



Regione Toscana

LOTTO 1B - Apuano: dal Comune di Carrara al Comune di Montignoso

PROGETTO DEFINITIVO

Soggetto attuatore della progettazione

STAZIONE APPALTANTE

Regione Toscana - Settore
trasporto pubblico locale su ferro e
marittimo - mobilità sostenibile

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 Massa-Carrara
Settore 2 - Edilizia scolastica-Patrimonio

IL DIRIGENTE

Arch. Marina Rossella Tongiani

IL RESPONSABILE UNICO DEL PROCEDIMENTO

Arch. Marco Nieri



Provincia di
Massa-Carrara



Comune di
Carrara



Comune di
Massa



Comune di
Montignoso

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
Netmobility s.r.l.



Technital S.p.a



D.R.E.A.M. Italia

DOCUMENTI GENERALI

Relazione geologica e sismica

Progetto	Fase	Disciplina	Elaborato	Sub	Revisione	Revisione
20066	D	1	4	0	A	Emissione
CUP D71B17002330003	Redatto Chiostrini	Controllato Galardini	Approvato Pollastri	Scala -	Data Dicembre 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

GRUPPO DI LAVORO



Mate Soc. Coop.

Ing. Lino Pollastri, Arch. Francesco Vazzano, Ing. Elena Guerzoni, Ing. Franco Di Biase, Arch. Arturo Augelletta, Ing. Matteo Cella, 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, Arch. Michele Avenali.



Coopprogetti 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 Renso, 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.

Relazione Tecnica

SOMMARIO

1. GENERALITÀ -----	3
2. RIFERIMENTI NORMATIVI -----	3
3. INQUADRAMENTO TERRITORIALE -----	5
4. APPROCCIO METODOLOGICO -----	5
5. INQUADRAMENTO GEOLOGICO -----	6
5.1.Cenni di geologia regionale-----	7
5.2.Inquadramento tettonico-----	9
5.3.Inquadramento sismico -----	11
6. INQUADRAMENTO GEOLOGICO E GEOMORFOLOGICO (AREA D'INTERVENTO) -----	13

Allegato 1: Atlante geologico e geomorfologico

1. GENERALITÀ

Il presente progetto definitivo è relativo al lotto funzionale prioritario di levante della Regione Toscana, stralci 1B (in Provincia di Massa Carrara) e 1C (in Provincia di Lucca), dal confine con la Liguria, in corrispondenza del ponte sul Torrente Parmignola a Marinella, fino al Canale Burlamacca a Viareggio. Lungo il tracciato sono stati eseguiti degli stralci che non sono oggetto del progetto definitivo

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).

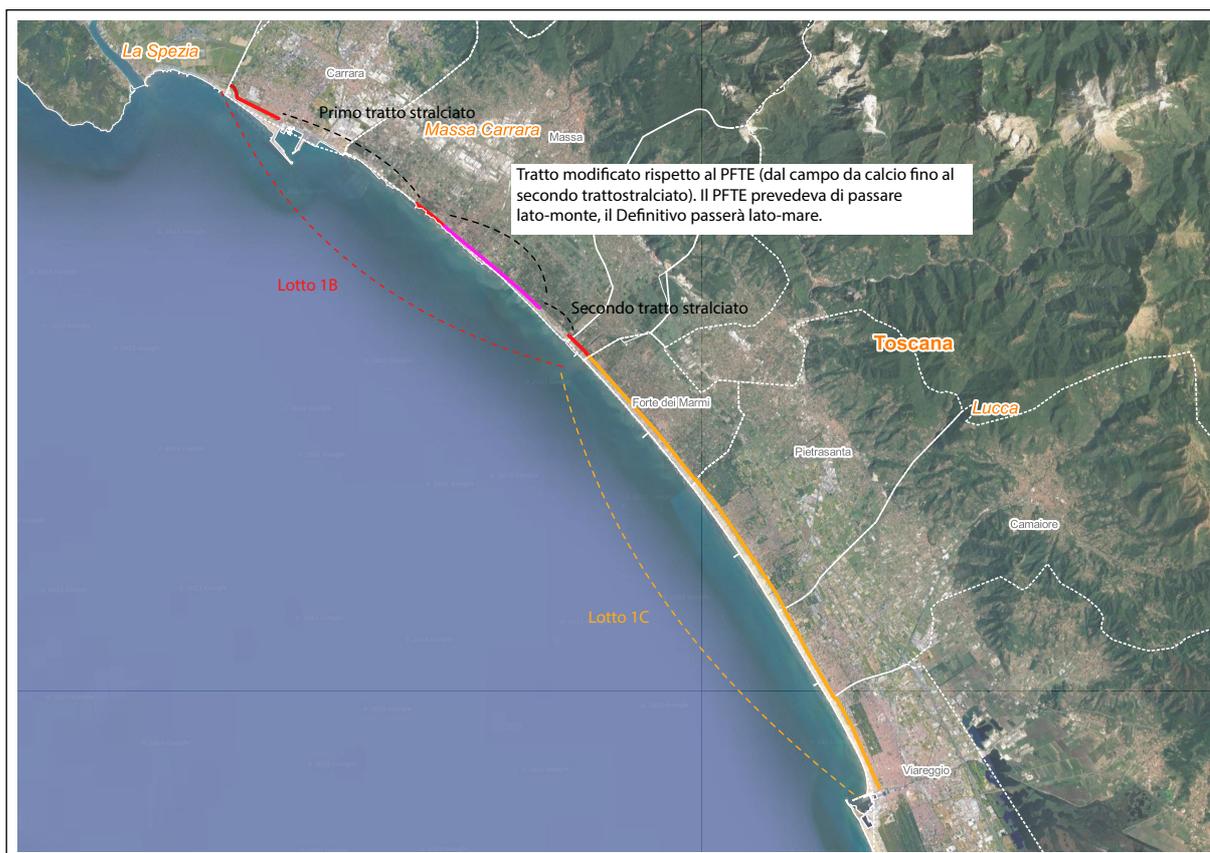


Figura 1 – Ubicazione stralcio oggetto d'analisi

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 regolamentali 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 Ciclovía Nazionale Tirrenica, come parte della Macrotratta TO (Regione Toscana), tronco 01. In particolare, come detto, ha origine dal ponte sul Torrente Parmignola a Marinella di Sarzana (SP) al confine con la Regione Liguria e termina in corrispondenza del Canale Burlamacca a Viareggio (LU).

Il progetto interessa il territorio dei Comuni di Carrara, Massa e Montignoso per la Provincia di Massa Carrara (stralcio 1B) e i comuni di Forte dei marmi, Pietrasanta, Camaiore e Viareggio per la Provincia di Lucca (stralcio 1C).

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 ciclovía, 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)	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 eta'
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 fluvioacustri (Pleistocene e Pliocene)
Argille e marne (Miocene medio-inferiore)	Detriti, alluvioni terrazzate, fluvioacustri e fluvioglaciali (Pleistocene)
Argille e marne talvolta con olistostromi (Pliocene)	Detriti, depositi alluvionali e fluvioacustri, 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 detritici ed organogeni tipo panchina (Paleogene)	Laghi e Ghiacciai
Calcarei e calcareniti neritici e di piattaforma (Paleogene)	Marne e marne calcaree detritiche di facies di scarpata (Paleogene)
Calcarei e calcari biotritici neritici e di piattaforma (Cretacico inferiore)	Marne e marne calcaree di facies pelagica (Paleogene)
Calcarei e calcari dolomitici neritici e di piattaforma (Triassico superiore)	Marne talora con selce, detritica, di facies di scarpata (Miocene medio-inferiore)
Calcarei e calcari marnosi detritici di scarpata (Cretacico-Giurassico superiore)	Marne talora con selce, di facies pelagica (Miocene medio-inferiore)
Calcarei e calcari marnosi detritici di scarpata (cretacico)	Riodaciti, rioliti (lave, ignimbriti) (ciclo miocenico-paleogenico)
Calcarei e calcari marnosi detritici di scarpata (Paleogene-Cretacico superiore)	Sabbie e conglomerati (Pleistocene)
Calcarei e calcari marnosi pelagici (Paleogene-Cretacico superiore)	Sabbie e conglomerati (Pliocene)
Calcarei e calcari marnosi, con selce e detritici di scarpata (Giurassico)	Trachiti e latiti (lave, piroclastiti) (ciclo miocenico-paleogenico)
Calcarei e tavolta dolomie neritici e di piattaforma (Giurassico)	Travertini (Pleistocene talora Olocene)
Calcarei micritici e micriti argillose di piattaforma (Cretacico-Giurassico super)	Unita' arenacee e arenaceo-marnose (Miocene medio-inferiore)
Calcarei micritici e micriti argillose pelagiche (Cretacico-Giurassico superiore)	Unita' arenacee e arenaceo-marnose (torbiditiche) (Paleogene)
Calcarei neritici e di piattaforma (Paleogene-Cretacico superiore)	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).

	CPT-Prova penetrometrica statica
	DH-Indagine geofisica in foro
	DP-Prova penetrometrica dinamica
	GR-Georadar
	PD-Prova dilatometrica
	PG-Pozzo geotermico
	PL-Prova di laboratorio
	PPM-Prova di pompaggio
	PZ-Pozzo
	PZEP-Pozzo di esplorazione petrolifera
	SA-Saggio geognostico
	SDP-Prova penetrometrica statica/dinamica
	SEV-Sondaggio elettrico verticale
	SG-Sorgente
	SGT-Sorgente geotermica
	SO-Sondaggio geognostico
	SPT-Prova penetrometrica SPT
	ai-Altra indagine

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.

In cartografia vengono, inoltre riportati dati puntuali relativi alle indagini geognostiche contenute all’interno del Portale Regione Toscana GEOscopio di cui, a fianco, riportiamo la legenda riguardante la simbologia utilizzata.

5.1. 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 tosco-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 Dominio 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. E' 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.

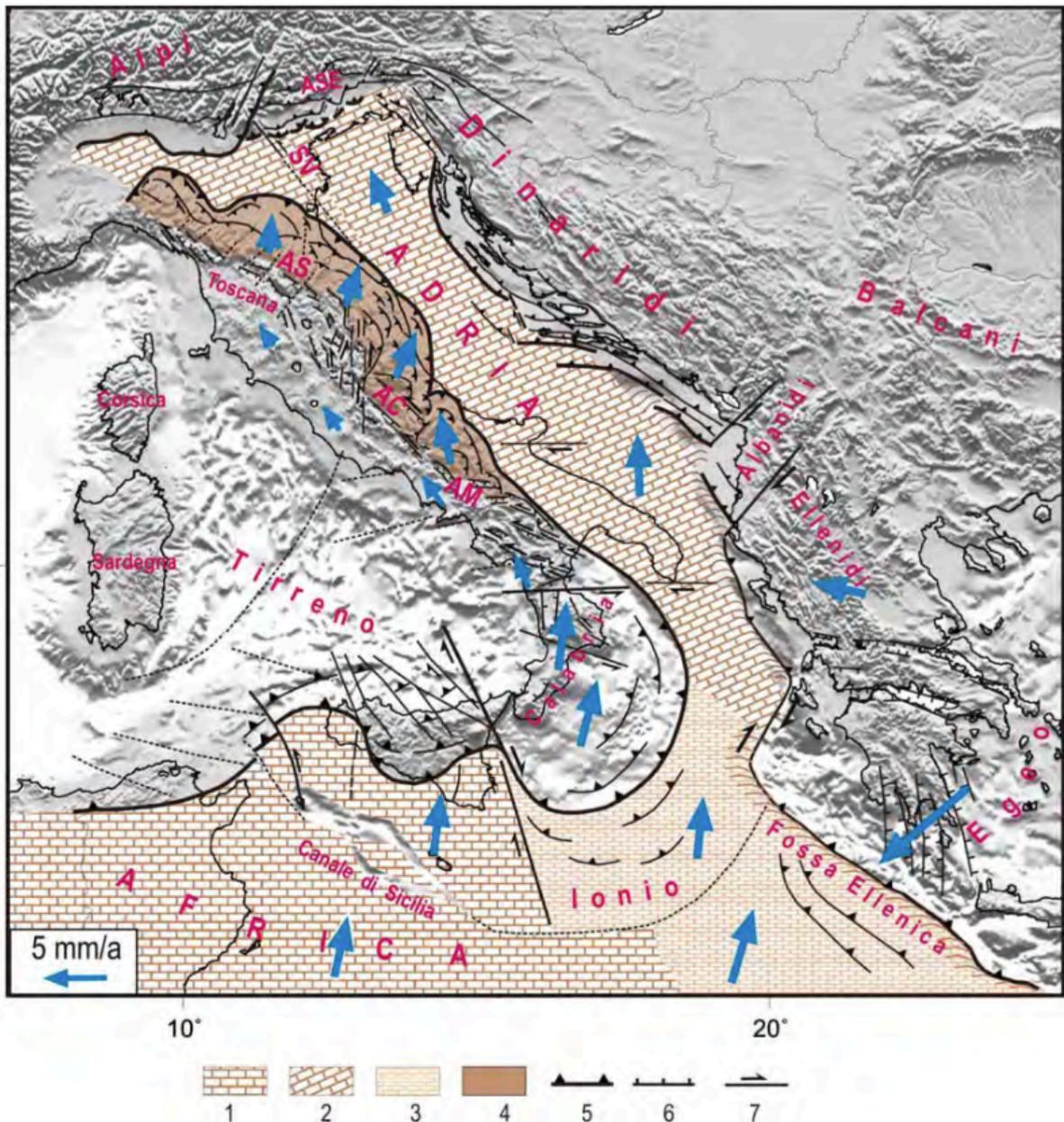
L'assetto strutturale attuale dell'Appennino settentrionale è inserito all'interno di un dominio geodinamico distensivo responsabile dei rilievi morfostrutturali e delle pronunciate depressioni tettoniche (graben) della Toscana. Il sistema di bacini distensivi si propaga dalla fascia tirrenica verso 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 toscano emiliano (fronte della Falda Toscana) e sulla successione Umbra (Marnoso-Arenacea) del settore Tosco-Emiliano.

5.2. INQUADRAMENTO TETTONICO

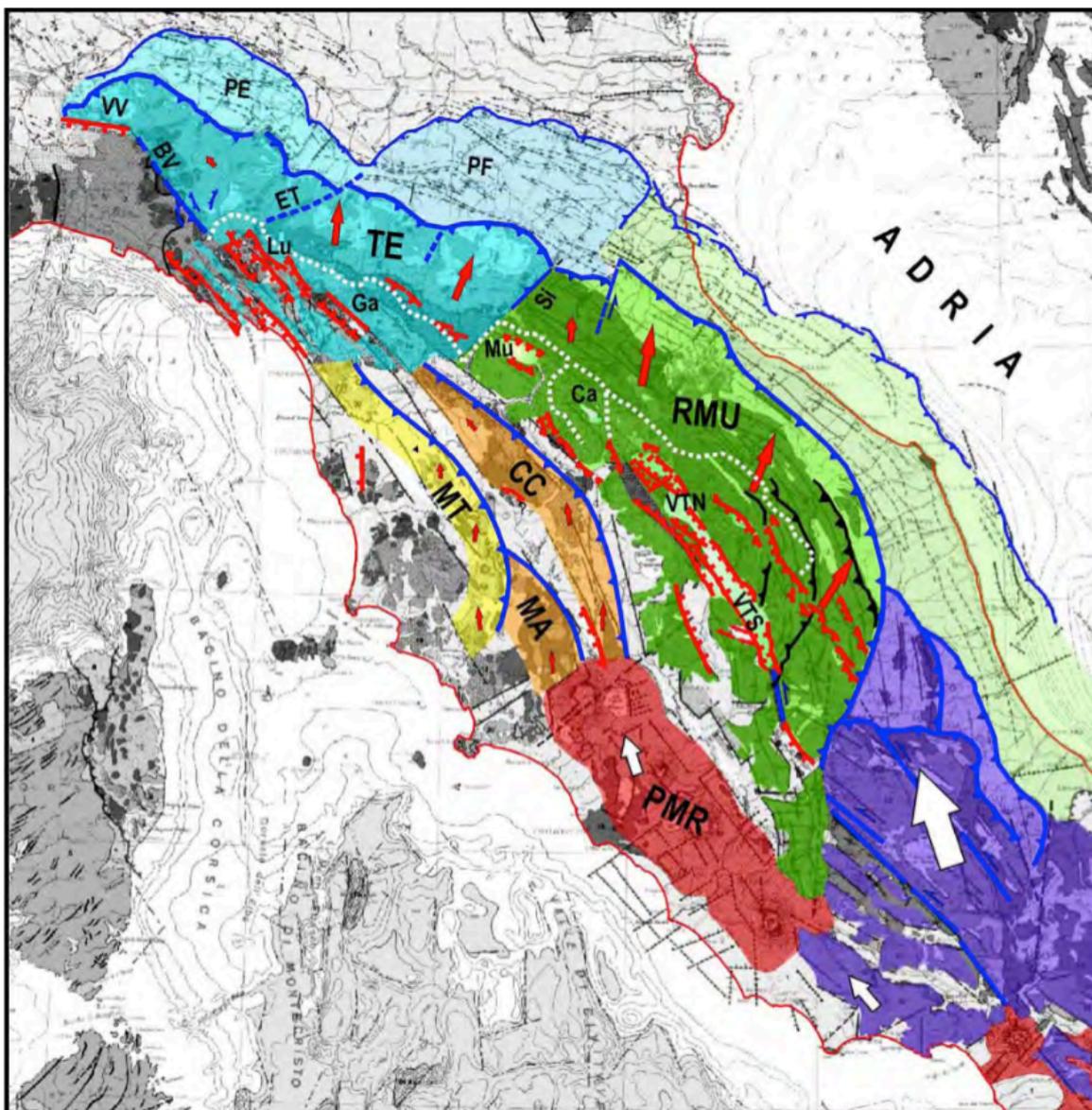
Le indicazioni riportate nel presente capitolo prendono spunto dalla pubblicazione: *Sismotettonica dell'Appennino settentrionale - Implicazioni per la pericolosità sismica della Toscana* A cura di: E. Mantovani, M. Viti, D. Babbucci, N. Cenni, C. Tamburelli, A. Vannucchi, F. Falciani G. Fianchisti, 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).



1-2) 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, (Funicello 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).



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.

5.3. 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^a, 2^a e 3^a 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 g < a_g < 0.35 g	0.35 g
2	0.15 g < a_g < 0.25 g	0.25 g
3	0.05 g < a_g < 0.15 g	0.15 g
4	< 0.05 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.

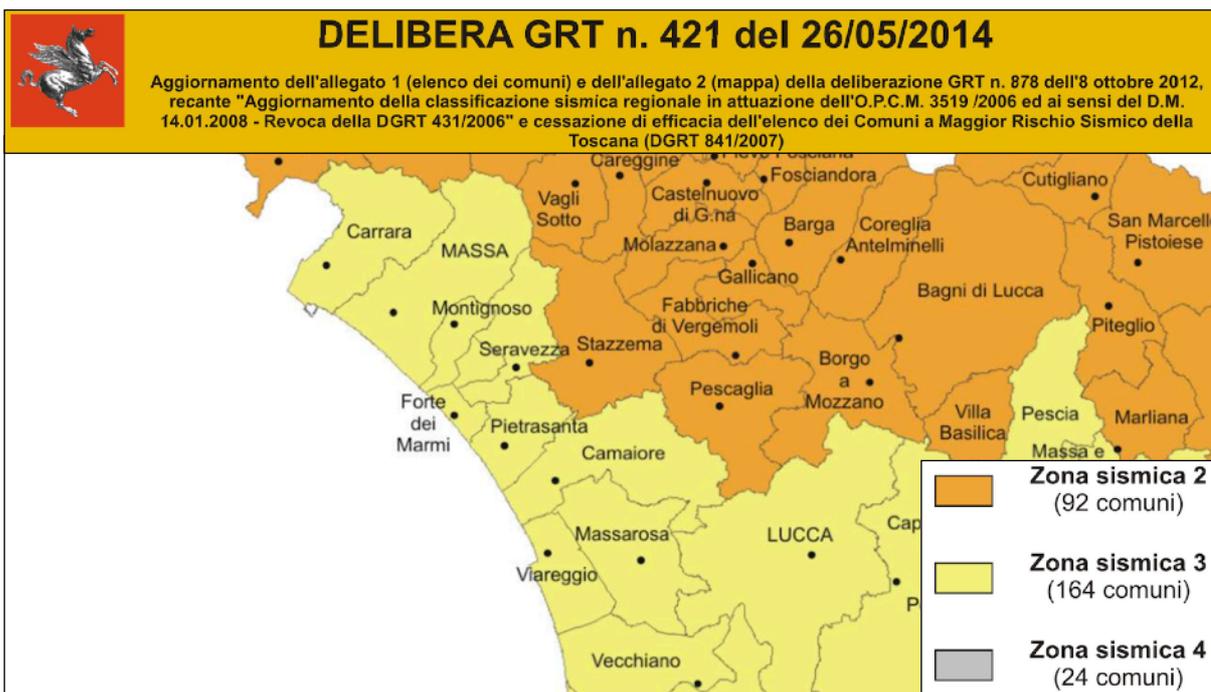


Figura 7 – Mappa della classificazione sismica dell'area d'interesse

I comuni interessati dagli stralci 1B e 1C rientrano in zona sismica 3

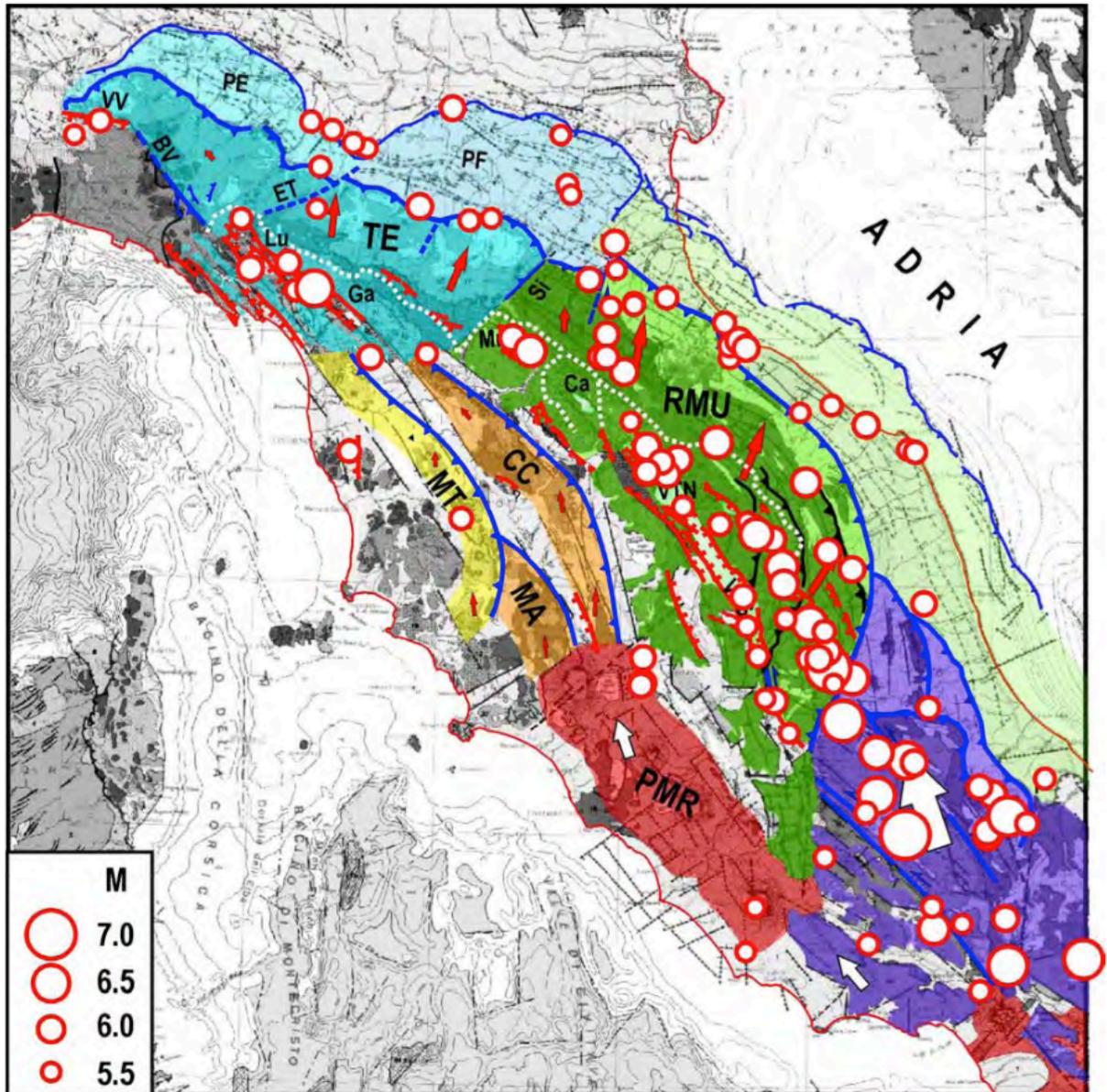


Figura 8 - Schema sismotettonico dell'Appennino settentrionale con riportati gli epicentri dei terremoti più intensi ($M > 5.5$) avvenuti dal 1600

La zona d'interesse appare prossima ad epicentri d'importanti eventi sismici, interessanti perlopiù la Lunigiana.

Si ritiene, tuttavia, considerando la bassa vulnerabilità dell'opera in progetto che implicazioni di carattere sismico siano trascurabile ad eccezione delle opere d'arte (attraversamenti di fossi e torrenti), non presenti negli stralci in esame, per i quali si rimanda alle specifiche inserite all'interno delle NTC 2018.

6. INQUADRAMENTO GEOLOGICO E GEOMORFOLOGICO (AREA D'INTERVENTO)

Il tracciato della cicloviana in esame attraversa da nord verso sud, considerando la vicinanza con il mare, un'unica Unità litologica costituita dalla Formazione indicata con il n°127 che corrisponde, sostanzialmente a depositi eolici di età Olocenica. Costituiti da litotipi prevalentemente sabbiosi e limo sabbiosi con gradi di addensamento variabili a seconda della storia deposizionale sitespecifica.

In prossimità dei maggiori corsi d'acqua si avranno, ad esempio aree d'esondazione in cui i terreni argillosi e limo argillosi saranno prevalenti.

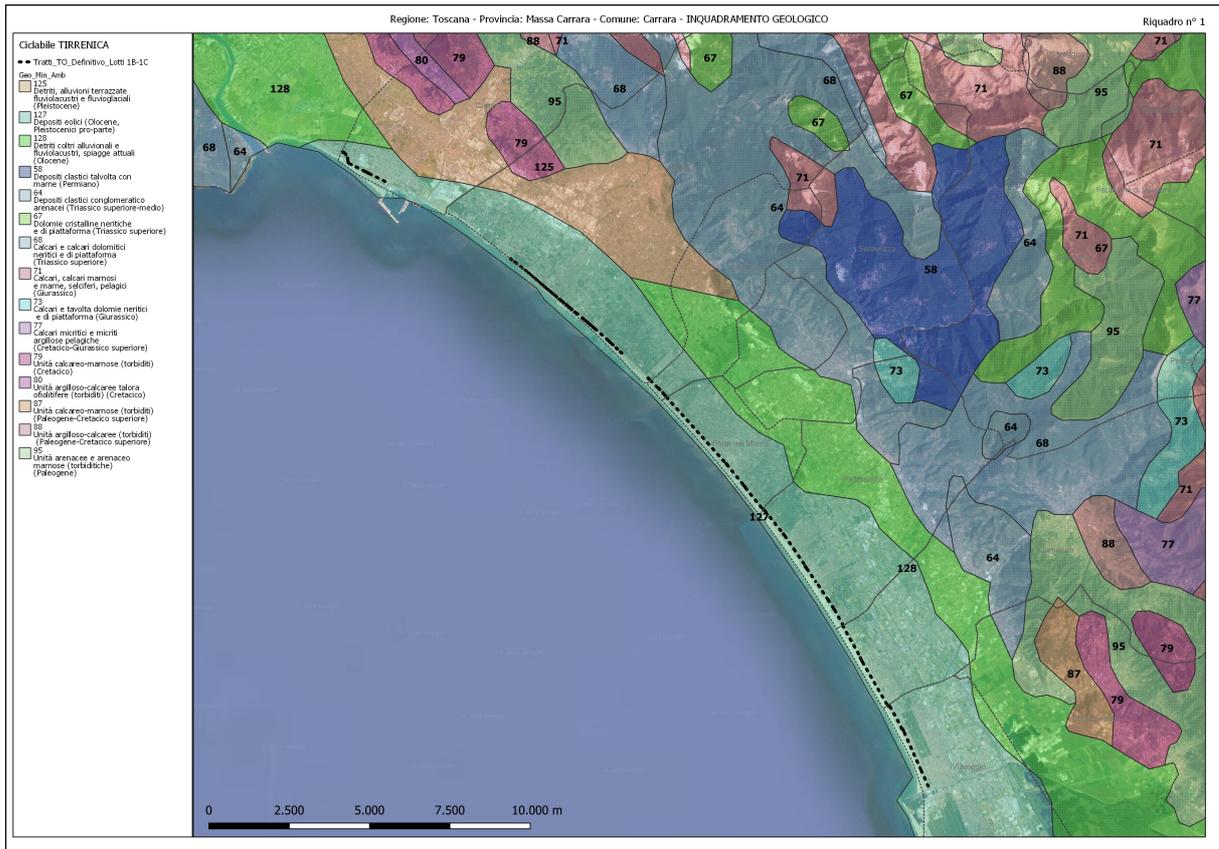


Figura 4 – Inquadramento geologico dell'area d'interesse (Fonte: Ministero Dell'Ambiente).

Di maggiore interesse appare l'inquadramento geomorfologico in cui i litotipi vengono distinti sia per tipologia di fenomeno deposizionale sia per età di messa in posto.

In particolare l'area costiera interessata dagli stralci 1B e 1C è costituita da depositi d'origine eolica (area retrodunale) depositi in età compresa tra i 25.000 e gli 800.000 anni. In un periodo di tempo, quindi, assai recente per quanto concerne la visione geologica degli eventi morfogenetici.

Anche da questa considerazione emerge come le condizioni di sito possono influenzare il comportamento geotecnico dei terreni specie in area costiera dove occorre aggiungere altri fattori di cui i principali sono:

- La presenza di acque di falda in superficie;
- Il "disturbo" antropico indotto da le arginature e tombamenti dei corsi d'acque e, non ultimo, dalla gestione degli scarichi e regimazione delle acque meteoriche in ambito urbano e rurale.

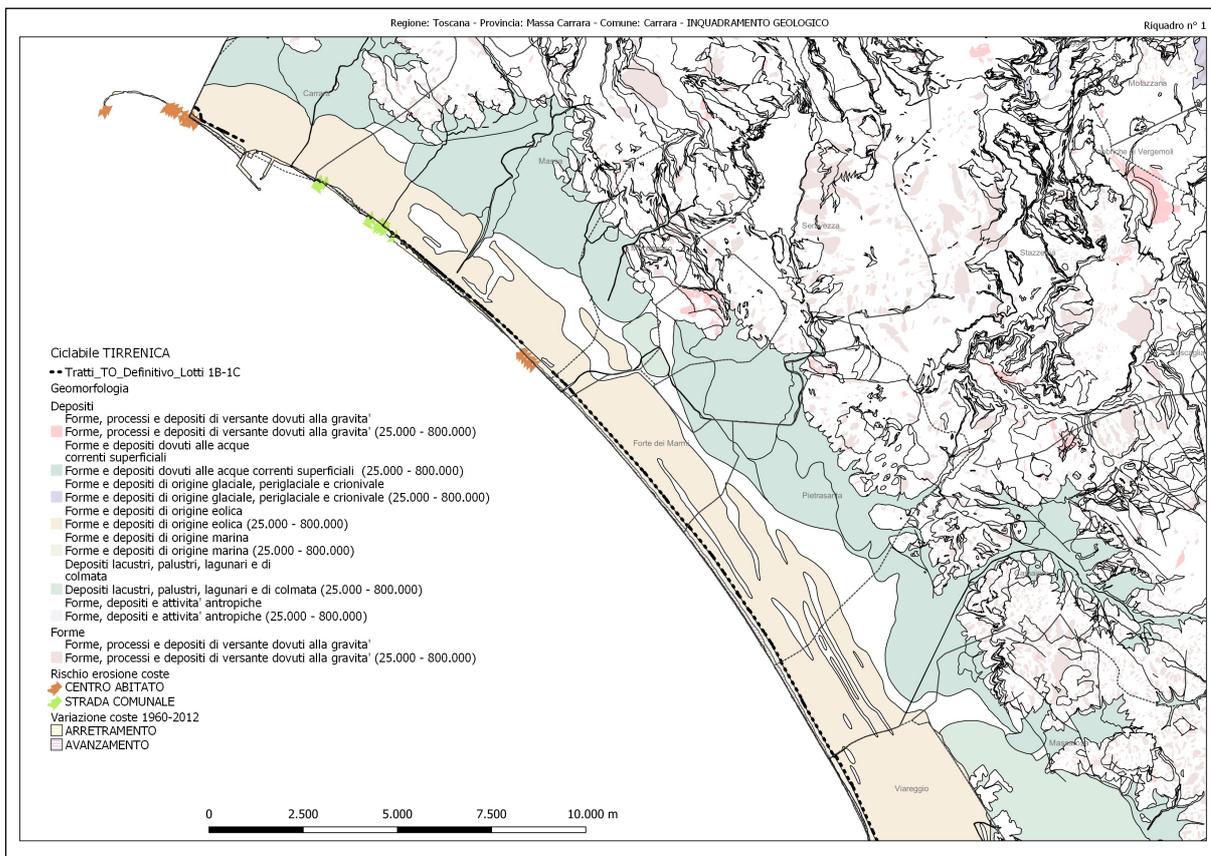
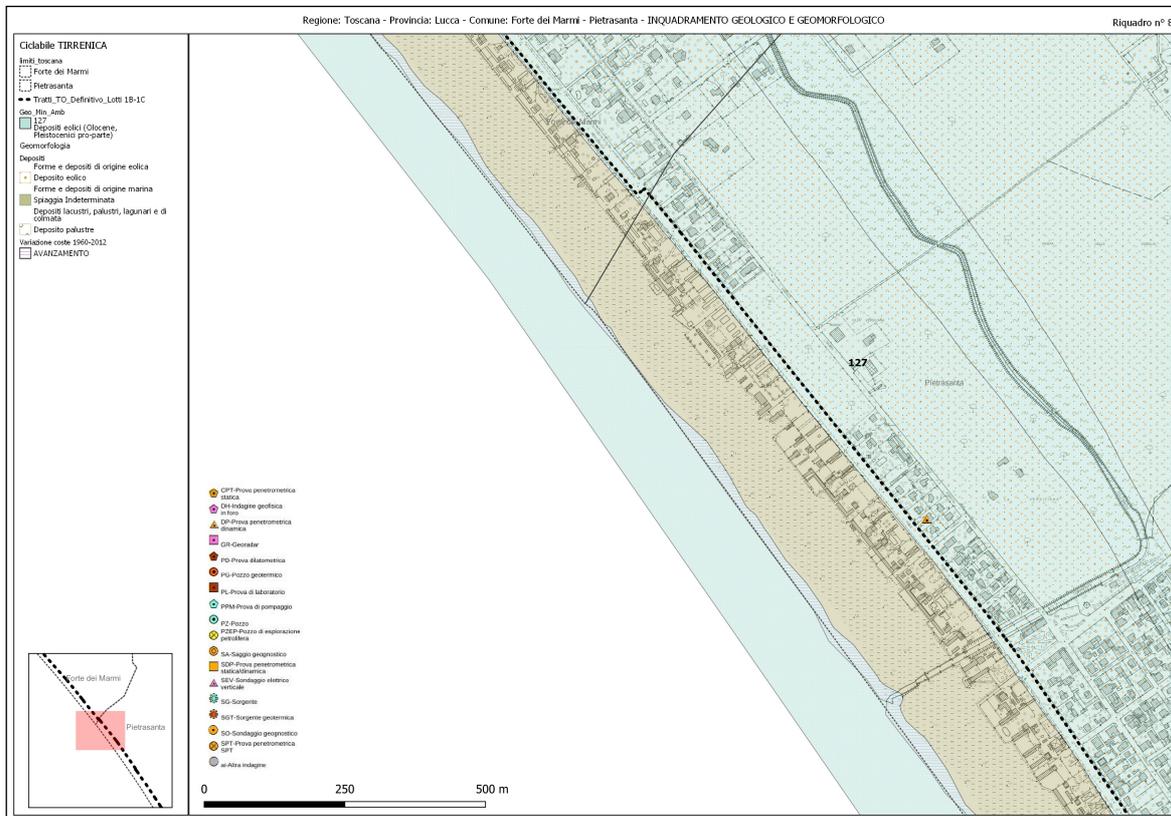


Figura 4 – Inquadramento geomorfologico dell'area d'interesse (Fonte: GEOscopio).

Indicazioni geomorfologiche di maggior dettaglio vengono evidenziate all'interno dell'atlante geologico e geomorfologico riportato in calce al seguente documento.

A tal proposito si anticipa come esempi i riquadri 8 e 9 in cui si evidenzia come situazioni locali siano in grado di modificare la natura dei terreni in superficie. I questi riquadri si nota come la presenza di un piccolo corso d'acqua sia stato in grado di deporre una lunga striscia di depositi fluvio - palustri, quindi, prevalentemente argillosi che nel riquadro 9 va ad interessare un'area urbanizzata posta in Comune di Pietrasanta.

Il sedime interessato dalla ciclovìa, tuttavia, appare, in quanto prossimo alla linea costiera, interessato in maniera esclusiva da depositi prevalentemente sabbiosi mediamente addensati che non pongono particolari limiti o prescrizioni alla fattibilità dell'opera in progetto che, nello specifico, non prevede opere che non siano la realizzazione, seppur con varie sezioni tipologiche, di una pista a raso.



di 15

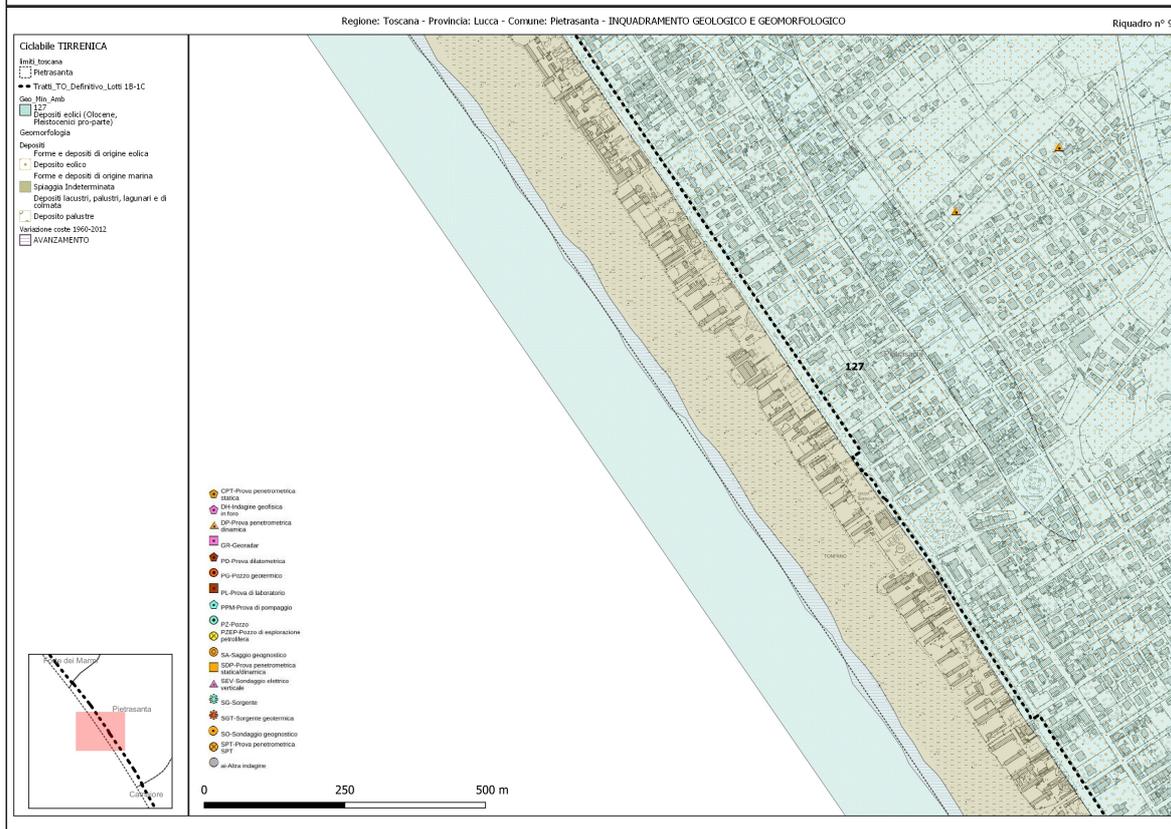


Figura 10 - Stralci dell'atlante geologico e geomorfologico allegato in calce al documento

Pistoia, dicembre 2022

Per DREAM ITALIA

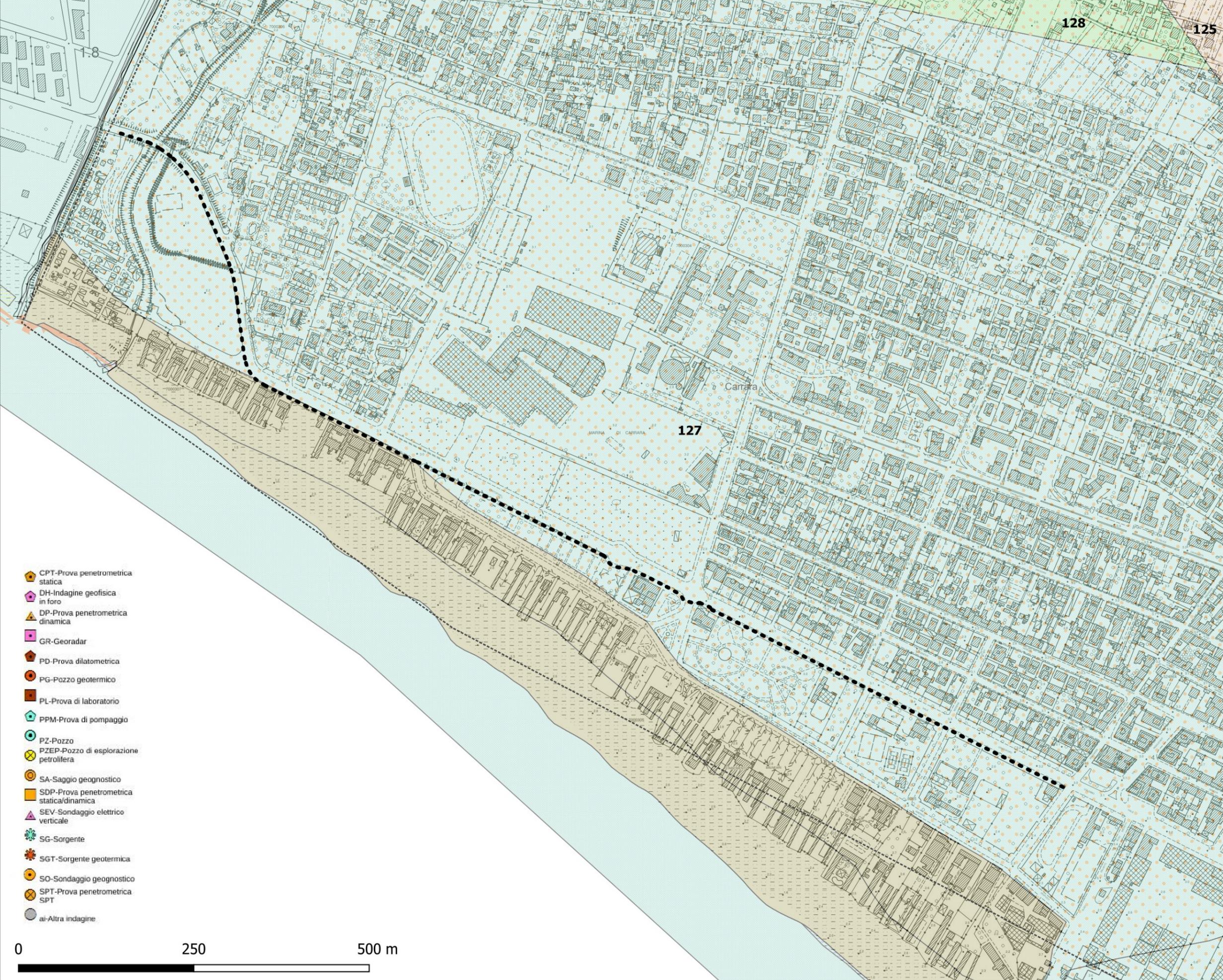
Dott. Geol. Andrea Bizzarri

Iscr. Albo Geologi della Toscana n° 644

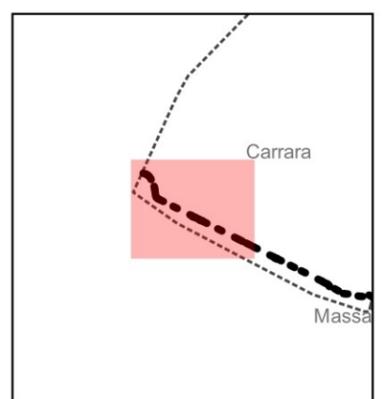
Allegato 1: Atlante geologico e geomorfologico

Ciclabile TIRRENICA

- limiti_toscana
- Carrara
- Tratti_TO_Definitivo_Lotti 1B-1C
- Geo_Min_Amb
- 125
Detriti, alluvioni terrazzate
fluviolacustri e fluvioglaciali
(Pleistocene)
- 127
Depositi eolici (Olocene,
Pleistocenici pro-parte)
- 128
Detriti coltri alluvionali e
fluviolacustri, spiagge attuali
(Olocene)
- Geomorfologia
- Depositi
- Forme e depositi di origine eolica
- Deposito eolico
- Forme e depositi di origine marina
- Spiaggia Indeterminata
- Rischio erosione coste
- CENTRO ABITATO
- Variatione coste 1960-2012
- ARRETRAMENTO
- AVANZAMENTO



- CPT-Prova penetrometrica statica
- DH-Indagine geofisica in foro
- DP-Prova penetrometrica dinamica
- GR-Georadar
- PD-Prova dilatometrica
- PG-Pozzo geotermico
- PL-Prova di laboratorio
- PPM-Prova di pompaggio
- PZ-Pozzo
- PZEP-Pozzo di esplorazione petrolifera
- SA-Saggio geognostico
- SDP-Prova penetrometrica statica/dinamica
- SEV-Sondaggio elettrico verticale
- SG-Sorgente
- SGT-Sorgente geotermica
- SO-Sondaggio geognostico
- SPT-Prova penetrometrica SPT
- ai-Altra indagini



Ciclabile TIRRENICA

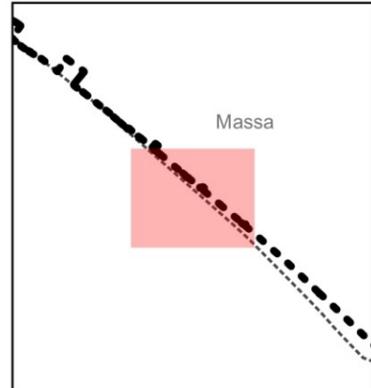
- limiti_toscana
- Massa
- Tratti_TO_Definitivo_Lotti 1B-1C

- Geo_Min_Amb
- 127
- Depositi eolici (Olocene, Pleistocenici pro-parte)

- Geomorfologia
- Depositi
- Forme e depositi dovuti alle acque correnti superficiali
 - Deposito alluvionale Attivo Ghiaie
 - Forme e depositi di origine eolica
 - Deposito eolico
 - Forme e depositi di origine marina
 - Spiaggia Indeterminata
 - Depositi lacustri, palustri, lagunari e di colmata
 - Deposito palustre
- Variazione coste 1960-2012
- ARRETRAMENTO
 - AVANZAMENTO

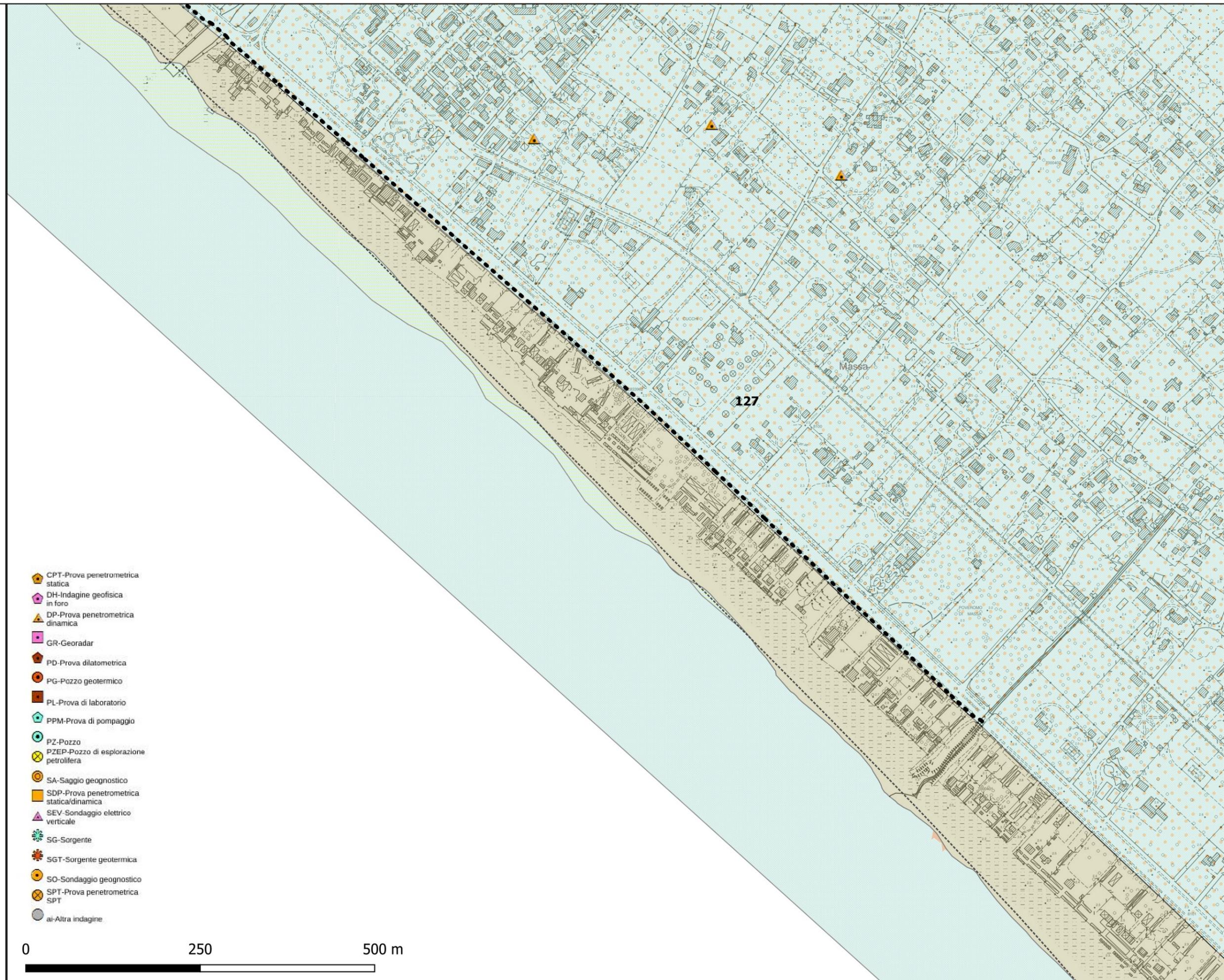


- CPT-Prova penetrometrica statica
- DH-Indagine geofisica in foro
- DP-Prova penetrometrica dinamica
- GR-Georadar
- PD-Prova dilatometrica
- PG-Pozzo geotermico
- PL-Prova di laboratorio
- PPM-Prova di pompaggio
- PZ-Pozzo
- PZEP-Pozzo di esplorazione petrolifera
- SA-Saggio geognostico
- SDP-Prova penetrometrica statica/dinamica
- SEV-Sondaggio elettrico verticale
- SG-Sorgente
- SGT-Sorgente geotermica
- SO-Sondaggio geognostico
- SPT-Prova penetrometrica SPT
- ai-Altra indagine



Ciclabile TIRRENICA

- limiti_toscana
- Massa
- Tratti_TO_Definitivo_Lotti 1B-1C
- Geo_Min_Amb
- 127
- Depositi eolici (Olocene, Pleistocenici pro-parte)
- Geomorfologia
- Depositi
- Forme e depositi di origine eolica
- Deposito eolico
- Forme e depositi di origine marina
- Spiaggia Indeterminata
- Rischio erosione coste
- CENTRO ABITATO
- Variazione coste 1960-2012
- ARRETRAMENTO
- AVANZAMENTO

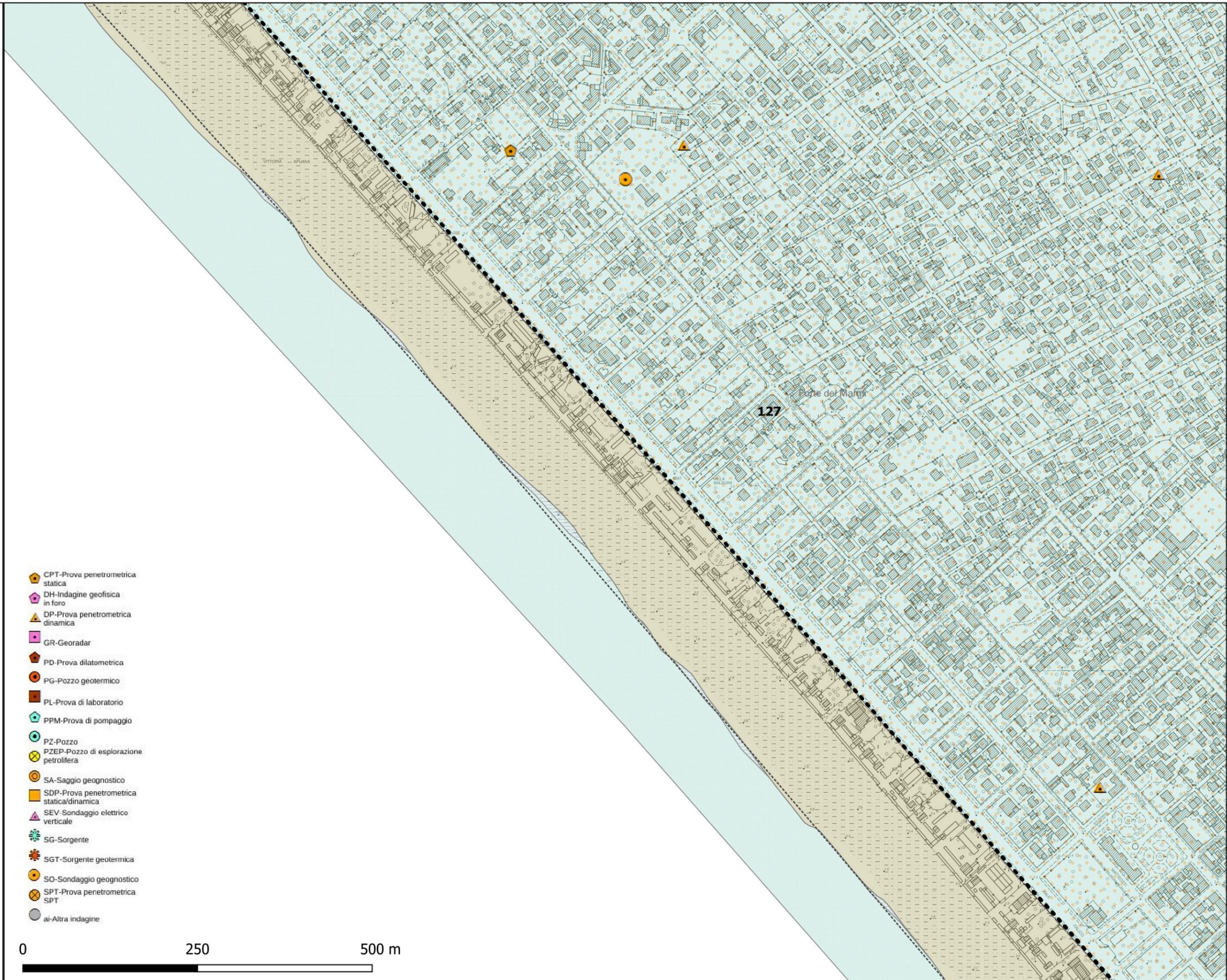


- CPT-Prova penetrometrica statica
- DH-Indagine geofisica in foro
- DP-Prova penetrometrica dinamica
- GR-Georadar
- PD-Prova dilatometrica
- PG-Pozzo geotermico
- PL-Prova di laboratorio
- PPM-Prova di pompaggio
- PZ-Pozzo
- PZEP-Pozzo di esplorazione petrolifera
- SA-Saggio geognostico
- SDP-Prova penetrometrica statica/dinamica
- SEV-Sondaggio elettrico verticale
- SG-Sorgente
- SGT-Sorgente geotermica
- SO-Sondaggio geognostico
- SPT-Prova penetrometrica SPT
- ai-Altra indagine

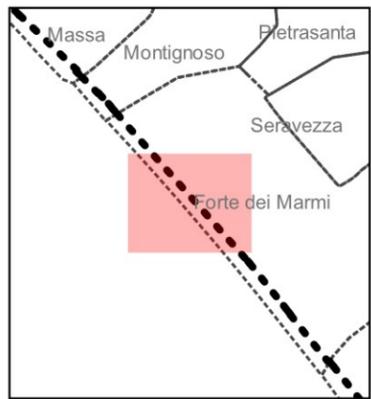


Ciclabile TIRRENICA

- limiti_toscana
- Forte dei Marmi
- Tratti_TO_Definitivo_Lotti 1B-1C
- Geo_Min_Amb
- 127
- Depositi eolici (Olocene, Pleistocenici pro-parte)
- Geomorfologia
- Depositi
- Forme e depositi di origine eolica
- Deposito eolico
- Forme e depositi di origine marina
- Spiaggia Indeterminata
- Variazione coste 1960-2012
- AVANZAMENTO



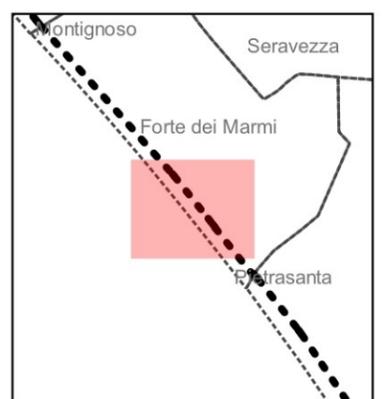
- CPT-Prova penetrometrica statica
- DH-Indagine geofisica in foro
- DP-Prova penetrometrica dinamica
- GR-Georadar
- PD-Prova dilatometrica
- PG-Pozzo geotermico
- PL-Prova di laboratorio
- PPM-Prova di pompaggio
- PZ-Pozzo
- PZEP-Pozzo di esplorazione petrolifera
- SA-Saggio geognostico
- SDP-Prova penetrometrica statica/dinamica
- SEV-Sondaggio elettrico verticale
- SG-Sorgente
- SGT-Sorgente geotermica
- SO-Sondaggio geognostico
- SPT-Prova penetrometrica SPT
- ai-Altra indagine



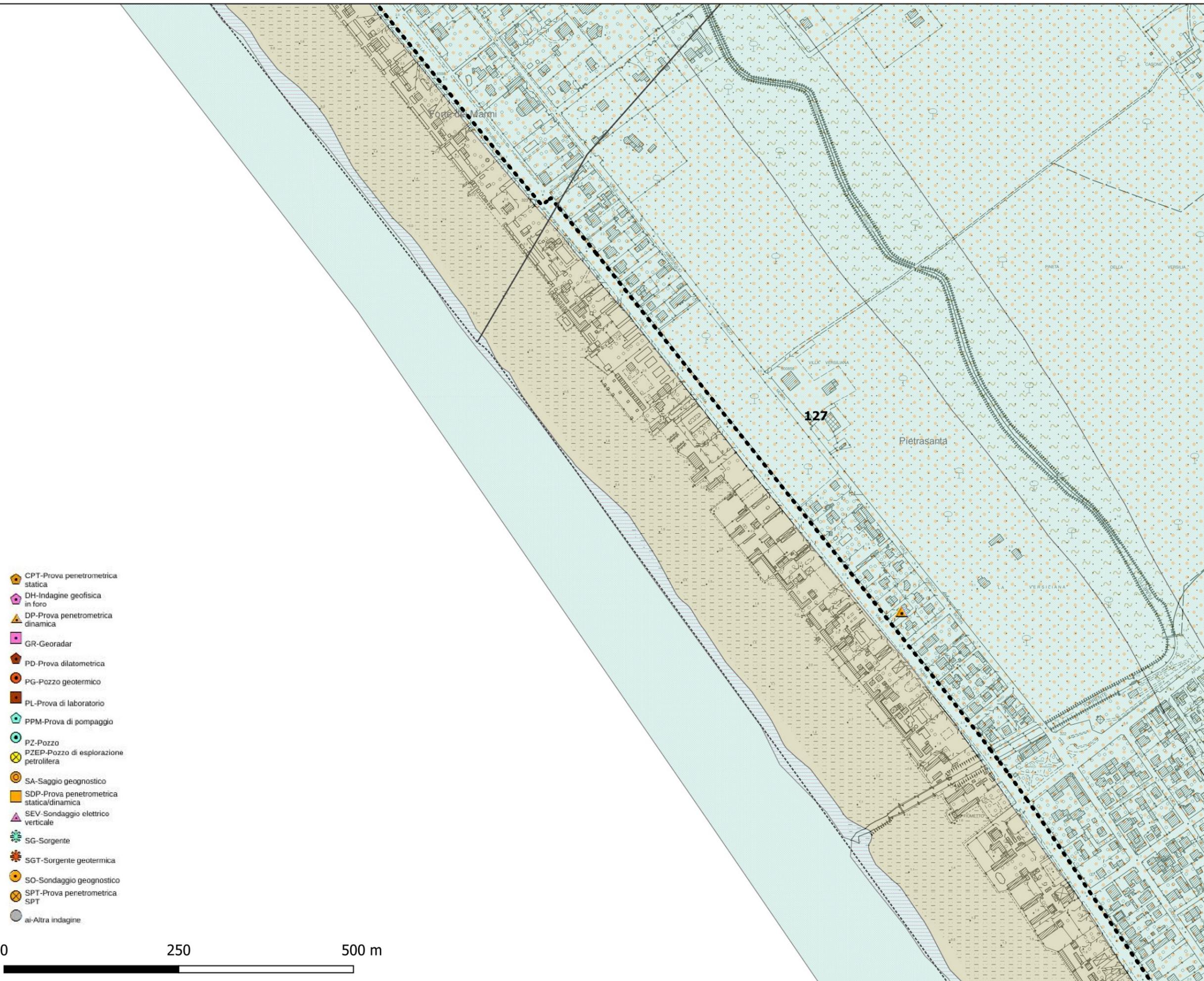
- Ciclabile TIRRENICA**
- limiti_toscana
 - Forte dei Marmi
 - Tratti_TO_Definitivo_Lotti 1B-1C
 - Geo_Min_Amb
 - 127
 - Depositi eolici (Olocene, Pleistocenici pro-parte)
 - Geomorfologia
 - Depositi
 - Forme e depositi di origine eolica
 - Deposito eolico
 - Forme e depositi di origine marina
 - Spiaggia Indeterminata
 - Depositi lacustri, palustri, lagunari e di colmata
 - Deposito palustre
 - Variazione coste 1960-2012
 - AVANZAMENTO



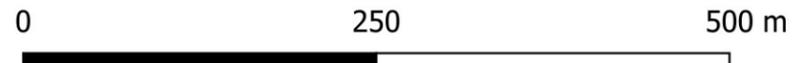
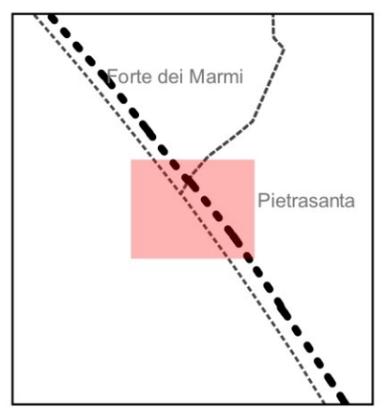
- CPT-Prova penetrometrica statica
- DH-Indagine geofisica in foro
- DP-Prova penetrometrica dinamica
- GR-Georadar
- PD-Prova dilatometrica
- PG-Pozzo geotermico
- PL-Prova di laboratorio
- PPM-Prova di pompaggio
- PZ-Pozzo
- PZEP-Pozzo di esplorazione petrolifera
- SA-Saggio geognostico
- SDP-Prova penetrometrica statica/dinamica
- SEV-Sondaggio elettrico verticale
- SG-Sorgente
- SGT-Sorgente geotermica
- SO-Sondaggio geognostico
- SPT-Prova penetrometrica SPT
- ai-Altra indagine



- Ciclabile TIRRENICA**
- limiti_toscana
 - Forte dei Marmi
 - Pietrasanta
 - Tratti_TO_Definitivo_Lotti 1B-1C
 - Geo_Min_Amb
 - 127
 - Depositi eolici (Olocene, Pleistocenici pro-parte)
 - Geomorfologia
 - Depositi
 - Forme e depositi di origine eolica
 - Deposito eolico
 - Forme e depositi di origine marina
 - Spiaggia Indeterminata
 - Depositi lacustri, palustri, lagunari e di colmata
 - Deposito palustre
 - Variazione coste 1960-2012
 - AVANZAMENTO



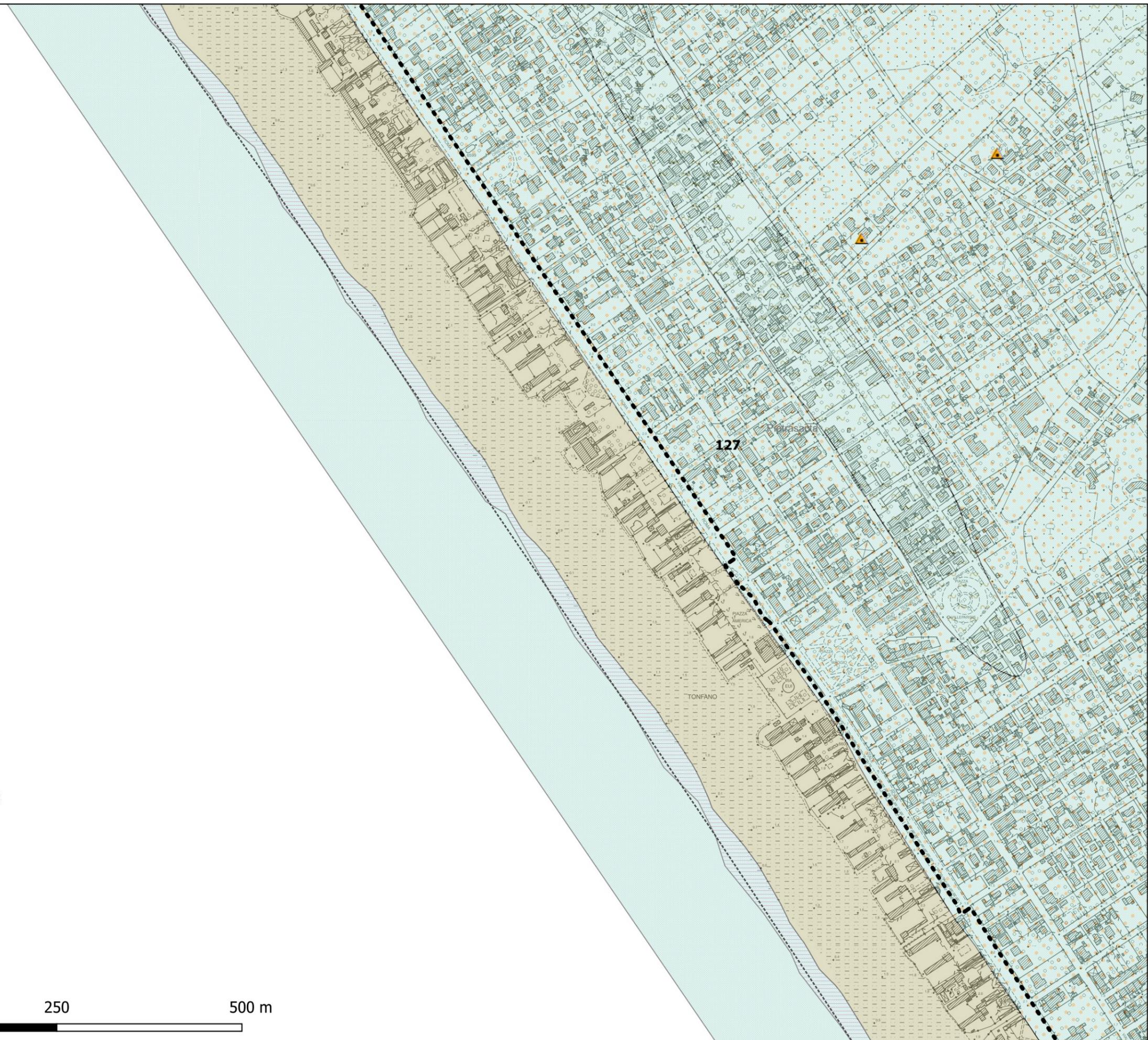
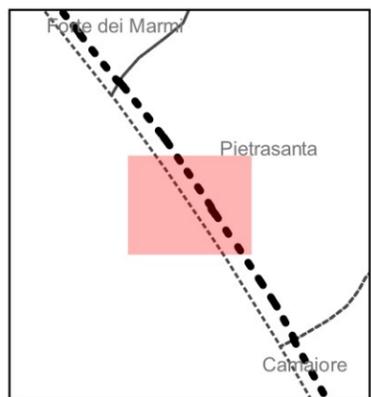
- CPT-Prova penetrometrica statica
- DH-Indagine geofisica in foro
- DP-Prova penetrometrica dinamica
- GR-Georadar
- PD-Prova dilatometrica
- PG-Pozzo geotermico
- PL-Prova di laboratorio
- PPM-Prova di pompaggio
- PZ-Pozzo
- PZEP-Pozzo di esplorazione petrolifera
- SA-Saggio geognostico
- SDP-Prova penetrometrica statica/dinamica
- SEV-Sondaggio elettrico verticale
- SG-Sorgente
- SGT-Sorgente geotermica
- SO-Sondaggio geognostico
- SPT-Prova penetrometrica SPT
- ai-Altra indagine



Ciclabile TIRRENICA

- limiti_toscana
- Pietrasanta
- Tratti_TO_Definitivo_Lotti 1B-1C
- Geo_Min_Amb
- 127
- Depositi eolici (Olocene, Pleistocenici pro-parte)
- Geomorfologia
- Depositi
- Forme e depositi di origine eolica
- Deposito eolico
- Forme e depositi di origine marina
- Spiaggia Indeterminata
- Depositi lacustri, palustri, lagunari e di colmata
- Deposito palustre
- Variazione coste 1960-2012
- AVANZAMENTO

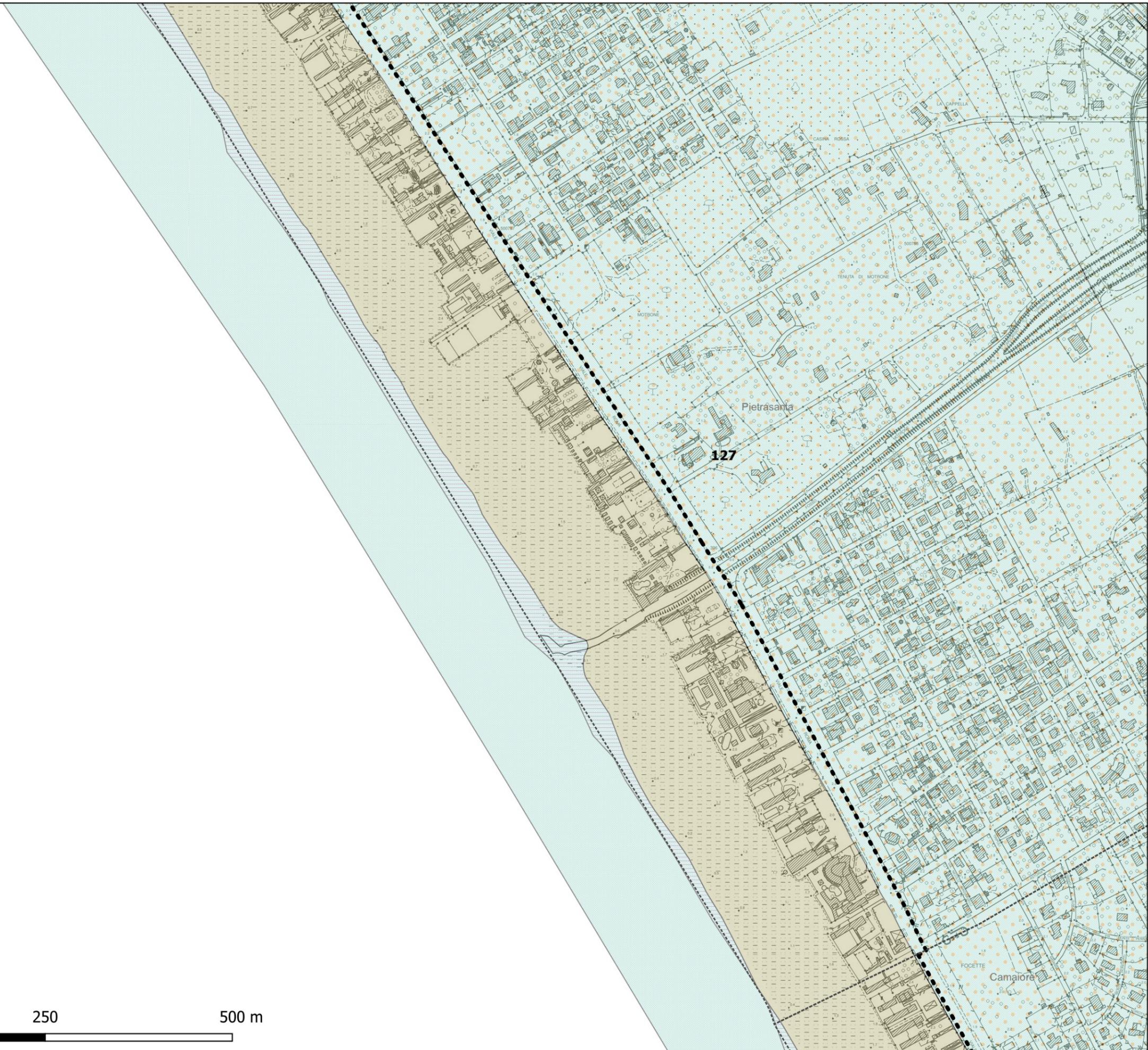
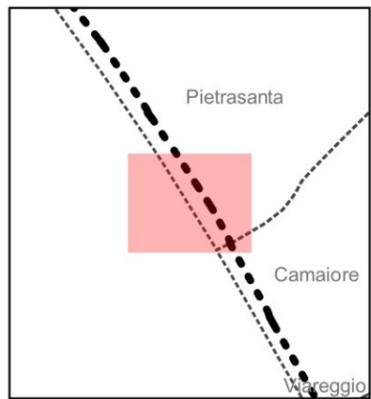
- CPT-Prova penetrometrica statica
- DH-Indagine geofisica in foro
- DP-Prova penetrometrica dinamica
- GR-Georadar
- PD-Prova dilatometrica
- PG-Pozzo geotermico
- PL-Prova di laboratorio
- PPM-Prova di pompaggio
- PZ-Pozzo
- PZEP-Pozzo di esplorazione petrolifera
- SA-Saggio geognostico
- SDP-Prova penetrometrica statica/dinamica
- SEV-Sondaggio elettrico verticale
- SG-Sorgente
- SGT-Sorgente geotermica
- SO-Sondaggio geognostico
- SPT-Prova penetrometrica SPT
- ai-Altra indagine



Ciclabile TIRRENICA

- limiti_toscana
- Camaiore
- Pietrasanta
- Tratti_TO_Definitivo_Lotti 1B-1C
- Geo_Min_Amb
- 127
- Depositi eolici (Olocene, Pleistocenici pro-parte)
- Geomorfologia
- Depositi
- Forme e depositi di origine eolica
- Deposito eolico
- Forme e depositi di origine marina
- Spiaggia Indeterminata
- Depositi lacustri, palustri, lagunari e di colmata
- Deposito palustre
- Variazione coste 1960-2012
- AVANZAMENTO

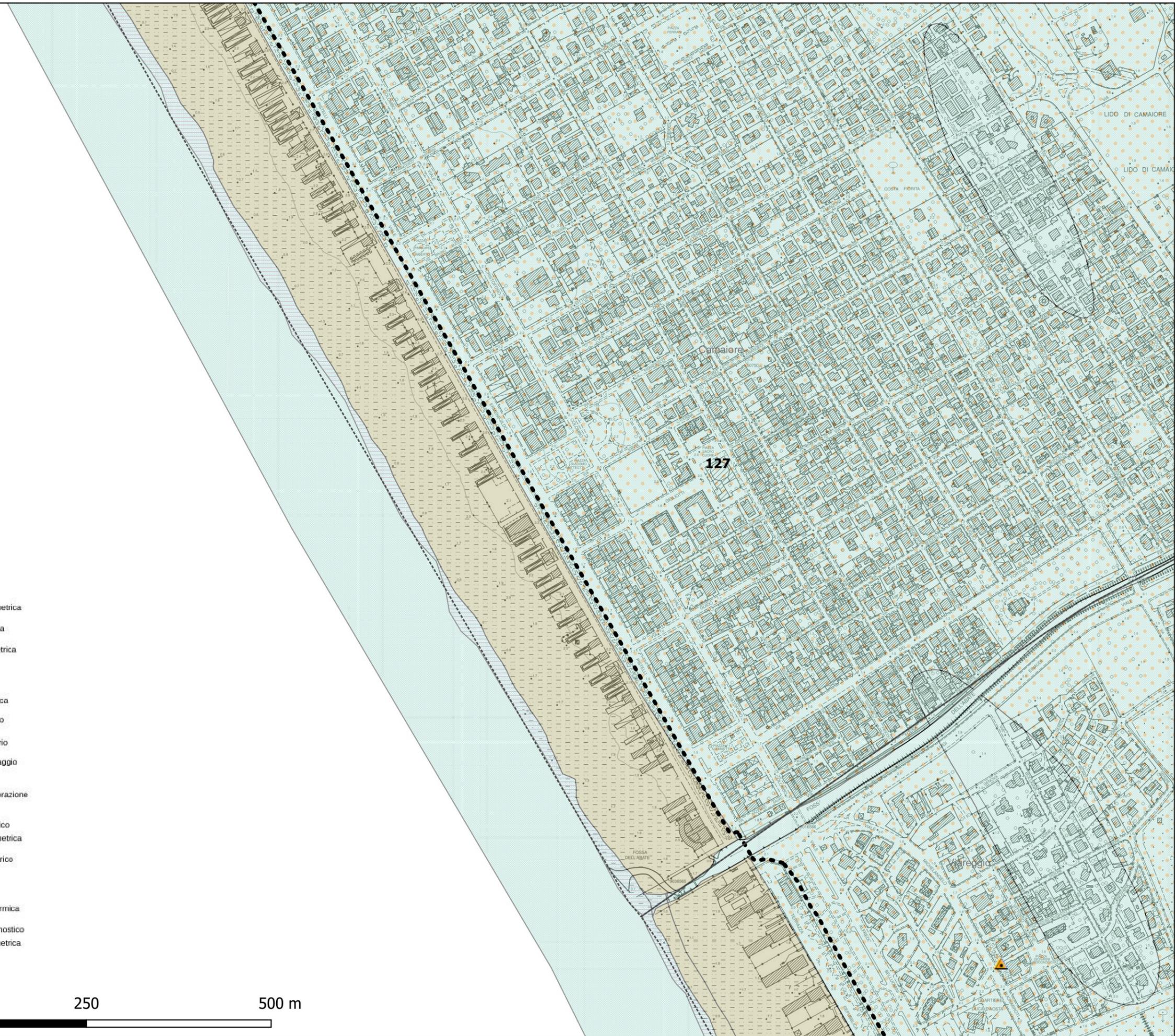
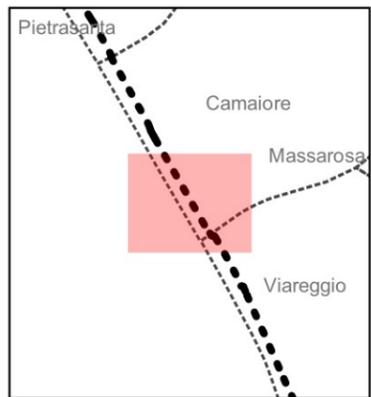
- CPT-Prova penetrometrica statica
- DH-Indagine geofisica in foro
- DP-Prova penetrometrica dinamica
- GR-Georadar
- PD-Prova dilatometrica
- PG-Pozzo geotermico
- PL-Prova di laboratorio
- PPM-Prova di pompaggio
- PZ-Pozzo
- PZEP-Pozzo di esplorazione petrolifera
- SA-Saggio geognostico
- SDP-Prova penetrometrica statica/dinamica
- SEV-Sondaggio elettrico verticale
- SG-Sorgente
- SGT-Sorgente geotermica
- SO-Sondaggio geognostico
- SPT-Prova penetrometrica SPT
- ai-Altra indagine



Ciclabile TIRRENICA

- limiti_toscana
- Camaiore
- Viareggio
- Tratti_TO_Definitivo_Lotti 1B-1C
- Geo_Min_Amb
- 127
- Depositi eolici (Olocene, Pleistocenici pro-parte)
- Geomorfologia
- Depositi
- Forme e depositi di origine eolica
- Deposito eolico
- Forme e depositi di origine marina
- Spiaggia Indeterminata
- Variazione coste 1960-2012
- AVANZAMENTO

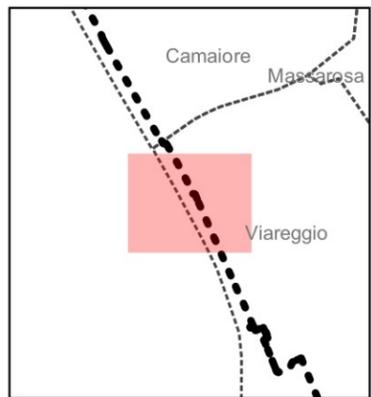
- CPT-Prova penetrometrica statica
- DH-Indagine geofisica in foro
- DP-Prova penetrometrica dinamica
- GR-Georadar
- PD-Prova dilatometrica
- PG-Pozzo geotermico
- PL-Prova di laboratorio
- PPM-Prova di pompaggio
- PZ-Pozzo
- PZEP-Pozzo di esplorazione petrolifera
- SA-Saggio geognostico
- SDP-Prova penetrometrica statica/dinamica
- SEV-Sondaggio elettrico verticale
- SG-Sorgente
- SGT-Sorgente geotermica
- SO-Sondaggio geognostico
- SPT-Prova penetrometrica SPT
- ai-Altra indagine



Ciclabile TIRRENICA

- limiti_toscana
- Viareggio
- Tratti_TO_Definitivo_Lotti 1B-1C
- Geo_Min_Amb
- 127
- Depositi eolici (Olocene, Pleistocenici pro-parte)
- Geomorfologia
- Depositi
- Forme e depositi di origine eolica
- Deposito eolico
- Forme e depositi di origine marina
- Spiaggia Indeterminata
- Variatione coste 1960-2012
- AVANZAMENTO

- CPT-Prova penetrometrica statica
- DH-Indagine geofisica in foro
- DP-Prova penetrometrica dinamica
- GR-Georadar
- PD-Prova dilatometrica
- PG-Pozzo geotermico
- PL-Prova di laboratorio
- PPM-Prova di pompaggio
- PZ-Pozzo
- PZEP-Pozzo di esplorazione petrolifera
- SA-Saggio geognostico
- SDP-Prova penetrometrica statica/dinamica
- SEV-Sondaggio elettrico verticale
- SG-Sorgente
- SGT-Sorgente geotermica
- SO-Sondaggio geognostico
- SPT-Prova penetrometrica SPT
- ai-Altra indagine



Ciclabile TIRRENICA

- limiti_toscana
- Viareggio
- Tratti_TO_Definitivo_Lotti 1B-1C
- Geo_Min_Amb
- 127
- Depositi eolici (Olocene, Pleistocenici pro-parte)
- Geomorfologia
- Depositi
- Forme e depositi di origine eolica
- Deposito eolico
- Forme e depositi di origine marina
- Spiaggia Indeterminata
- Variazione coste 1960-2012
- AVANZAMENTO

- CPT-Prova penetrometrica statica
- DH-Indagine geofisica in foro
- DP-Prova penetrometrica dinamica
- GR-Georadar
- PD-Prova dilatometrica
- PG-Pozzo geotermico
- PL-Prova di laboratorio
- PPM-Prova di pompaggio
- PZ-Pozzo
- PZEP-Pozzo di esplorazione petrolifera
- SA-Saggio geognostico
- SDP-Prova penetrometrica statica/dinamica
- SEV-Sondaggio elettrico verticale
- SG-Sorgente
- SGT-Sorgente geotermica
- SO-Sondaggio geognostico
- SPT-Prova penetrometrica SPT
- ai-Altra indagine

