



Regione Toscana

## Lotto prioritario 2B - Costa della Maremma Stralcio 1b - Comune di Scarlino

(da Via Vecchia delle Collacchie a Str. Vicinale di Pian d'Alma)  
**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

**Provincia di Grosseto  
- Servizio Viabilità**

IL RESPONSABILE UNICO DEL PROCEDIMENTO

Ing. Alessandro Vichi



Comune di  
Follonica



Comune di  
Scarlino



Comune di  
Grosseto



Provincia di  
Grosseto



Comune di  
Magliano in Toscana



Comune di  
Orbetello



Comune di  
Capalbio

RTP progettisti

RESPONSABILE DELL'INTEGRAZIONE TRA LE VARIE PRESTAZIONI SPECIALISTICHE

Ing. Lino Pollastri



MATE Soc. Coop.



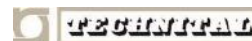
Cooprogetti Soc. Coop.



Parcianello & Partners  
engineering s.r.l.



Netmobility s.r.l.



Technital S.p.a



D.R.E.A.M. Italia

## Relazione geologica e sismica

Progetto	Fase	Disciplina	Elaborato	Sub	Revisione	Revisione
20066	D	1	2	0	A	Emissione
D71B17002330003	Redatto Bizzari	Controllato Galardini	Approvato Seneci	Scala -	Data Febbraio 2023	



## **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. Luigino Capponi  
**Progettista architettonico:** Arch. Elisa A. E. Crimi

**Progettista strutturale:** Ing. Davide Litruri  
**Progettista idraulico:** Ing. Chiara Chiostrini  
**Geologo:** Geol. Andrea Bizzarri

## 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.



Coopprogetti Soc. coop.

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



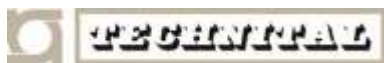
Parcianello & Partners engineering s.r.l.

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 Litruri, Ing. Andrea Renzo, Ing. Guido Rossi, Ing. Alessandro Rizzo, Ing. Marco Rossignoli, Geom. Gianluca Follesa



D.R.E.A.M. Italia

Ing. Simone Garlandini, Ing. Chiara Chiostrini, Geol. Andrea Bizzarri, Dott. For. Lorenzo Mini, Dott. For. Katuscia Begliomini, Dr. Paola Semenzato

## 1. SOMMARIO

1. SOMMARIO	2
2. GENERALITÀ	3
3. APPROCCIO METODOLOGICO	3
4. INQUADRAMENTO GEOLOGICO	3
4.1. Cenni di geologia regionale	4
4.2. Inquadramento tettonico	6
4.3. Inquadramento sismico	7
5. CONSIDERAZIONI LITOLOGICHE DI TRACCIATO	10
5.1. Rilievo geomeccanico	12
5.1.1. Misure di campagna	12
5.1.2. Test di Markland	14
5.1.3. Risultato del Rilievo geomeccanico e condizioni di fattibilità	15
6. ATTRAVERSAMENTO FOSSO DELLE CANNUCCE (COMUNE DI SCARLINO GR)	16
7. CONSIDERAZIONI IDROGEOLOGICHE DI TRACCIATO	17
8. PARAMETRI SISMICI SITOSPECIFICI	17
8.1. Categoria di sottosuolo	17
8.2. Condizioni topografiche	18
8.3. Parametri sismici sitospecifici (NTC 2018)	19

Allegato 1: Atlante geologico

Allegato 2: Atlante geomorfologico

## 2. GENERALITÀ

Il presente elaborato riporta le indicazioni relativamente ai litotipi e alle problematiche di tipo geologico, geomorfologico, idrogeologico e sismico riguardo il tratto della ciclovía Tirrenica da Puntone di Scarlino (Via Vecchia delle Collacchie) alla Strada Vicinale di Pian d'Alma individuato come: Lotto prioritario 2b - Costa della Maremma - Stralcio 1b - Comune di Scarlino (GR).

Di seguito si riporta un estratto cartografico con l'individuazione del tracciato in oggetto.



**Figura 1** – Ubicazione stralcio oggetto d'analisi

Il percorso, come visibile in figura 1, si sviluppa per vie interne al fine di creare un collegamento alternativo al tracciato costiero esistente ma ritenuto troppo impegnativo per l'utenza turistico dilettantistica alla quale si rivolge il Progetto di Ciclovía Tirrenica.

## 3. 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 le cartografie geologiche, geomorfologiche, idrauliche e sismiche, di supporto all'inquadramento dell'intero tracciato della ciclovía, sono state realizzate tavole in scala 1: 25.000 raccolte in appositi atlanti.

Come concordato con il Gruppo dei Progettisti, sono state realizzate anche delle tavole di maggior dettaglio per dare risalto ai rischi e alle criticità emerse dallo studio per le nuove opere.

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.

## 4. INQUADRAMENTO GEOLOGICO

Per Il macro tronco Toscana 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	
<b>Geologia</b>	
<b>formazione</b>	
Alluvioni terrazzate (Olocene)	Calcarei organogeni e biotritici neritici e di piattaforma (Cretacico superiore)
Andesiti (lave e piroclastiti) (ciclo miocenico-paleogenico)	Calcarei organogeni, calcareniti (Miocene medio-inferiore)
Arenarie e conglomerati (Paleogene)	Calcarei, calcari marnosi e marne, selciferi, pelagici (Giurassico)
Arenarie e conglomerati, talora torbiditici (Miocene medio-inferiore)	Complessi caotici di varie età
Arenarie ed argille (subordinati calcari ed evaporiti) (Miocene superiore)	Depositi eolici (Olocene, Pleistocenici pro-parte)
Argille (Pleistocene e Pliocene)	Depositi glaciali (Pleistocene)
Argille (Pleistocene)	Depositi lacustri e fluvio-lacustri (Pleistocene e Pliocene)
Argille e marne (Miocene medio-inferiore)	Detriti, alluvioni terrazzate, fluvio-lacustri e fluvio-glaciali (Pleistocene)
Argille e marne talvolta con olistostromi (Pliocene)	Detriti, depositi alluvionali e fluvio-lacustri, spiagge attuali (Olocene)
Basalti alcalini (lave, ialoclastiti, piroclastiti) (ciclo miocenico-paleogenico)	Dolomie cristalline neritiche e di piattaforma (Triassico superiore)
Calcarei detritici ed organogeni tipo panchina (Pleistocene e Pliocene)	Dolomie neritiche e di piattaforma (Giurassico)
Calcarei detritici ed organogeni tipo panchina (Pliocene)	Formazione Gessoso-solfifera (Miocene superiore)
Calcarei e calcareniti neritici e di piattaforma (Paleogene)	Laghi e Ghiacciai
Calcarei e calcari biotritici neritici e di piattaforma (Cretacico inferiore)	Marne e marne calcaree detritiche di facies di scarpata (Paleogene)
Calcarei e calcari dolomitici neritici e di piattaforma (Triassico superiore)	Marne e marne calcaree di facies pelagica (Paleogene)
Calcarei e calcari marnosi detritici di scarpata (Cretacico-Giurassico superiore)	Marne talora con selce, detritica, di facies di scarpata (Miocene medio-inferiore)
Calcarei e calcari marnosi detritici di scarpata (cretacico)	Marne talora con selce, di facies pelagica (Miocene medio-inferiore)
Calcarei e calcari marnosi detritici di scarpata (Paleogene-Cretacico superiore)	Riodaciti, rioliti (lave, ignimbriti) (ciclo miocenico-paleogenico)
Calcarei e calcari marnosi pelagici (Paleogene-Cretacico superiore)	Sabbie e conglomerati (Pleistocene)
Calcarei e calcari marnosi, con selce e detritici di scarpata (Giurassico)	Sabbie e conglomerati (Pliocene)
Calcarei e tavolite dolomitiche neritici e di piattaforma (Giurassico)	Trachiti e latiti (lave, piroclastiti) (ciclo miocenico-paleogenico)
Calcarei micritici e micriti argillose di piattaforma (Cretacico-Giurassico super)	Travertini (Pleistocene talora Olocene)
Calcarei micritici e micriti argillose pelagiche (Cretacico-Giurassico superiore)	Unità arenacee e arenaceo-marnose (Miocene medio-inferiore)
Calcarei neritici e di piattaforma (Paleogene-Cretacico superiore)	Unità arenacee e arenaceo-marnose (torbiditiche) (Paleogene)
	Unità argillose ed argilloso-calcaree (torbiditiche) (Paleogene)
	Unità calcareo-marnose (torbiditi) (Paleogene)
	Unità 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.

#### 4.1. CENNI DI GEOLOGIA REGIONALE

L’Appennino Settentrionale è costituito, come le altre catene del sistema alpino-himalaiano, da falde tettoniche di notevole spessore ed estensione orizzontale, che durante l’orogenesi alpina si sono spostate di centinaia di chilometri accavallandosi le une sulle altre.

L’Appennino toscano-emiliano può essere diviso in vari domini: dominio delle Liguridi interne ed esterne, Dominio Toscano, Umbro-Romagnolo e Marchigiano e Dominio Sub-Ligure, che si formavano in vari bacini posti da ovest verso est e che hanno portato alla sedimentazione prima ed alla trasposizione poi, delle formazioni che si ritrovano attualmente nell’area in studio.

Le unità torbiditiche del Domino Toscano si sono depositate circa dieci milioni di anni fa (tra l’Oligocene ed il Miocene) e rappresentano le rocce più diffuse del Dominio costituendo l’ossatura della catena montuosa e molti dei suoi rilievi più alti (M.te Cimone). Si estendono dall’Appennino parmense fino al lago Trasimeno con spessori che raggiungono i 3000 metri.

Le torbiditi presentano caratteristiche litologiche, sedimentologiche e petrografiche poco variabili: sono infatti costituite da banchi che vanno da pochi centimetri a qualche metro di arenarie grossolane che sfumano verso l’alto ad arenaria fine, silt, argilliti e marne. Gli strati arenacei mostrano diverse forme dovute a controimpronte scavate dalle correnti altre dovute ad organismi marini. È inoltre possibile notare in ogni spessore fino a cinque intervalli caratterizzati ognuno da proprie strutture. Questa sequenza (sequenza di Bouma) inizia dal basso con arenaria per passare ad arenaria e silt fino a pelite.

Per quanto riguarda i rapporti stratigrafici tra le varie formazioni, si deve considerare per prima cosa due grandi allineamenti strutturali che si estendono, parallelamente alla catena appenninica, in corrispondenza dei quali le formazioni torbiditiche sono coinvolte in sovrascorrimenti e parti rovesciate.

La parte torbiditica della Falda Toscana ha spessori variabili dai 1500 ai 3000 metri e poggia sugli Scisti Policromi o Scaglia Toscana con la formazione arenacea del Macigno e termina con la formazione arenaceo-marnosa delle Arenarie di M.te Modino e con le Marne di Pievepelago. All'interno si ritrovano lembi di terreni del Dominio Ligure, costituiti da olistostromi all'interno del macigno e delle arenarie di M.te Modino e M.te Cervarola.

L'Appennino Settentrionale è una catena orogenica strutturalmente complessa, formatasi a partire dal Cretaceo superiore in seguito alla chiusura dell'oceano Ligure Piemontese e alla successiva collisione della placca europea con quella adriatica. Durante ciò si possono distinguere una fase oceanica ed una fase intracontinentale:

La fase oceanica inizia al limite tra il Cretaceo inf. e il Cretaceo sup., e termina nell'Eocene medio con la completa chiusura dell'Oceano Ligure Piemontese. Durante questa fase si forma un prisma di accrezione costruito dall'impilamento per sottoscorrimento verso Ovest delle coperture oceaniche e di parte del loro basamento (Unità Liguri).

Segue, nell'Eocene medio-sup. la collisione tra il margine continentale europeo e quello adriatico che dà inizio alla fase intracontinentale. In questa fase si ha lo sviluppo di una tettonica a thrust e falde con sottoscorrimento verso ovest delle Unità Toscane, prima, e di quelle Umbro Marchigiane, poi, sotto le unità precedentemente impilate.

L'Appennino Toscano è caratterizzato dall'accavallamento della Falda Toscana (Successione Toscana non metamorfica) sull'Unità Cervarola Falterona. In alcuni casi il sovrascorrimento non si realizza direttamente ma con l'interposizione dell'Unità di Canetolo.

Dopo le ultime fasi compressive responsabili degli impilamenti delle principali unità tettoniche (dall'Oligocene superiore al Pliocene superiore) inizia nel Quaternario un regime distensivo che porta al parziale smembramento dell'edificio strutturale precedentemente costituito con l'origine di una serie di depressioni tettoniche.

Nelle parti più depresse si impiantano dei bacini chiusi che diventano in seguito sede di deposizione lacustre, come il bacino di Firenze – Prato – Pistoia che inizia ad essere attivo dal Pleistocene inferiore.

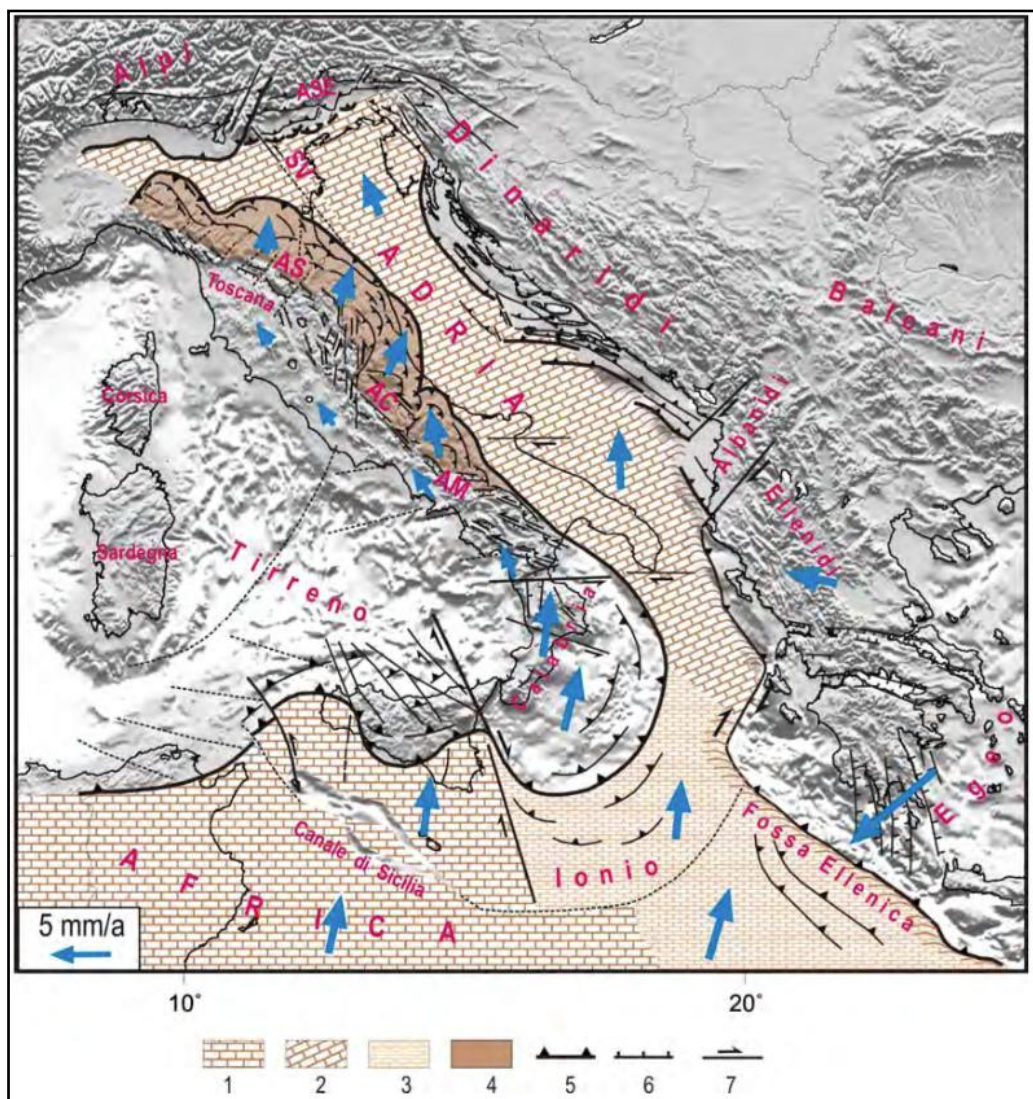
L'assetto strutturale attuale dell'Appennino settentrionale è inserito all'interno di un dominio geodinamico distensivo responsabile dei rilievi morfostrutturali e delle pronunciate depressioni tettoniche (graben) della Toscana. Il sistema di bacini distensivi si propaga dalla fascia tirrenica verso la catena appenninica, essenzialmente durante il Messiniano-Pliocene Inferiore, durante il Pliocene e il Pleistocene (Bacino di Firenze-Pistoia).

Per quanto riguarda la fase compressiva dell'Appennino settentrionale, avvenuta con il sovrascorrimento delle formazioni liguri verso est, una riattivazione di tale fase si è avuta con la duplicazione delle successioni sinorogeniche (Macigno e Arenarie di M.te Cervarola) sulle Unità Liguri delle zone degli alti rilievi del crinale tosco emiliano (fronte della Falda Toscana) e sulla successione Umbra (Marnoso-Arenacea) del settore Tosco-Emiliano.

#### 4.2. INQUADRAMENTO TETTONICO

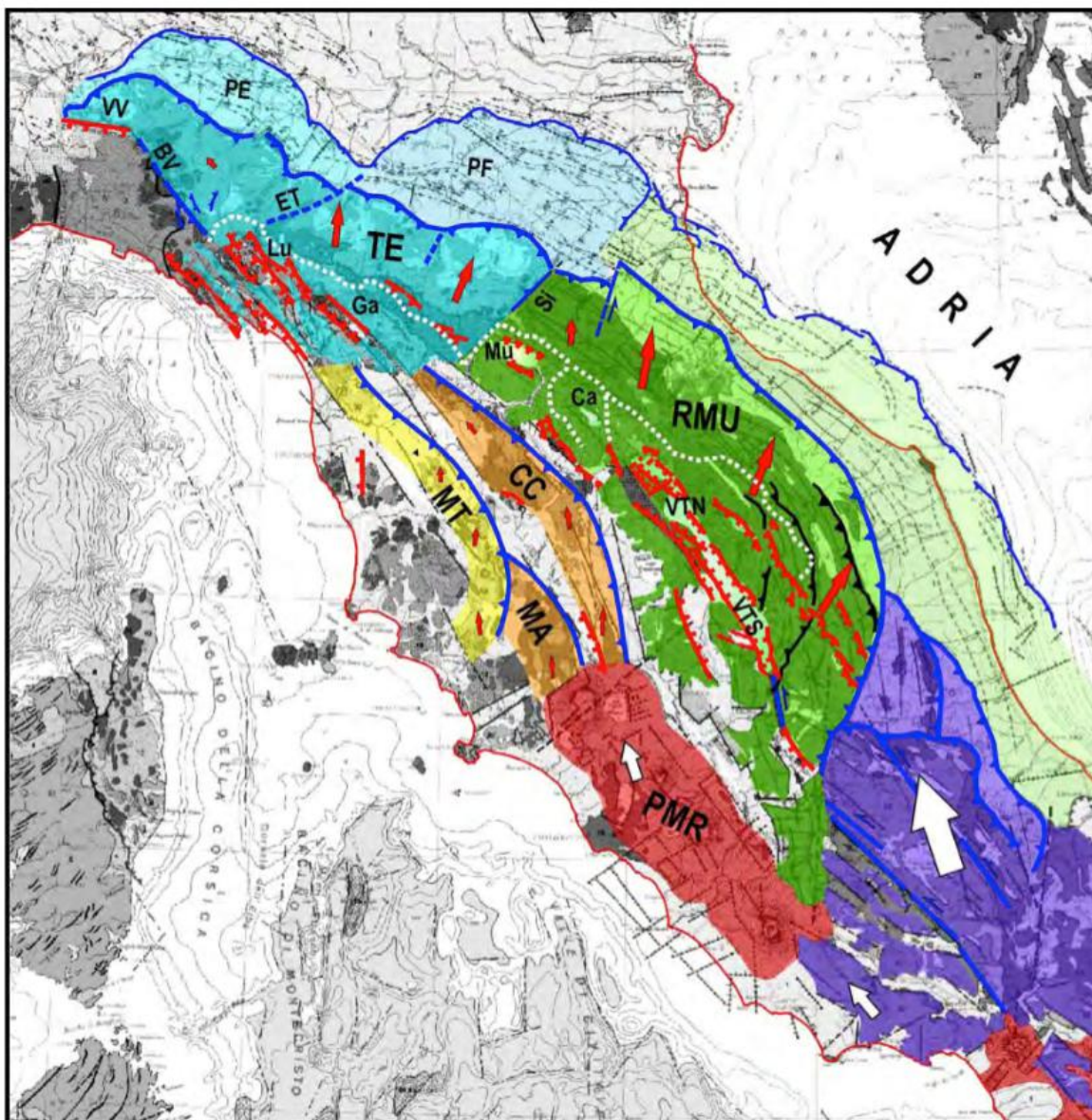
Le indicazioni riportate nel presente capitolo prendono spunto dalla pubblicazione: Sismotettonica dell'Appennino settentrionale - Implicazioni per la pericolosità sismica della Toscana A cura di: E. Mantovani, M. Viti, D. Babbucci, N. Cenni, C. Tamburelli, A. Vannucchi, F. Falciani G. Fianchisti, M. Baglione, V. D'intinosante, P. Fabbroni - (Marzo - 2011) alla quale si rimanda per approfondimenti.

L'assetto tettonico e cinematico dei blocchi nel Mediterraneo centrale compatibili con il complesso delle deformazioni post-Pleistocene medio (Mantovani et alii, 2009).



**Figura 3** – domini continentali africano e adriatico 3) dominio oceanico ionico 4) settore esterno della catena appenninica trasportato dalla placca adriatica 5,6,7) principali lineamenti tettonici compressionali, estensionali e trascorrenti. Le frecce blu indicano il quadro cinematico di lungo termine (post-Pleistocene medio) rispetto all'Eurasia. AM=Appennino Meridionale, AC=Appennino Centrale, AS=Appennino Settentrionale, ASE=Alpi Sudorientali, SV=Sistema di faglie Schio-Vicenza.

La seguente figura mostra lo schema tettonico dell'Appennino settentrionale basato sulla base B/N della Carta Tettonica d'Italia, (Funiello et alii, 1981) sono evidenziati in colore i due settori principali in cui l'Appennino settentrionale è suddiviso: cuneo Romagna-Marche -Umbria (RMU, verde) e cuneo Tosco-Emiliano (TE, azzurro).



**Figura 4** – Il raccorciamento longitudinale di questo sistema strutturale orogenico è causato dalla spinta longitudinale (freccia grande bianca) della parte orientale della piattaforma Laziale-Abruzzese (viola), nell'ambito geodinamico a larga scala illustrato in figura precedente. Una spinta longitudinale, ma meno intensa (freccie bianche più piccole), passa anche attraverso la parte interna della catena appenninica (Viti et alii, 2006) producendo deformazioni e attività sismica minori nella Toscana interna, principalmente in corrispondenza delle dorsali presenti in questa zona (Chianti-Cetona=CC; Montalcino-Amiata=MA, Medio Toscana=MT) e delle fosse tra esse comprese quali: BV=zona sismica Bedonia-Varzi; Ca= Casentino, ET=sistema di faglie Enza-Taro; Ga=Garfagnana; Lu= Lunigiana; Mu=Fossa del Mugello; PE, PF =Complessi sepolti delle Pieghe Emiliane e Ferraresi; PMR=Provincia Magmatica Romana; Si=Linea del Sillaro; VTN, VTS= Val Tiberina Nord e Sud; VV= Zona sismica Villalvernia-Varzi.

#### 4.3. INQUADRAMENTO SISMICO

La normativa in tema di zonazione sismica, antecedente l'OPCM 3274 e il Decreto Ministeriale 14/01/2008, prevedeva che alle zone di 1<sup>a</sup>, 2<sup>a</sup> e 3<sup>a</sup> categoria venissero associati valori del "coefficiente di sismicità"  $S$  (accelerazione massima orizzontale in superficie che si sviluppa durante un evento sismico) attraverso la seguente relazione:  $C = S - 2/100$  dove  $S$  rappresenta il grado di sismicità della zona rispettivamente di 12, 9 e 6.

L'Ordinanza P.C.M. n. 3274 del 20 Marzo 2003 (Pubblicata sulla Gazzetta Ufficiale in data 8 Maggio 2003) proponeva l'adozione di un sistema normativo coerente con il codice europeo in materia antisismica (EC8).

La Regione Toscana, in applicazione dell'O.P.C. Min. n. 3274 del 20 marzo 2003 con la Delibera n° 604 del 16/06/2003 (Allegati 1 e 2) ha provveduto a una nuova classificazione delle zone sismiche secondo la seguente tabella:

Zona	Accelerazione con probabilità di superamento pari al 10% in 50 anni ( $a_g$ )	Accelerazione orizzontale max convenzionale (di ancoraggio) dello spettro di risposta elastica ( $a_g$ )
1	$0.25\text{ g} < a_g < 0.35\text{ g}$	0.35 g
2	$0.15\text{ g} < a_g < 0.25\text{ g}$	0.25 g
3	$0.05\text{ g} < a_g < 0.15\text{ g}$	0.15 g
4	$< 0.05\text{ g}$	0.05 g

La successiva classificazione (Deliberazione di G.R.T.N.431 del 19 giugno 2006) prevede per alcuni comuni del territorio regionale una declassazione da zona a media sismicità a zona a bassa sismicità (da zona 2 a zona 3), pertanto è stato ritenuto opportuno mantenere lo stesso livello di protezione assicurato dalle azioni sismiche della zona 2, prevedendo di conseguenza l'individuazione di una zona 3s.

In base, infine, alla Delibera N 421 del 26/05/2014 di Giunta della Regione Toscana con oggetto: Aggiornamento della classificazione sismica regionale in attuazione dell'O.P.C.M. 3519/2006 ed ai sensi del D.M. 14/01/2008 - Revoca della DGRT 431/2006.

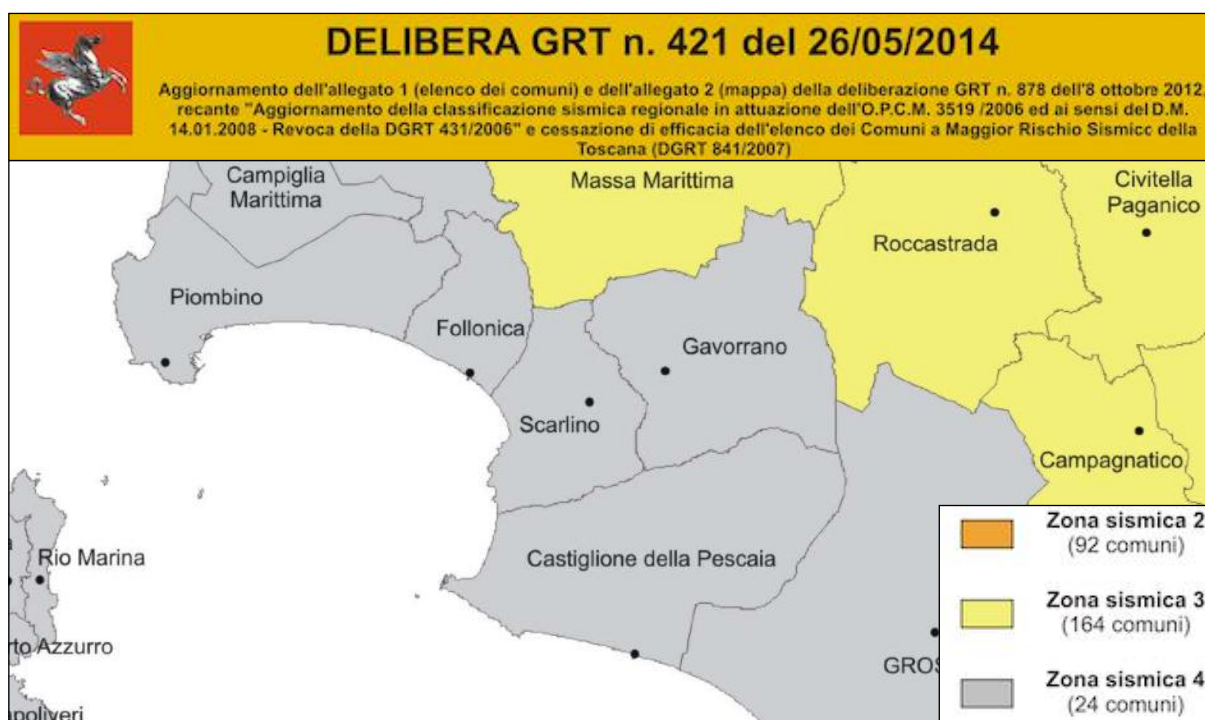
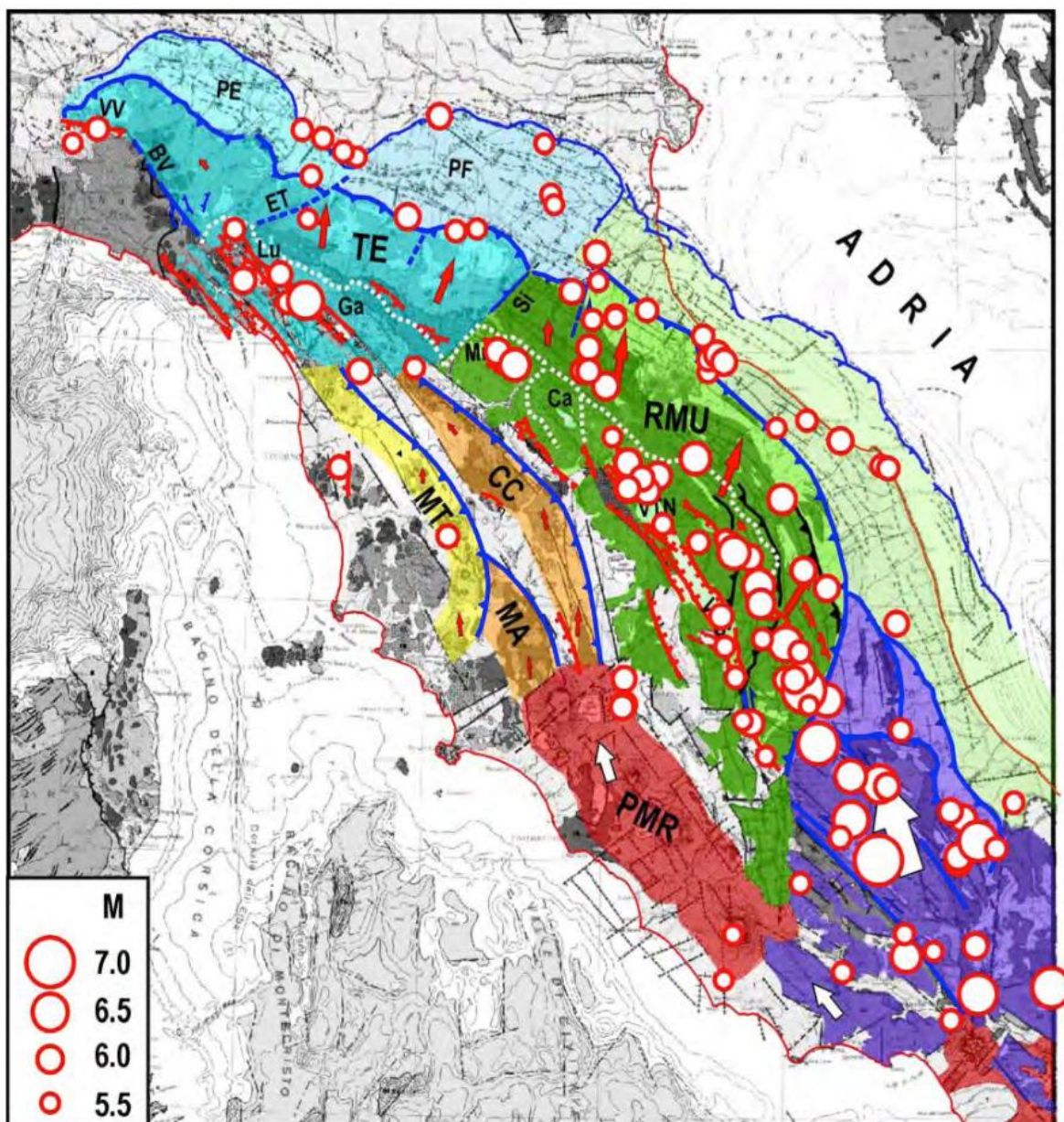


Figura 5 – Zona sismica Comune di Scarlino (GR)

Il tracciato del Macro tronco Toscano della ciclovie si sviluppa, in area grossetana, all'interno della classe sismica 4; così come lo stralcio in esame (Comune di Scarlino).



**Figura 6** – Schema sismotettonico dell'Appennino settentrionale con riportati gli epicentri dei terremoti più intensi ( $M > 5.5$ ) avvenuti dal 1600

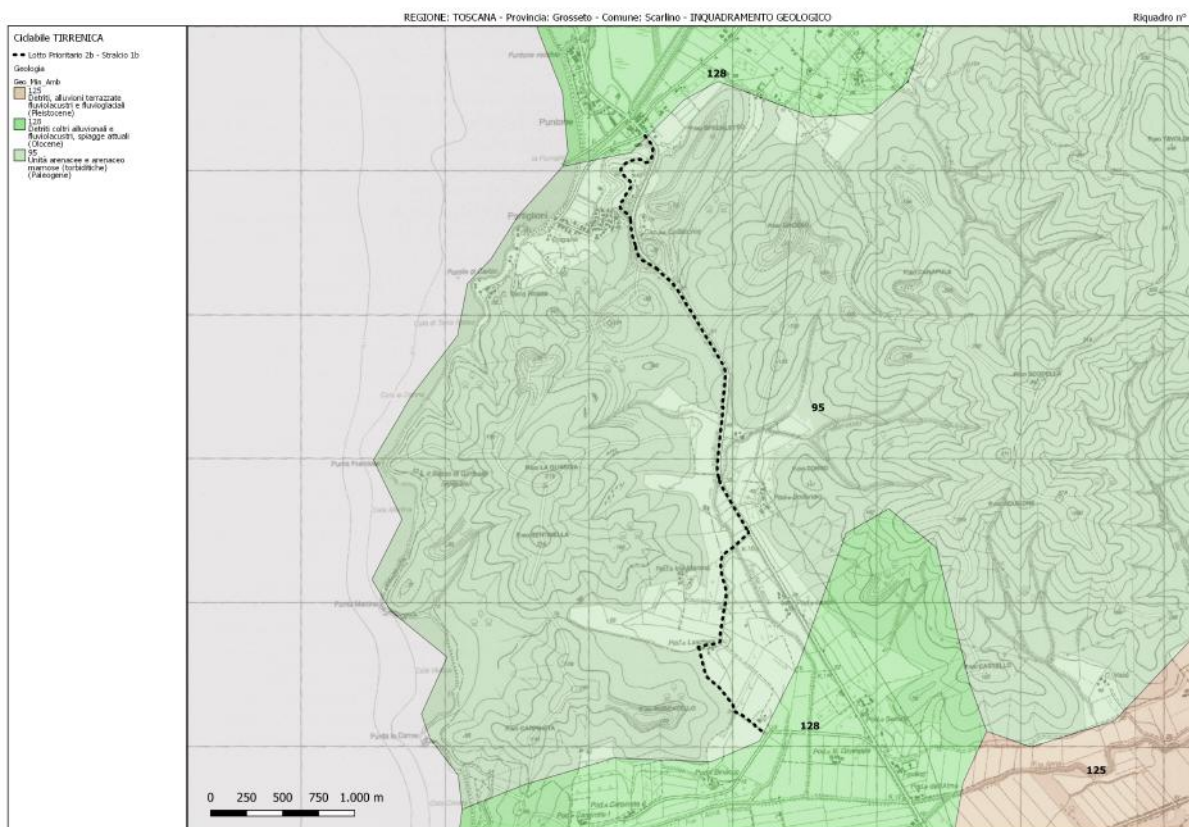
Dallo schema di figura 6 si evince come la linea costiera toscana non sia interessata da fenomenologie sismiche di particolare intensità.

## 5. CONSIDERAZIONI LITOLOGICHE DI TRACCIATO

Lo stralcio in esame inizia nei pressi dell'abitato di Puntone di Scarlino su terreni di origine alluvionale fluvio lacustri, localmente, legati alla dinamica fluviale del canale Allacciante e dell'area palustre d'alimentazione dello stesso canale (n°128 in cartografia di figura 7).

Il resto del tracciato si sviluppa nel dominio dei terreni denominati in letteratura "Mac - Arenarie del Macigno" e con il numero (95) nella cartografia in testo. La Formazione geologica del Macigno è stata deposta, in età Oligocenica Medio Superiore, a seguito di un continuo succedersi di frane sottomarine in ambiente di piattaforma continentale. A tale tipologia di deposito si dà il nome di Torbiditi in quanto il fenomeno franoso sottomarino produce una "nuvola" torbida che sedimenta lentamente nel tempo. Il Macigno in affioramento è caratterizzato da strati arenacei di spessore decimetro (deposti in fase di frana) caratterizzati da una, talvolta, spiccata gradazione dei grani, all'interno dello strato, dovuti alla sedimentazione, in ambiente liquido, delle granulometrie via via più minute. Lo strato, quindi, presenta una "base", con sedimenti grossolani e un "tetto" con grani più fini.

Gli strati arenacei appaiono intercalati da livelli silticici, di spessore centimetrico, depositi nell'intervallo temporale tra un evento franoso e l'altro. Tale tipologia di deposito viene, più in generale, dato il nome di Flysch, nello specifico, terziari a causa dell'era geologica in cui è avvenuto il deposito. L'arenaria del "Macigno" non subito fenomeni traslativi di particolare entità e si assumono come terreni autoctoni appartenenti alla "Serie Toscana" di cui costituiscono una delle Formazioni geologiche di "chiusura" (più giovani).



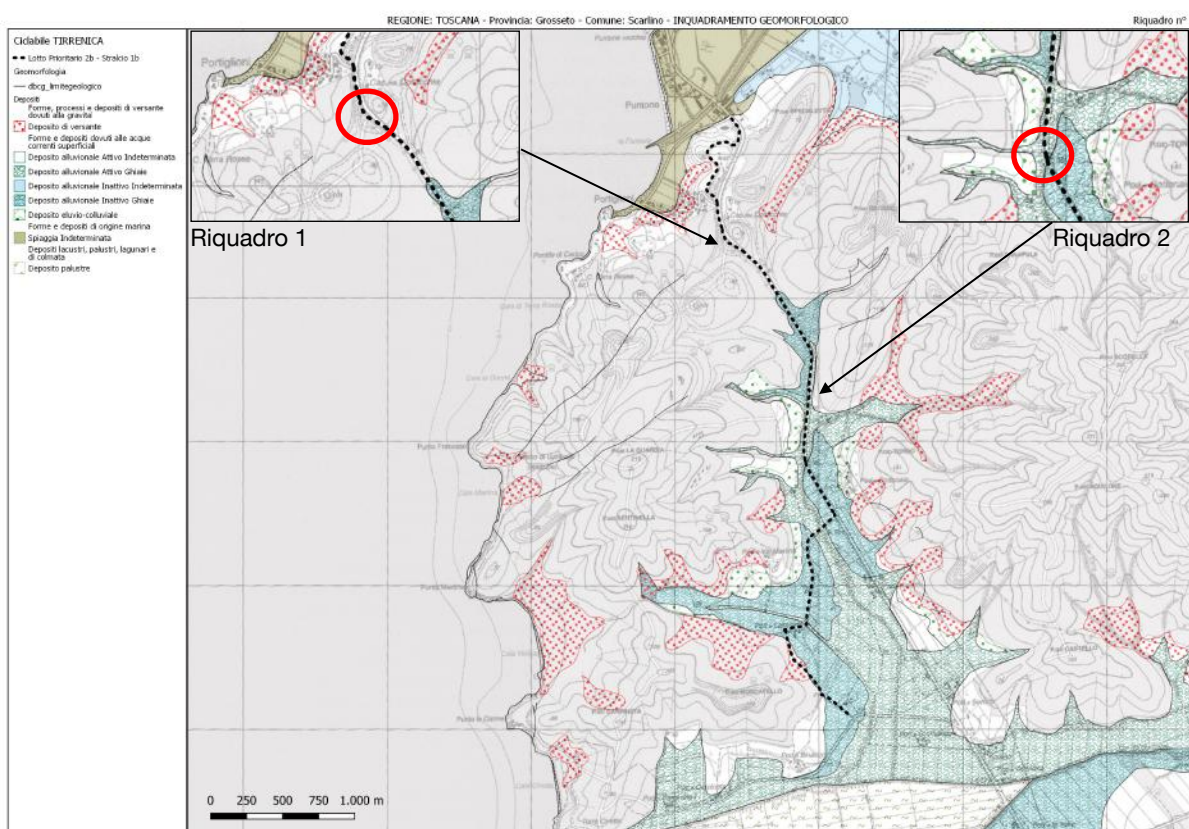
**Figura 7** – Sviluppo stralcio Puntone di Scarlino - Str Vicinale Pian d'Alma su base geologica

Le arenarie del "Macigno" non hanno, in genere, un'accentuata predisposizione al dissesto di tipo gravitativo. Tuttavia, su alcuni versanti, può accadere che gli strati lapidei si trovino in condizioni di scarsa stabilità.

Sul tracciato tale eventualità si manifesta in corrispondenza del taglio di versante, operato per la realizzazione della Strada Provinciale 158 "delle Collacchie", localmente in trincea (v. Riquadro 1 di figura 8 - Carta geomorfologica).

Sul versante di nostro interesse la Formazione geologica presenta una giacitura a franapoggio meno inclinata del pendio e, quindi, intrinsecamente incline alla traslazione gravitativa (che si è puntualmente verificata). L'ammasso mostra, inoltre, un elevato grado di fratturazione che conduce ad isolare cunei lapidei di dimensioni medio piccole (volumi 0,05 mc max).

I livelli silicici appaiono di spessore centimetrico e non si registrano tracce che facciano presupporre la presenza di una circolazione idrica, interstrato, persistente. In occasione di eventi meteorici intensi e/o duraturi, si ipotizza tuttavia, la presenza di acque ipogee infiltranti all'interno del sistema fessurativo che, in corrispondenza dei livelli silicici, conduce ad un indebolimento delle caratteristiche geotecniche dei minerali argillosi (abbondantemente in questi litotipi) e, quindi, alla "lubrificazione" del contatto tra strati arenacei contigui che possono favorire l'evoluzione del dissesto rilevato.



**Figura 8** – Sviluppo stralcio Puntone di Scarlino - Str Vicinale Pian d'Alma su base geomorfologica

La ciclovía in progetto prevede di passare immediatamente a monte della scarpata in frana seguendo un sentiero esistente.

Da rilievi geologici di superficie abbiamo constatato la necessità di allargare, verso monte, un tratto di sentiero della lunghezza di circa 10-15 m. Per valutare le condizioni di stabilità del pendio a seguito di questa operazione abbiamo eseguito un rilievo geomeccanico.

Proseguendo il tracciato (v. riquadro 2 di figura 8) necessita per l'attraversamento del Fosso delle Cannucce di realizzare una nuova opera d'arte, l'unica presente in questo stralcio di ciclovía.

L'opera sarà realizzata, in considerazione delle dimensioni medio modeste, mediante la posa in opera strutture prefabbricate in cls (vedi oltre (Capitolo 7) riguardo le specifiche strutturali dell'opera.

I terreni sono di origine alluvionale di recente deposizione composto prevalentemente da sabbie e ghiaie.

A seguire non si hanno ulteriori considerazioni da sviluppare che non siano la gestione, in termini di permeabilità, del sedime viario rispetto alla condizione ante operam. Ciò si traduce nella semplice regimazione delle acque meteoriche per la quale si rimanda alle varie sezioni tipologiche di progetto.

### 5.1.RILIEVO GEOMECCANICO

Per ottenere indicazioni circa la stabilità dell'ammasso lapideo, sul versante a monte del sentiero esistente, ci siamo affidati ad un rilievo strutturale sugli affioramento lapidei diffusamente presenti lungo la scarpata.



Figura 9 – Affioramento lapideo posto a monte del sentiero esistente

L'affioramento si presenta ben stratificato (spessore strati pari a 0,30-0,40 m) con giacitura a franapoggio meno inclinato del pendio (inclinazione degli compreso tra 20° e 24°) e famiglie di fessurazioni sub verticali ( $K1 > 80^\circ$ ).

Per la definizioni dei parametri caratteristici delle rocce soggette, ad un ipotetico fenomeno di caduta massi, abbiamo elaborato le indicazioni geomeccaniche mediante test elaborati da Markland riguardo l'individuazione dei possibili cinematismi di rottura.

Il procedimento utilizzato per l'esecuzione del rilievo è quello descritto nelle raccomandazioni ISRM, tradotte in italiano da O. Del Greco nella Rivista Italiana di Geotecnica - R.I.G. 2/93; il titolo originale delle raccomandazioni è "Suggested Methods for the Quantitative Description of Discontinuities in Rock Masses".

Il rilievo geomeccanico è stato eseguito, come detto, sugli affioramenti lapidei posti, diffusamente, lungo la scarpata di monte del tratto viario preso in esame.

#### 5.1.1.MISURE DI CAMPAGNA

No,	Date & time		Type	Dip (°)	Direction	Typology
1	2022-12-30	10:18:41	Plane,	20,72	22,70	Stratificazione
2	2022-12-30	10:19:15	Plane,	22,65	37,87	Stratificazione
3	2022-12-30	10:19:18	Plane,	20,19	30,47	Stratificazione

4	2022-12-30	10:19:22	Plane,	23,09	17,75	Stratificazione
5	2022-12-30	10:19:25	Plane,	22,66	44,40	Stratificazione
6	2022-12-30	10:19:31	Plane,	24,81	27,55	Stratificazione
7	2022-12-30	10:19:39	Plane,	69,62	171,33	Fessurazione (K1)
8	2022-12-30	10:19:48	Plane,	84,04	144,89	Fessurazione (K2)
9	2022-12-30	10:19:56	Plane,	84,25	121,59	Fessurazione (K2)
10	2022-12-30	10:20:04	Plane,	84,46	160,15	Fessurazione (K2)
11	2022-12-30	10:20:13	Plane,	89,36	287,60	Fessurazione (K1)
12	2022-12-30	10:20:16	Plane,	86,52	286,10	Fessurazione (K1)
13	2022-12-30	10:20:27	Plane,	27,58	32,26	Stratificazione

#### GeoID Plotting & Analysis Report

Created : 2022-12-30 15:40:22

Note : The notation of all data is the <Direction,Dip> notation without adding 0 before them.

Project : Scarlino

Total data : 13

Plane : 13 (100%)

Lineation : 0 (0%)

Intersection : 78

Failure analysis result

=====

Analysis type : Wedge failure analysis

Analysis criteria

- Dip of slope : 45

- Dip direction of slope : 29

- Friction angle : 25

Data in envelope : 4 (5.13% of total intersections)

List of the data

-----

1 : 57.708, 25.2471

2 : 34.6027, 27.5556

3 : 17.2728, 26.7698

4 : 14.3617, 26.4257

=====

List of the intersections

=====

1 : 10.0345, 20.2564

2 : 38.3005, 20.0182

3 : 74.385, 13.1994

4 : 19.1376, 20.6828

5 : 318.083, 9.20874

6 : 85.0688, 9.95141

7 : 56.7616, 17.3998

8 : 33.734, 20.3685

9 : 71.5333, 13.9829

10 : 17.3552, 20.6369

11 : 14.7884, 20.5386

12 : 325.08, 11.4501

13 : 349.85, 15.5965

14 : 31.2833, 22.5184

15 : 41.0107, 22.6225

16 : 62.1391, 20.8303

17 : 87.1387, 15.2343

18 : 57.2422, 21.4907

19 : 33.9943, 22.6064

20 : 72.0678, 19.0445

21 : 17.346, 21.348  
 22 : 14.7564, 20.9987  
 23 : 101.361, 10.5528  
 24 : 57.648, 18.116  
 25 : 10.0485, 19.0161  
 26 : 106.366, 5.12152  
 27 : 85.7903, 11.8191  
 28 : 56.8577, 18.2342  
 29 : 33.7103, 20.1617  
 30 : 71.6868, 15.4637  
 31 : 17.3671, 19.7065  
 32 : 14.8598, 19.5037  
 33 : 306.504, 2.21317  
 34 : 33.6476, 22.2995  
 35 : 357.502, 21.8048  
 36 : 84.864, 9.41692  
 37 : 56.8661, 18.3074  
 38 : 33.9545, 22.2685  
 39 : 71.5492, 14.1369  
 40 : 17.3231, 23.094  
 41 : 14.61, 23.0635  
 42 : 346.574, 20.0436  
 43 : 54.9166, 22.3151  
 44 : 87.8017, 16.8727  
 45 : 57.3209, 22.1405  
 46 : 33.9605, 22.3201  
 47 : 72.2016, 20.2674  
 48 : 17.3583, 20.3957  
 49 : 14.8288, 19.9546  
 50 : 84.6894, 17.6629  
 51 : 86.4235, 13.4359  
 52 : 57.2875, 21.8655  
 53 : 34.2403, 24.6561  
 54 : 71.9834, 18.2633  
 55 : 17.3048, 24.4563  
 56 : 14.5246, 24.2412  
 57 : 333.894, 15.3183  
 58 : 225.406, 57.6552  
 59 : 197.53, 67.5055  
 60 : 246.26, 34.9844  
 61 : 199.133, 67.2153  
 62 : 204.019, 66.1795  
 63 : 87.6574, 16.5187  
 64 : 138.253, 84.0041  
 65 : 137.21, 83.9905  
 66 : 201.042, 79.3905  
 67 : 210.199, 75.9762  
 68 : 57.708, 25.2471  
 69 : 137.826, 84.0172  
 70 : 198.996, 65.2333  
 71 : 201.925, 59.0713  
 72 : 34.6027, 27.5556  
 73 : 202.518, 82.5247  
 74 : 216.47, 80.084  
 75 : 72.3692, 21.7726  
 76 : 197.939, 27.8634  
 77 : 17.2728, 26.7698  
 78 : 14.3617, 26.4257

### 5.1.2.TEST DI MARKLAND

#### Reticolo d Wulff

Rappresenta la proiezione stereografica dei meridiani e paralleli terrestri su un piano passante per il centro e per i due poli. Si tratta di una proiezione di tipo isogono, in cui gli angoli tra i singoli piani vengono mantenuti sulle relative proiezioni, per cui le aree definite dall'intersezione tra due paralleli e due meridiani vengono fortemente distorte procedendo dal centro del reticolo verso i bordi.

#### Test di Markland

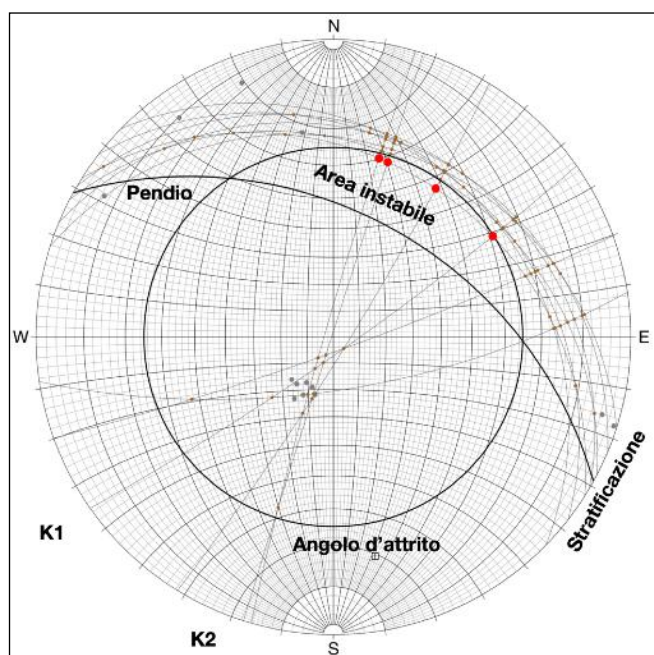
Lo scopo del test di Markland è quello di quantificare la possibilità della rottura di un cuneo di roccia nel quale lo scorrimento avviene lungo la linea di intersezione di due discontinuità planari. Il fattore di sicurezza del pendio dipende dalla inclinazione della linea di intersezione, dalla resistenza a taglio della superficie della discontinuità e dalla geometria del cuneo. Il caso limite si verifica quando il cuneo degenera in un piano, cioè i due piani hanno inclinazione ed immersione coincidenti e quando la resistenza a taglio di questo piano è dovuta solo all'attrito. Lo scorrimento, in queste condizioni, si verifica quando l'inclinazione del piano è maggiore dell'angolo di attrito e si può eseguire una verifica di stabilità preliminare confrontando l'inclinazione della linea di intersezione dei due piani e l'angolo di attrito della superficie rocciosa: il pendio è potenzialmente instabile quando il punto, in un diagramma equiareale, che definisce la linea di intersezione dei due piani cade all'interno dell'area delimitata dal grande cerchio che rappresenta il pendio ed il cerchio che rappresenta l'angolo di attrito.

Un ulteriore sviluppo del test di Markland è stato implementato da Hocking; il test infatti prevede la possibilità che lo scorrimento avvenga lungo uno dei piani che costituiscono il cuneo e non solo lungo la linea di intersezione dei due piani stessi.

Infatti se è soddisfatto il test di Markland e l'immersione di uno dei piani cade tra l'immersione del pendio e la direzione della linea di intersezione, lo scorrimento avverrà sul piano piuttosto che lungo la linea di intersezione.

### 5.1.3. RISULTATO DEL RILIEVO GEOMECCANICO E CONDIZIONI DI FATTIBILITA'

Analizzando lo stereogramma relativo al rilievo strutturale eseguito si ha che il cerchio rappresentante l'angolo d'attrito del materiale lapideo (stimato in funzione degli scivolamenti presenti in sito pari a 25°) è esterno alla



ciclografica del versante (indicata in figura come Pendio). L'area interna al cerchio dell'angolo d'attrito ed esterna alla ciclografica del pendio (definita in figura "area instabile") individua le condizioni in cui le intersezioni (punti rossi in figura) tra stratificazione e fratturazione (K1 o K2) possono dare origine a scivolamenti.

Nel caso di specie il rilievo geomeccanico ha individuato possibili instabilità di cunei rocciosi isolati dall'intersezione tra stratificazione e giunti di fessurazione (K1 e K2).

L'ampliamento del sentiero esistente, per un'ampiezza di circa 1,50 m verso monte ed una lunghezza di circa 10-15 m, risulta fattibile proteggendo la scarpata di taglio mediante la realizzazione di un muro in pietrame e malta dell'altezza di circa 1,00-1,50 m. In questo modo le testate di strato rese instabili dal taglio stradale saranno adeguatamente contenute dall'opera muraria.

## 6. ATTRAVERSAMENTO FOSSO DELLE CANNUCCE (COMUNE DI SCARLINO GR)

Nel punto evidenziato con un cerchio rosso, in foto, sarà necessario realizzare una passerella per l'attraversamento del Fosso delle Cannucce in affiancamento alla SP 158 "delle Collacchie".



Figura 9 – Ubicazione nuova opera d'arte sul Fosso delle Cannucce

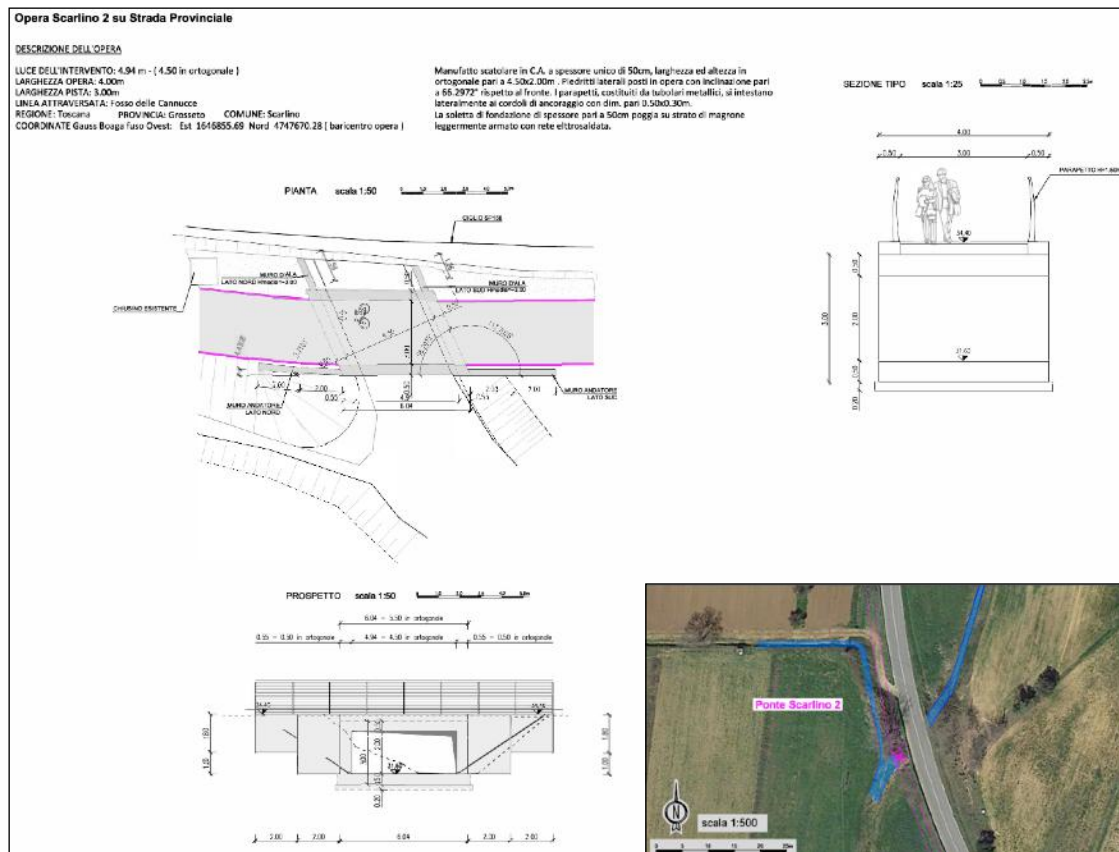


Figura 10 – Caratteristiche nuova opera d'arte sul Fosso delle Cannucce

Per acquisire la caratteristiche geotecniche dei terreni di fondazione necessari alla progettazione strutturale della nuova opera si ritiene che debba essere dimensionata una campagna geognostica costituita, almeno, dalle seguenti voci di spesa (Tariffario ANAS 2022):

ANALISI PREZZO INDAGINI OPERE D'ARTE		n	Codice EP ANAS 2022	Costo Unitario	Costo calcolato
Prove penetrometriche	approntamento di attrezzatura per prova penetrometrica statica o dinamica	cad. 1	IG.05.160	404,00 €	404,00 €
	installazione attrezzatura per prova penetrometrica statica o dinamica	cad. 2	IG.05.165	106,00 €	212,00 €
	- A PUNTA MECCANICA (CPT)	ml 30	IG.05.170a	16,00 €	480,00 €
Prove sismiche	POSIZIONAMENTO ATTREZZATURA PER SISMICA PASSIVA HVSR registrazione a bassa frequenza di rumore sismico ambientale; compresa l'elaborazione dei dati.	cad. 1	IG.05.240.1.1	50,00 €	50,00 €
	REALIZZAZIONE MISURE DI RUMORE AMBIENTALE	cad. 1	IG.05.240.1.2	50,00 €	50,00 €
TOTALE COSTO INDAGINE					1.196,00 €

**Tabella 1** – Voci di spesa relative al nuovo attraversamento (Fosso delle Cannucce)

## 7. CONSIDERAZIONI IDROGEOLOGICHE DI TRACCIATO

Le condizioni idrogeologiche di sito sono quelle tipiche delle aree collinari e delle pianure alluvionali interne.

Le interazioni tra le opere in progetto si avranno solo in quelle condizioni in cui, a causa di depressioni del terreno, si abbiano affioramenti di falda e, quindi, ristagni.

Nello specifico per il tracciato, qui in esame, non si hanno segnalazioni e/o notizie di impaludamenti in asse al percorso di progetto.

Per le opere d'arte la presenza delle acque di falda è naturalmente una variabile da tenere di conto per le sue implicazioni di carattere geotecnico. La posizione della falda freatica per la realizzazione, ad esempio della nuova opera su Fosso delle Cannucce (in comune di Scarlino), può essere assunta, tranquillamente, coincidente con il piano campagna.

## 8. PARAMETRI SISMICI SITOSPECIFICI

I questo paragrafo si riportano, da verificare previa valutazione qualitativa dei parametri di sito, una preliminare indicazione riguardo parametri sismici in ordine alle NTC 2018

### 8.1. CATEGORIA DI SOTTOSUOLO

Dalle NTC 2018:

Ai fini della definizione dell'azione sismica di progetto, l'effetto della risposta sismica locale si valuta mediante specifiche analisi, da eseguire con le modalità indicate nel § 7.11.3. In alternativa, qualora le condizioni stratigrafiche e le proprietà dei terreni siano chiaramente riconducibili alle categorie definite nella Tab. 3.2.II, si può fare riferimento a un approccio semplificato che si basa sulla classificazione del sottosuolo in funzione dei valori della velocità di propagazione delle onde di taglio,  $V_S$ . I valori dei parametri meccanici necessari per le analisi di risposta sismica locale o delle velocità  $V_S$  per l'approccio semplificato costituiscono parte integrante della caratterizzazione geotecnica dei terreni compresi nel volume significativo, di cui al § 6.2.2.

I valori di  $V_S$  sono ottenuti mediante specifiche prove oppure, con giustificata motivazione e limitatamente all'approccio semplificato, sono valutati tramite relazioni empiriche di comprovata affidabilità con i risultati di altre prove in sito, quali ad esempio le prove penetrometriche dinamiche per i terreni a grana grossa e le prove penetrometriche statiche.

La classificazione del sottosuolo si effettua in base alle condizioni stratigrafiche ed ai valori della velocità equivalente di propagazione delle onde di taglio,  $V_{S,eq}$  (in m/s), definita dall'espressione:

$$V_{S,eq} = \frac{H}{\sum_{i=1}^N \frac{h_i}{V_{S,i}}}$$

con:

$h_i$  spessore dell'i-esimo strato;

$V_{S,i}$  velocità delle onde di taglio nell'i-esimo strato;

$N$  numero di strati;

$H$  profondità del substrato, definito come quella formazione costituita da roccia o terreno molto rigido, caratterizzata da  $V_S$  non inferiore a 800 m/s.

Per le fondazioni superficiali, la profondità del substrato è riferita al piano di imposta delle stesse, mentre per le fondazioni su pali è riferita alla testa dei pali. Nel caso di opere di sostegno di terreni naturali, la profondità è riferita alla testa dell'opera. Per muri di sostegno di terrapieni, la profondità è riferita al piano di imposta della fondazione.

Per depositi con profondità  $H$  del substrato superiore a 30 m, la velocità equivalente delle onde di taglio  $V_{S,eq}$  è definita dal

para- metro VS,30, ottenuto ponendo  $H=30$  m nella precedente espressione e considerando le proprietà degli strati di terreno fino a tale profondità.

Nel caso in esame si ritiene che il bedrock sismico ( $V_s > 800$  m/sec) sia posto a profondità inferiori di 30 m dal piano campagna, occorre, pertanto, valutare la  $V_{seq}$ .

La normativa prevede una classificazione del sito in funzione sia della velocità delle onde S nella copertura che dello spessore della stessa e a tale proposito vengono identificate 5 classi, A, B, C, D e E ad ognuna delle quali è associato uno spettro di risposta elastico. Lo schema indicativo di riferimento per la determinazione della classe del sito è il seguente:

**Tab. 3.2.II – Categorie di sottosuolo che permettono l'utilizzo dell'approccio semplificato.**

Categoria	Caratteristiche della superficie topografica
A	<i>Ammassi rocciosi affioranti o terreni molto rigidi caratterizzati da valori di velocità delle onde di taglio superiori a 800 m/s, eventualmente comprendenti in superficie terreni di caratteristiche meccaniche più scadenti con spessore massimo pari a 3 m.</i>
B	<i>Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 360 m/s e 800 m/s.</i>
C	<i>Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti con profondità del substrato superiori a 30 m, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 180 m/s e 360 m/s.</i>
D	<i>Depositi di terreni a grana grossa scarsamente addensati o di terreni a grana fina scarsamente consistenti, con profondità del substrato superiori a 30 m, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 100 e 180 m/s.</i>
E	<i>Terreni con caratteristiche e valori di velocità equivalente riconducibili a quelle definite per le categorie C o D, con profondità del substrato non superiore a 30 m.</i>

**Tabella 2 – Categorie di sottosuolo da NTC 2018 (Approccio semplificato)**

Nel caso in questione di ipotizza, cautelativamente, una categoria di sottosuolo **E** (da verificare quantitativamente).

## 8.2. CONDIZIONI TOPOGRAFICHE

Per condizioni topografiche complesse è necessario predisporre specifiche analisi di risposta sismica locale. Per configurazioni superficiali semplici si può adottare la seguente classificazione:

**Tab. 3.2.III – Categorie topografiche**

Categoria	Caratteristiche della superficie topografica
T1	Superficie pianeggiante, pendii e rilievi isolati con inclinazione media $i \leq 15^\circ$
T2	Pendii con inclinazione media $i > 15^\circ$
T3	Rilievi con larghezza in cresta molto minore che alla base e inclinazione media $15^\circ \leq i \leq 30^\circ$
T4	Rilievi con larghezza in cresta molto minore che alla base e inclinazione media $i > 30^\circ$

**Tabella 3 – Categorie topografiche da NTC 2018**

L'area di intervento pianeggiante appartiene alla Categoria **T1**.

### 8.3. PARAMETRI SISMICI SITOSPECIFICI (NTC 2018)

NB: i valori possono variare leggermente a seconda dei software usati e in base alle coordinate scelte.

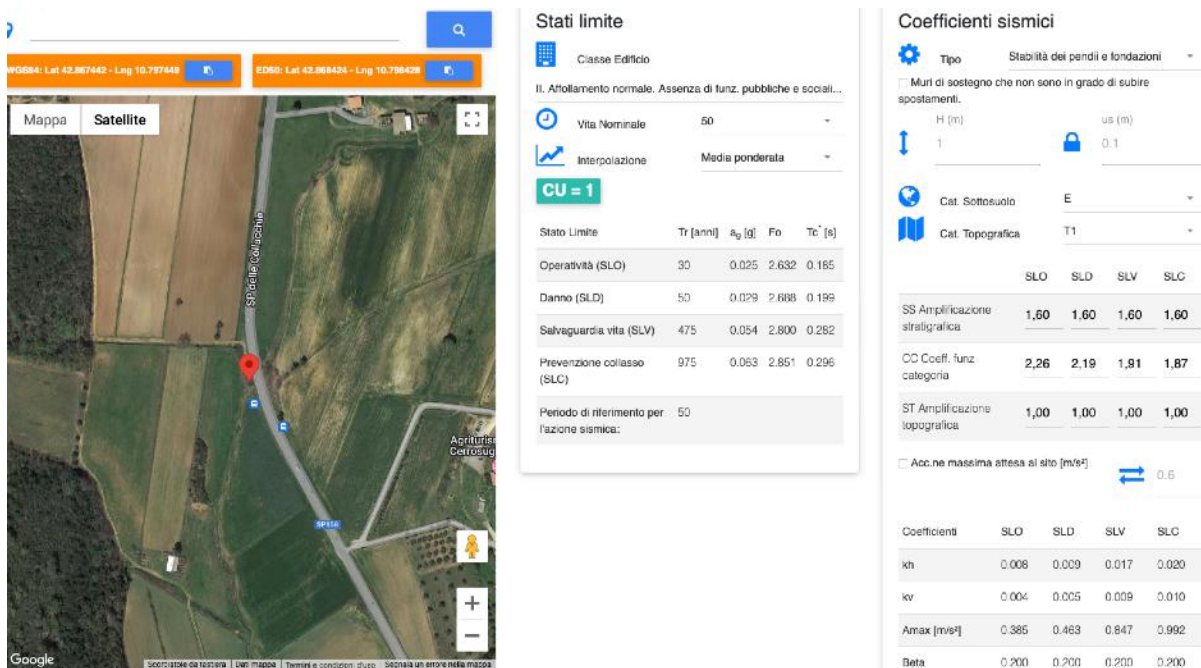


Figura 11 – Parametri sismici sitospecifici (da verificare quantitativamente)

Pistoia, dicembre 2022

Per DREAM ITALIA  
Dott. Geol. Andrea Bizzarri  
Iscr. Albo Geologi Toscana n. 644

Allegato 1: Atlante geologico

Allegato 2: Atlante geomorfologico

Ciclabile TIRRENICA

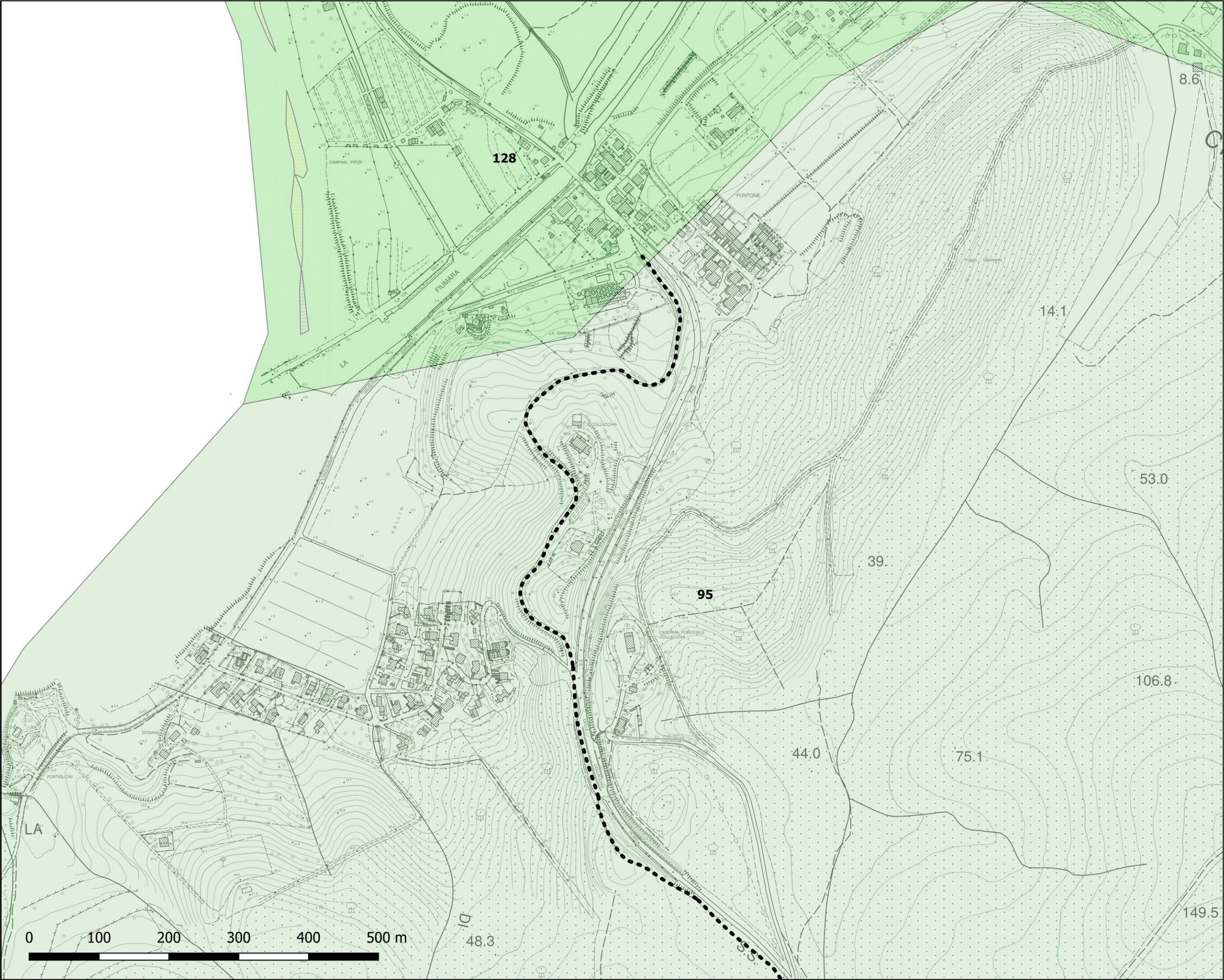
● ● Lotto Prioritario 2b - Stralcio 1b

Geologia

Geo\_Min\_Amb

128  
Detriti coltri alluvionali e  
fluviolacustri, spiagge attuali  
(Olocene)

95  
Unità arenacee e arenaceo  
marnose (torbiditiche)  
(Paleogene)



Ciclabile TIRRENICA

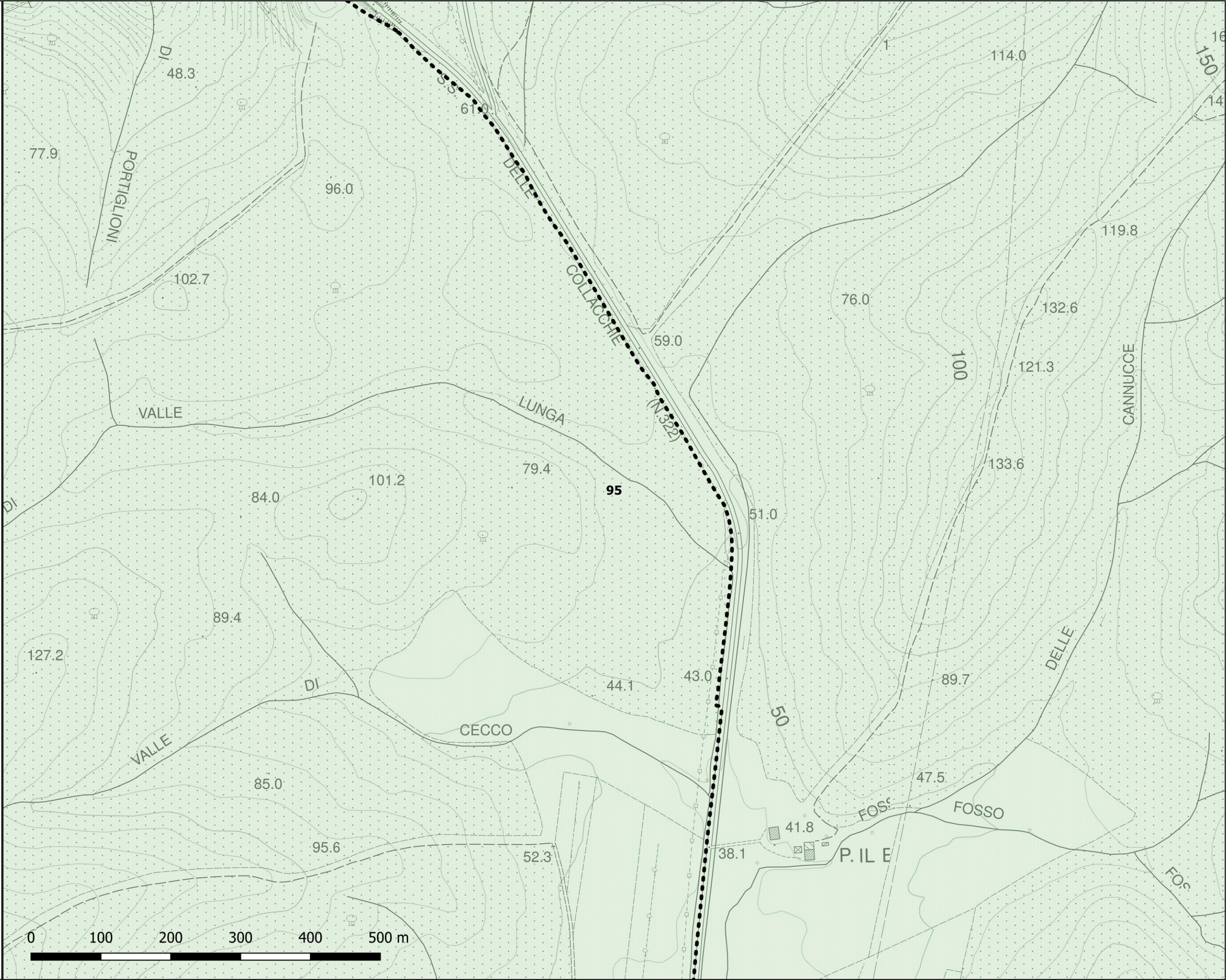
Lotto Prioritario 2b - Stralcio 1b

Geologia

Geo\_Min\_Amb

95

Unità arenacee e arenaceo marnose (torbiditiche) (Paleogene)



Ciclabile TIRRENICA

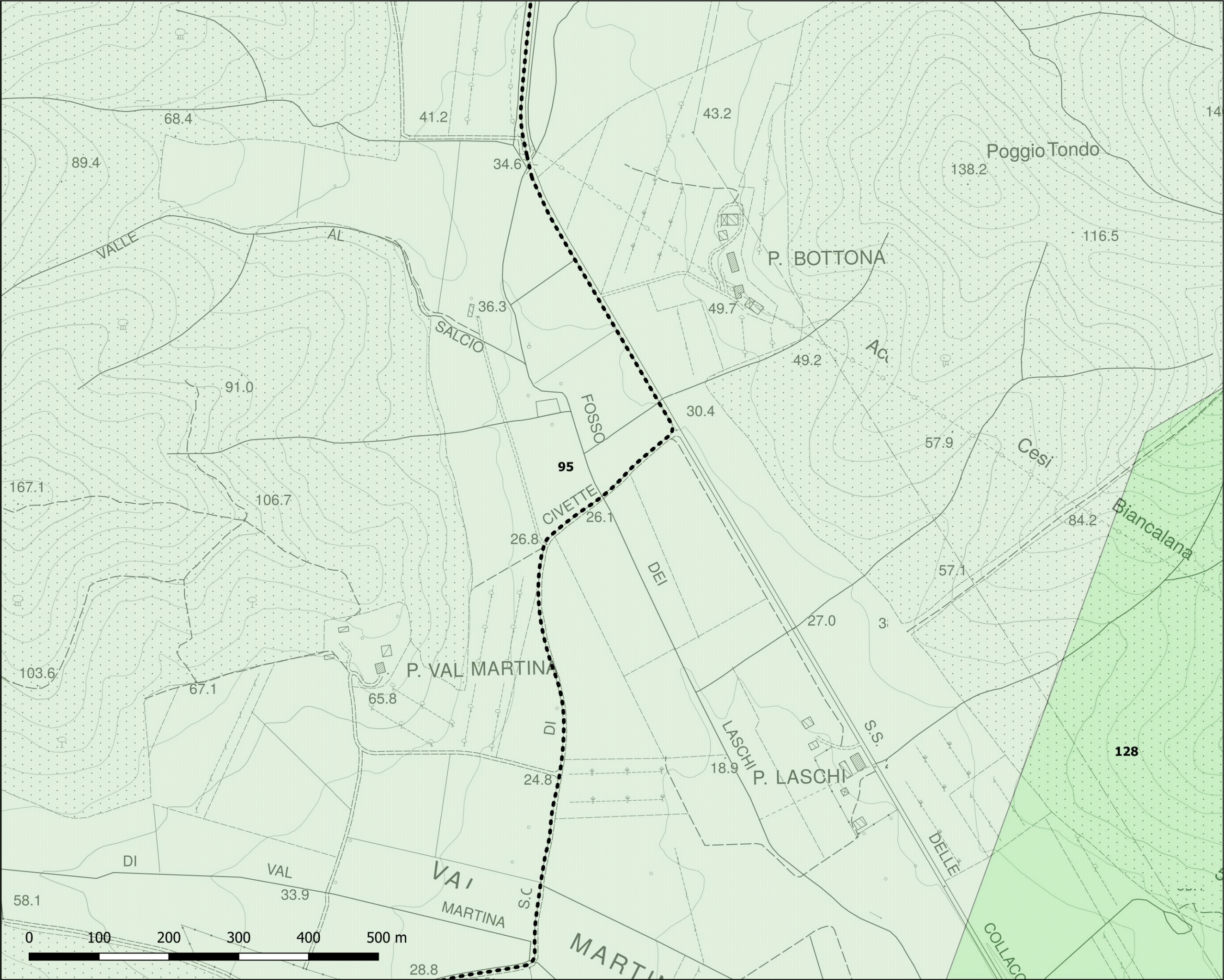
● ● Lotto Prioritario 2b - Stralcio 1b

Geologia

Geo\_Min\_Amb

128  
Detriti coltri alluvionali e  
fluviolacustri, spiagge attuali  
(Olocene)

95  
Unità arenacee e arenaceo  
marnose (torbiditiche)  
(Paleogene)



Ciclabile TIRRENICA

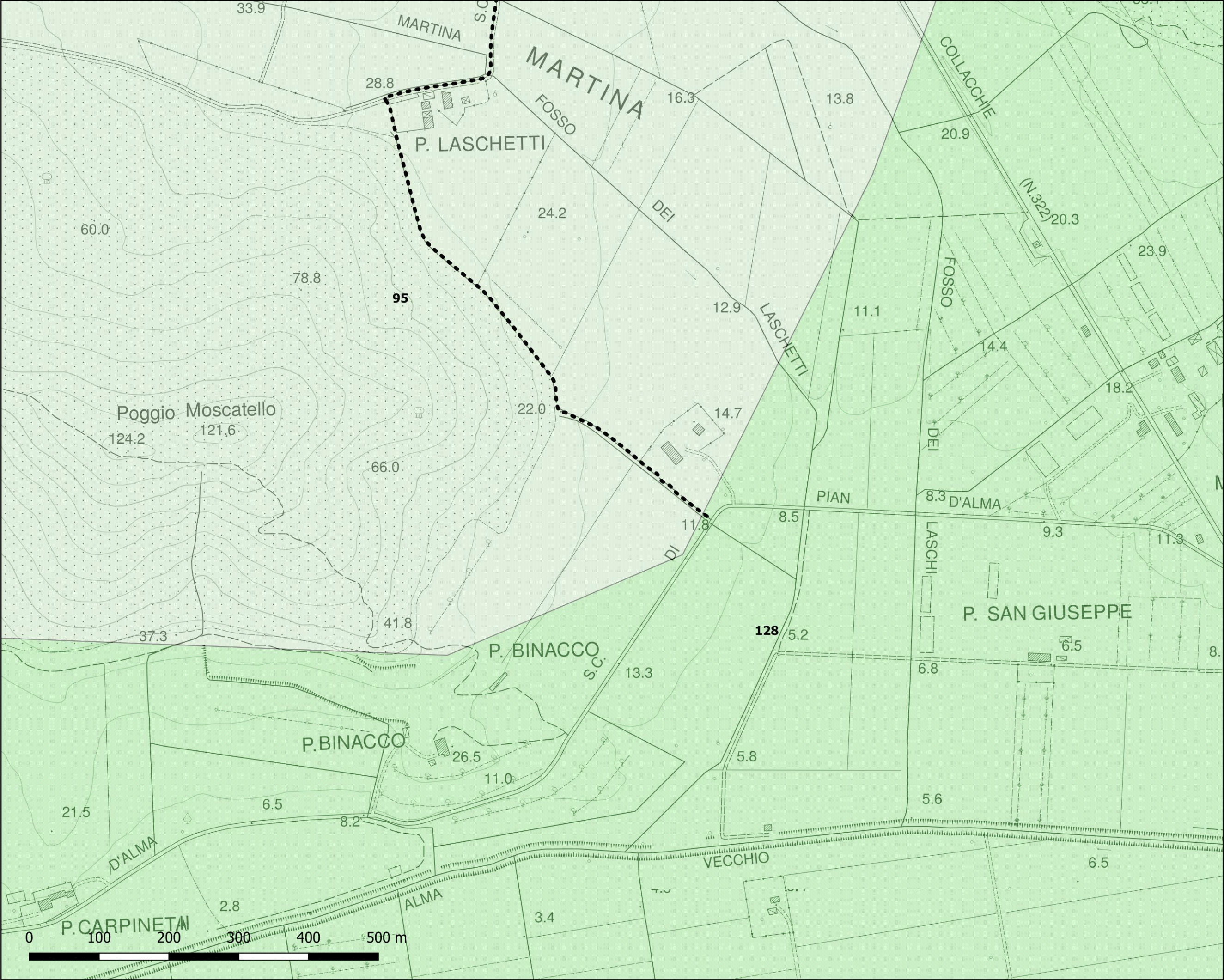
●●● Lotto Prioritario 2b - Stralcio 1b

Geologia

Geo\_Min\_Amb

128  
Detriti coltri alluvionali e  
fluviolacustri, spiagge attuali  
(Olocene)

95  
Unità arenacee e arenaceo  
marnose (torbiditiche)  
(Paleogene)



## Ciclabile TIRRENICA

● ● Lotto Prioritario 2b - Stralcio 1b

## Depositi

Forme e depositi dovuti alle acque correnti superficiali

☐ Deposito alluvionale Inattivo Indeterminata

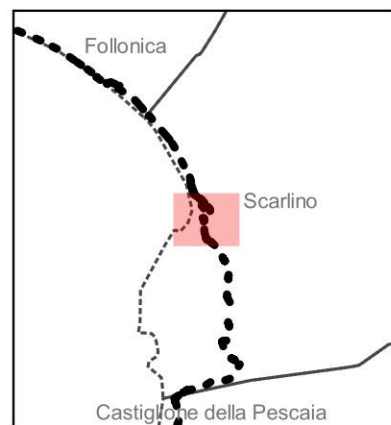
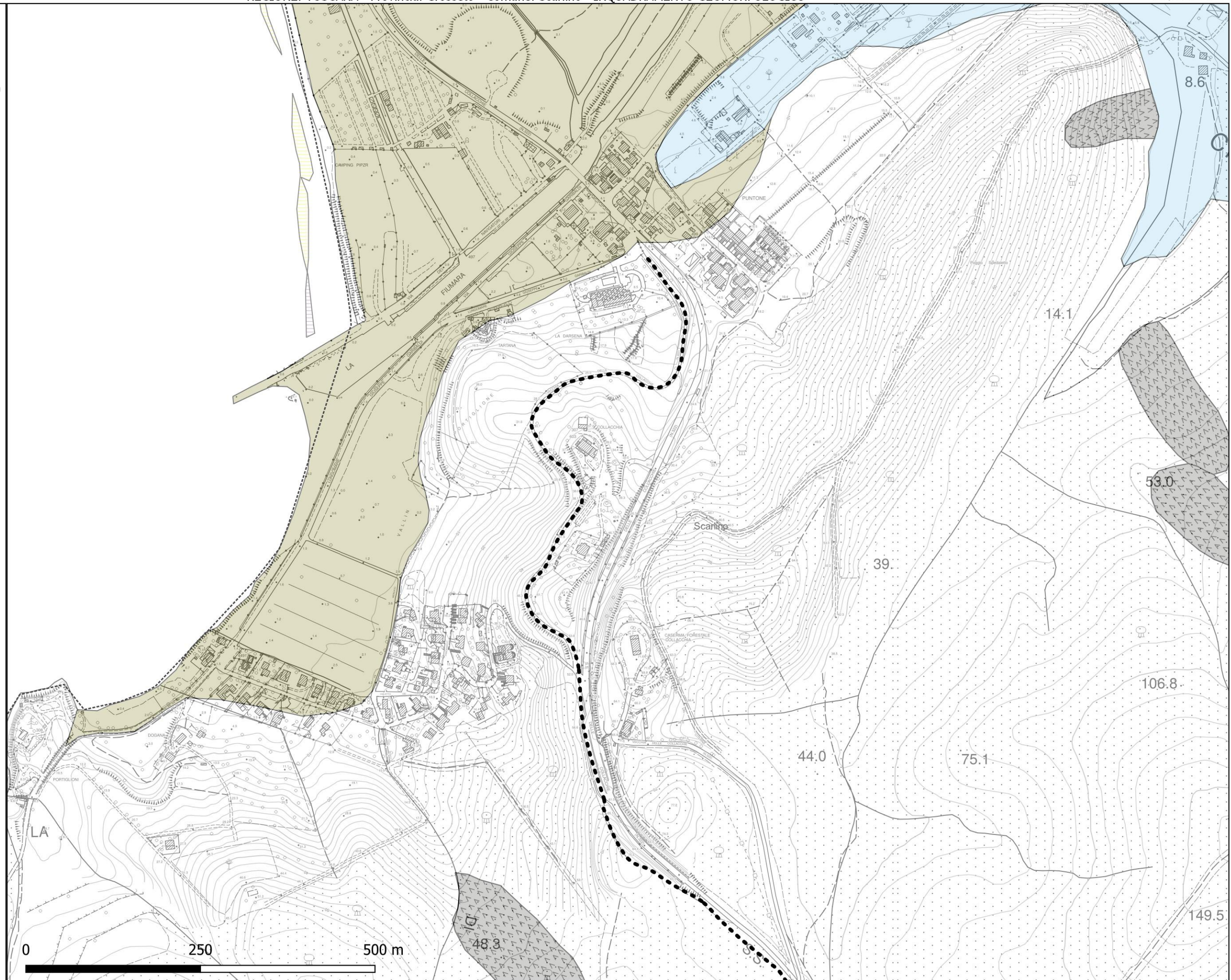
Forme e depositi di origine marina

 Spiaggia Indeterminata

## Forme

Forme, processi e depositi di versante dovuti alla gravita'

 Indeterminato - Movimento indeterminato



Ciclabile TIRRENICA

Lotto Prioritario 2b - Stralcio 1b

Depositi

Forme e depositi dovuti alle acque correnti superficiali

Deposito alluvionale Attivo Ghiaie

Deposito alluvionale Inattivo Ghiaie

Forme

Forme, processi e depositi di versante dovuti alla gravita'

Indeterminato - Movimento indeterminato

The main map displays a detailed geomorphological study of the Scarlino area. It features a network of contour lines with elevations ranging from 38.1 to 150.0 meters. A prominent dashed line, representing the 'Ciclabile TIRRENICA' (Lotto Prioritario 2b - Stralcio 1b), runs diagonally from the top left towards the bottom right. The map is divided into several labeled areas: 'VALLE PORTIGLIONI' in the upper left, 'VALLE DI VALLE' in the center, and 'VALLE DI VALLE' in the lower left. A large, irregularly shaped area in the center is labeled 'COLLAIOLE (N.322)' and is filled with a light blue pattern, indicating 'Deposito alluvionale Attivo Ghiaie'. Other areas with similar patterns are labeled 'CECCO' and 'FOSSO'. Several areas are filled with a grey pattern, indicating 'Indeterminato - Movimento indeterminato', and are labeled 'DI 48.3', 'DI 95.6', 'DI 114.0', and 'DI 119.8'. The map also shows various water features, including 'FOSSE' and 'FOSCO'. A scale bar at the bottom left indicates distances of 0, 250, and 500 meters. An inset map in the bottom left corner shows the location of the study area within the larger context of the region, with labels for 'Follonica', 'Scarlino', and 'Castiglione della Pescaia'.

Ciclabile TIRRENICA

Lotto Prioritario 2b - Stralcio 1b

Depositi

Forme, processi e depositi di versante dovuti alla gravita'

Deposito di versante

Forme e depositi dovuti alle acque correnti superficiali

Deposito alluvionale Attivo Ghiaie

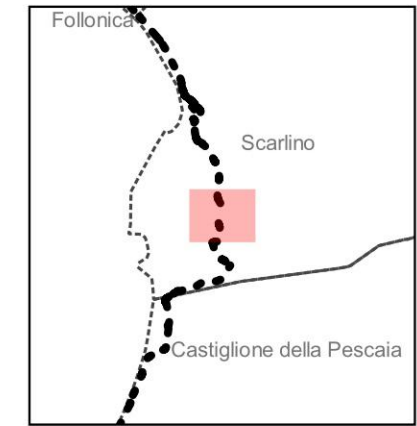
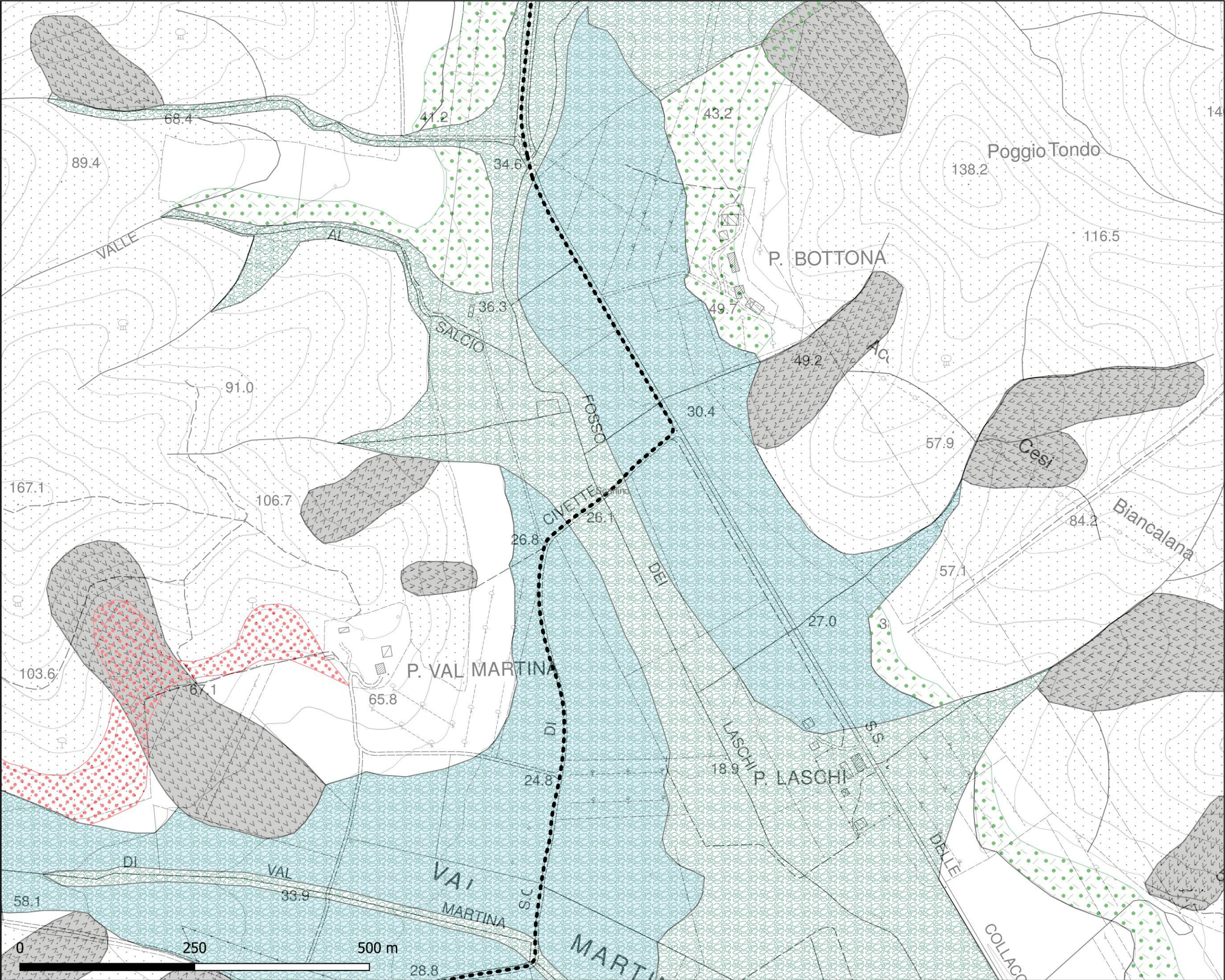
Deposito alluvionale Inattivo Ghiaie

Deposito eluvio-colluviale

Forme

Forme, processi e depositi di versante dovuti alla gravita'

Indeterminato - Movimento indeterminato



Ciclabile TIRRENICA

●●● Lotto Prioritario 2b - Stralcio 1b

Depositi

Forme e depositi dovuti alle acque correnti superficiali

Deposito alluvionale Attivo Ghiaie

Deposito alluvionale Inattivo Ghiaie

Deposito eluvio-colluviale

Depositi lacustri, palustri, lagunari e di colmata

Deposito palustre

Forme

Forme, processi e depositi di versante dovuti alla gravita'

Indeterminato - Movimento indeterminato

