo e acciaio, materiali coerenti con il contesto e le opere già presenti lungo il percorso del Canale Lunense. Tali materiali garantiscono inoltre elevata resistenza e limitano il ricorso alla manutenzione. Le rampe di avvicinamento, quando necessarie, sono realizzate per il rispetto della pendenza massima del 10% con gli stessi materiali.

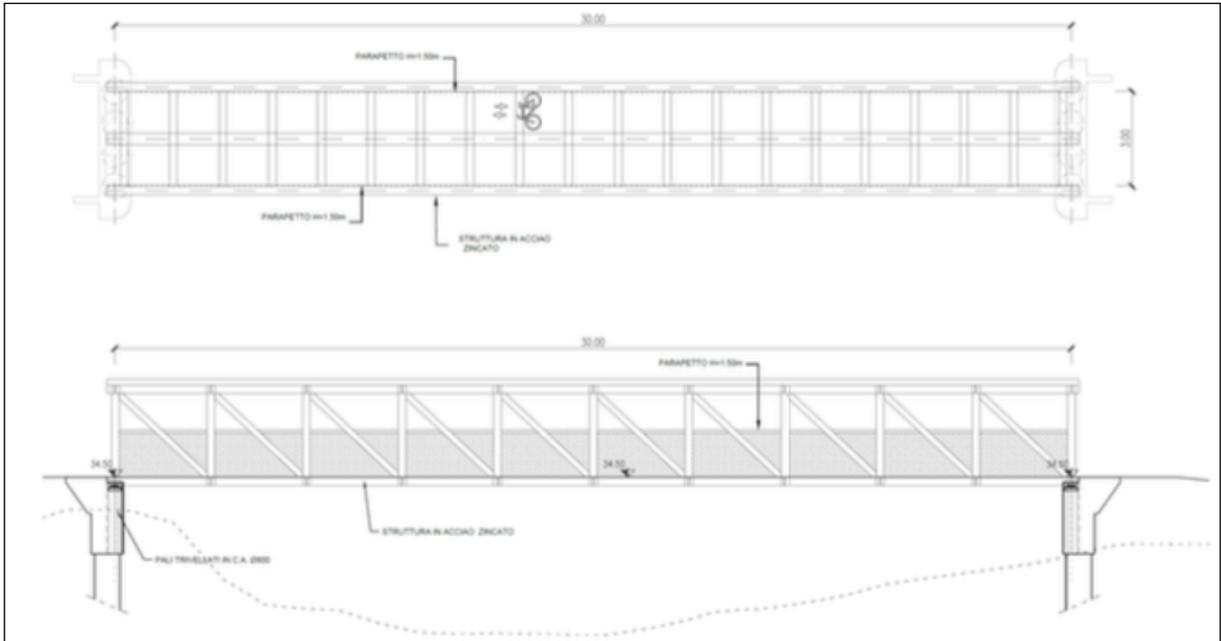


Figura 14 - Pianta e prospetto ponte dl Torrente Isolone

Per la progettazione dell'opera è stata eseguita un'apposita campagna geognostica al fine di valutare le caratteristiche geotecniche dei terreni fondazione per l'appoggio delle spalle.

Per ulteriori delucidazioni si rimanda alla relazione geotecnica allegata agli elaborati progettuali.

Pistoia, dicembre 2022

Per DREAM ITALIA

Dott. Geol. Andrea Bizzarri

Iscr. Albo Geologi della Toscana n° 644

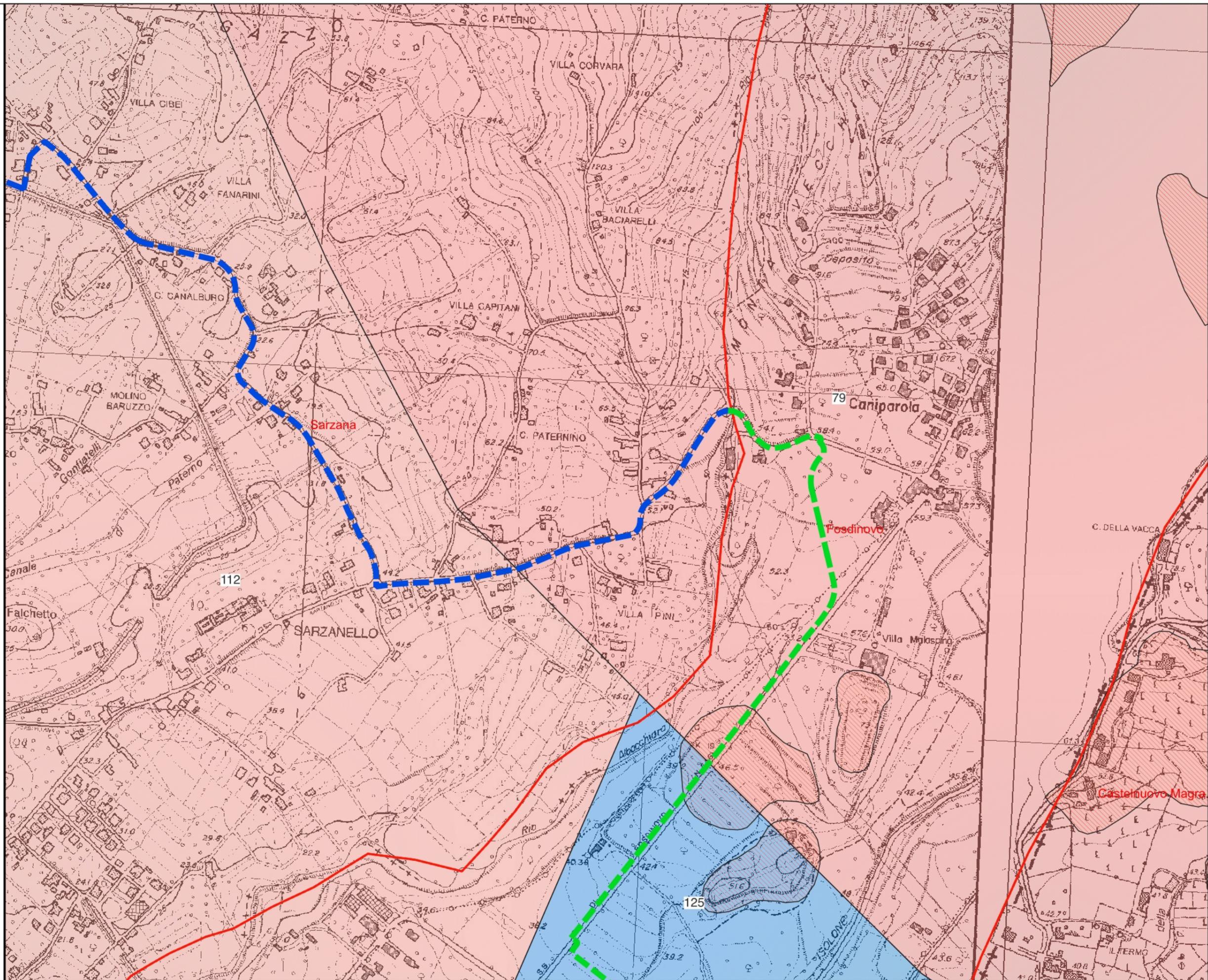
Allegato 1: Atlante geologico

Allegato 2: Atlante sismico

Allegato 3: Atlante con l'ubicazione delle indagini geognostiche eseguite

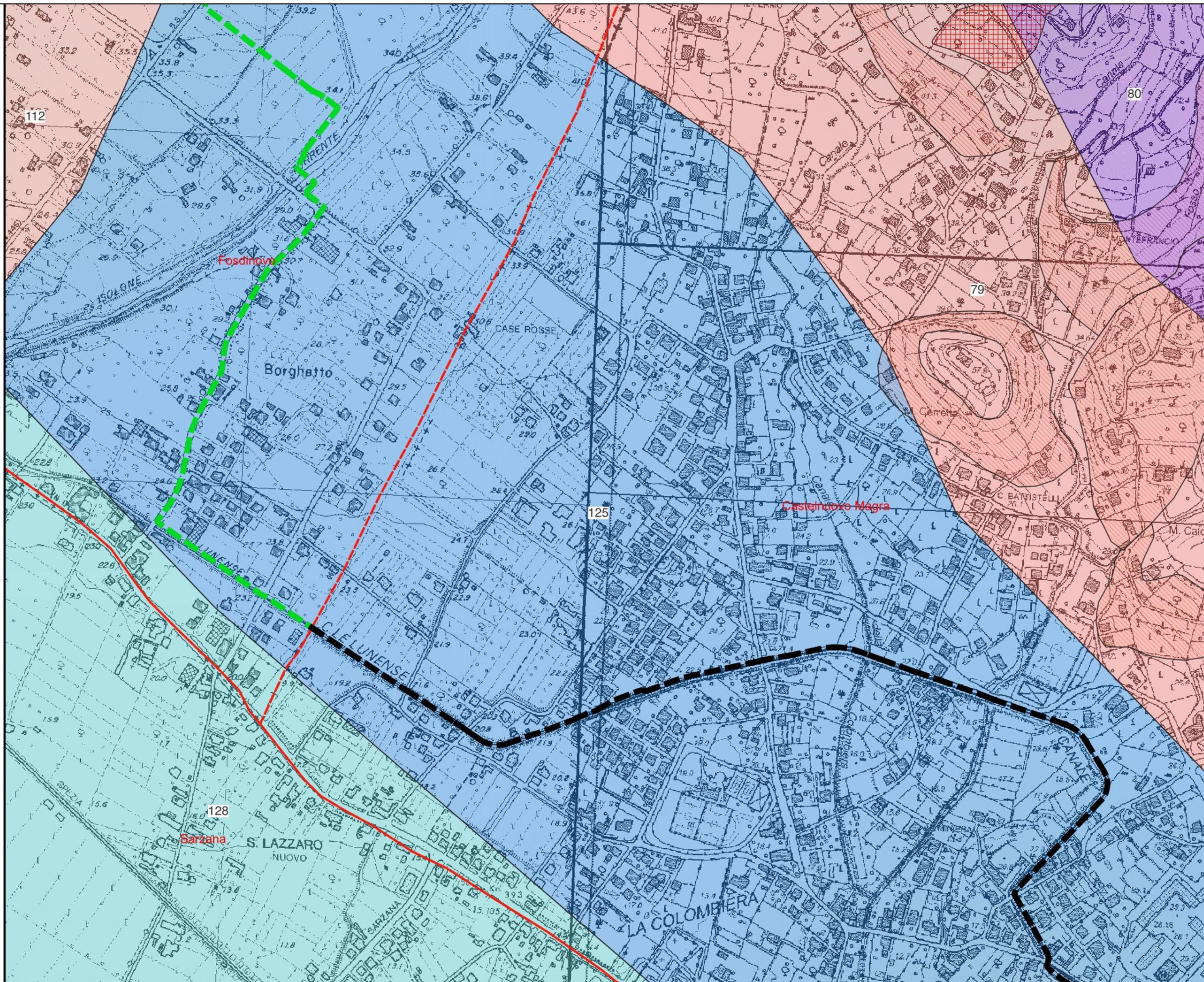
Ciclovia Tirrenica

- Comuni_Levante
- PD Lunense_tratti
- Regione Liguria - lotto prioritario stralcio 6
- Regione Toscana - lotto prioritario 1A
- Geo_Min_Amb
- 112
Conglomerati,arenarie ed argille prevalentemente lacustri (Miocene superiore)
- 125
Detriti,alluvioni terrazzate fluviolacustri e fluvioglaciali (Pleistocene)
- 79
Unità calcareo-marnose (torbiditi) (Cretacico)
- Pericolosità_frana
- MEDIA
- ELEVATA



Ciclovia Tirrenica

- Comuni_Levante
- PD Lunense_tratti
- Regione Liguria - lotto Prioritario stralcio 5
- Regione Toscana - lotto prioritario 1A
- Geo_Min_Amb
- 112
Conglomerati,arenarie ed argille prevalentemente lacustri (Miocene superiore)
- 125
Detriti,alluvioni terrazzate fluviolacustri e fluvioglaciali (Pleistocene)
- 128
Detriti coltri alluvionali e fluviolacustri,spiagge attuali (Olocene)
- 79
Unità calcareo-marnose (torbiditi) (Cretacico)
- 80
Unità argilloso-calcaree talora ofiolitifere (torbiditi) (Cretacico)
- Pericolosità_frana
- MEDIA
- ELEVATA



Ciclovia Tirrenica

PD Lunense_tratti

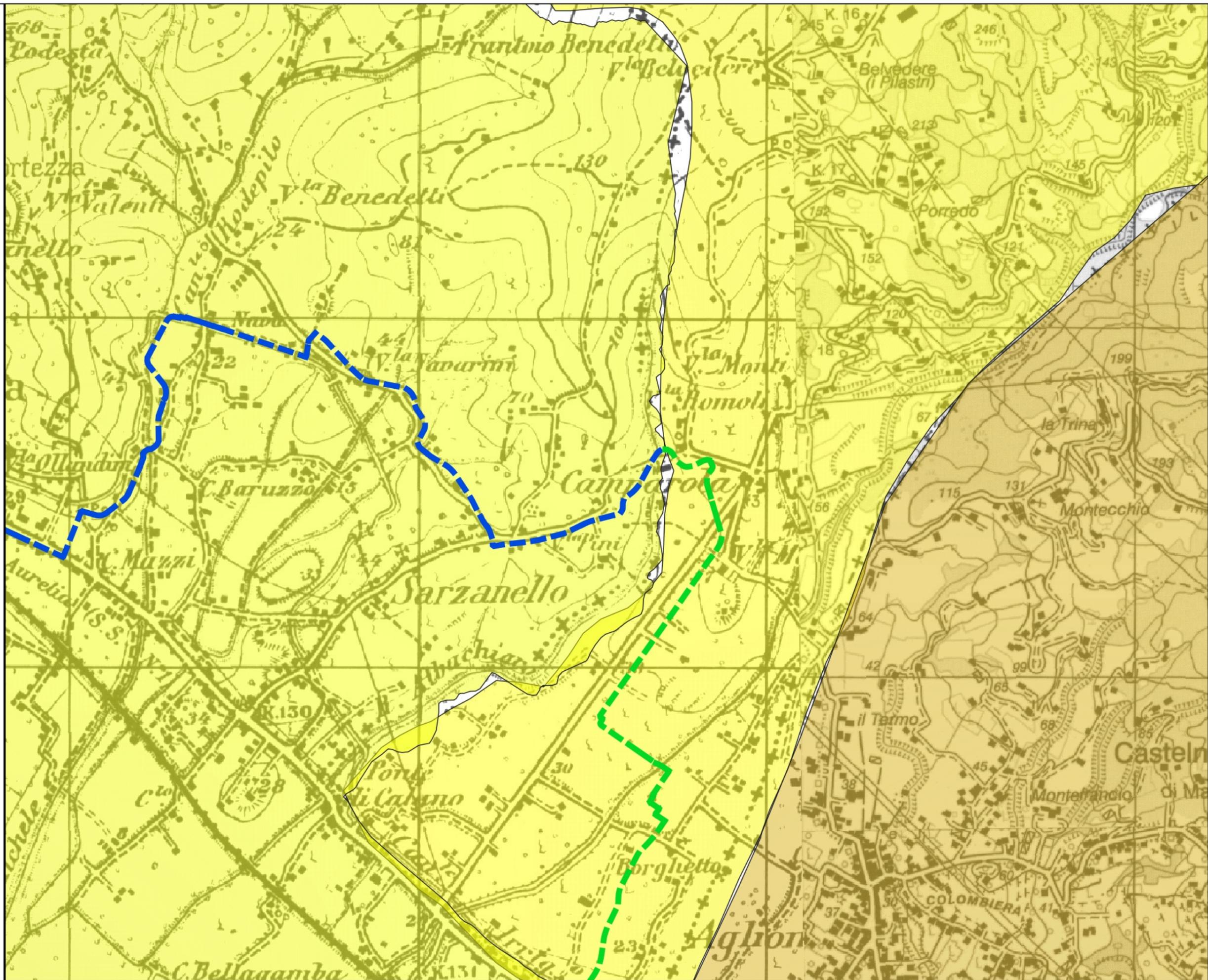
■ Regione Liguria - lotto prioritario stralcio 6

■ Regione Toscana - lotto prioritario 1A

Zone_Sismiche

■ 2

■ 3



Ciclovia Tirrenica

Lotti prioritari

■ Regione Toscana - lotto prioritario 1A

Indagini_Geognostiche

● SOND-DPSH

