



Comune di Forte dei Marmi

G&Geo  Studio Geologi Associati
Michele Giovannetti - Vanessa Greco



Via Aurelia Sud, 14
55045 Pietrasanta (LU)
Part. IVA 02378660464
T+F (+39) 0584.1848216
C 335.6090871 349.5926076
info@gegeo.it

**VARIANTE SUAP PER LOTTO CON
STRUTTURA A FUNZIONE RICETTIVA
DENOMINATA "EX HOTEL AREION"**

UBICAZIONE
via Caio Duilio 3
Comune di Forte dei Marmi (LU)

PROPRIETA'
Colonial SrL

**RELAZIONE GEOLOGICA DI FATTIBILITA'
AI SENSI DEL D.P.G.R. N. 5/R/2020**

I geologi incaricati:

Michele Giovannetti
GEOLOGO

Vanessa Greco
GEOLOGO

SOMMARIO

1 - PREMESSA	3
2 - RIFERIMENTI NORMATIVI	3
3 - DESCRIZIONE DELLE AREE DI VARIANTE	5
4 - INQUADRAMENTO GEOGRAFICO	7
5 - VINCOLI TERRITORIALI	7
6 - INQUADRAMENTO GEOLOGICO-REGIONALE	9
7 - MODELLAZIONE GEOLOGICA	11
7.1 - Quadro strutturale e geomorfologico	11
7.2 - Geologia e stratigrafia generale	12
7.2.1 - Quadro Stratigrafico	13
7.3 - Geologia e stratigrafia locale	14
7.3.1 Indagini per la caratterizzazione del sito	14
7.3.2 - Modello geologico di riferimento (MGR)	16
7.4 - Idrografia ed idrogeologia	19
7.5 - Vulnerabilità degli acquiferi	20
8 - INQUADRAMENTO DI PERICOLOSITÀ DEGLI STRUMENTI URBANISTICI	24
8.1 - Pericolosità dell'area di variante secondo gli strumenti comunali	26
8.1.1 Quadro di pericolosità determinato dalla Variante al P.S. vigente 2019	26
8.1.2 Quadro di pericolosità determinato dal Piano Operativo adottato 2022	27
9 - FATTIBILITÀ DELLA VARIANTE AI SENSI DEL REGOLAMENTO 5/R	30
9.1 - Fattibilità delle aree di variante	30
10 - CONCLUSIONI	33
10.1 - Fattibilità dell'intervento - Considerazioni di natura idraulica	35
10.2 - Terre e rocce da scavo	40
10.3 - Salvaguardia degli acquiferi	40
10.4 Impermeabilizzazione dei suoli (Capo 2 NTG 2022)	42

INDICE DELLE FIGURE NEL TESTO

Figura 1 ESTRATTO DI CARTA TOPOGRAFICA Foglio N° 260 sez. I - SCALA 1:25.000.....	6
Figura 2 ESTRATTO DI SEZIONE CTR N° 206030 - SCALA 1:10.000.....	6
Figura 3 CARTA DELLA PERICOLOSITÀ IDRAULICA PGRA.....	8

Figura 4 ESTRATTO CATASTALE DA GEOSCOPIO REGIONE TOSCANA9

Figura 5 SCHEMA TETTONICO-STRUTTURALE.....10

Figura 6 FOGLIO 104 PISA DELLA CARTA GEOLOGICA D'ITALIA – SCALA 1:100.00011

Figura 7 ESTRATTO CARTA GEOLOGICA PROGETTO CARG IN SCALA 1:1000014

Figura 8 UBICAZIONE INDAGINI.....15

Figura 9 SEZIONE GEOLOGICO-TECNICA INTERPRETATIVA 117

Figura 10 SEZIONE GEOLOGICO-TECNICA INTERPRETATIVA 2.....18

Figura 11 SEZIONE GEOLOGICO-TECNICA INTERPRETATIVA 3.....18

Figura 12 ESTRATTO DI CARTA IDROGEOLOGICA e DELLA VULNERABILITA' DEGLI ACQUIFERI da
VARIANTE RU di FORTE DEI MARMI19

Figura 13 CARTA DELLA VULNERABILITÀ DELL'ACQUIFERO A FENOMENI DI INTRUSIONE SALINA21

Figura 14 LEGENDA DESCRITTIVA DELLE CLASSI DI VULNERABILITÀ IDROGEOLOGICA DELL'ACQUIFERO
.....22

Figura 15 CARTA DELLA PERICOLOSITA' GEOMORFOLOGICA (VARIANTE P.S. FORTE DEI MARMI).....27

Figura 16 CARTA DELLA PERICOLOSITA' SISMICA (VARIANTE P.S. FORTE DEI MARMI).....28

FIGURA 17 CARTA MOPS DEL PS COMUNALE29

FIGURA 18 CARTA DELLE FREQUENZE FONDAMENTALI DI SUPPORTO AL PS COMUNALE.....29

Figura 19 CARTA DELLA PERICOLOSITA' IDRAULICA 53R (VARIANTE P. S. FORTE DEI MARMI).....30

Figura 20 CARTA DELLA PERICOLOSITA' IDRAULICA PGRA (VARIANTE P. S. FORTE DEI MARMI)31

Figura 21 CARTA DELLE AREE ED ELEMENTI ESPOSTI A FENOMENI GEOLOGICI POC 2022.....32

Figura 22 CARTA DELLA PERICOLOSITA' SISMICA DI LIVELLO 2 POC 202233

Figura 23 CARTA DELLE AREE ED ELEMENTI ESPOSTI A FENOMENI ALLUVIONALI POC 202234

Annesso 1 Indagini geognostiche e geofisiche

Annesso 2 Scheda Grafica e Scheda norma della variante

1 - PREMESSA

Il presente elaborato costituisce il supporto in termini di Indagini Idro-geo-morfologiche della Variante SUAP riguardante per il lotto presso cui è ubicato l'ex Hotel Areion, edificio con funzione ricettiva, posto in Via Caio Duilio 3 - Comune di Forte dei Marmi (LU).

Il suddetto atto è stato redatto secondo la Disciplina del POC di Forte dei Marmi (art. 56, comma 9), tenendo conto dell'Art. 35 della L.R. 65 del 10 novembre 2014 e del DPR 160/2010 art. 8 inerente *Raccordi procedurali con strumenti urbanistici*.

L'intervento proposto si configura come sostituzione edilizia eseguito con contestuale incremento della volumetria complessiva fuori sagoma.

Verrà mantenuta l'altezza massima esistente.

L'ampliamento massimo, in termini di SE, sarà pari a 1.100 mq. Verrà mantenuta la destinazione alberghiera esistente.

2 - RIFERIMENTI NORMATIVI

Le presenti indagini sono state condotte nel rispetto dell'Allegato A del D.P.G.R. n° 5/R del 30.01.2020 - *"Regolamento di attuazione dell'articolo 104 della legge regionale 10 novembre 2014, n° 65 (Norme per il governo del territorio) contenente disposizioni in materia di indagini geologiche, idrauliche e sismiche"*.

Ai sensi di tali direttive, approvate con DPGR n° 31 del 20 gennaio 2020, la presente relazione *descrive il processo diagnostico condotto per determinare le diverse condizioni di attuazione e illustra gli approfondimenti di indagine eseguiti a tale scopo*.

Inoltre, *con specifico riferimento alla tipologia di fenomeno che ha determinato le condizioni di fattibilità, sono fornite indicazioni in merito alle indagini e agli approfondimenti da effettuarsi prima della realizzazione degli interventi*.

Il Quadro Conoscitivo di carattere geologico-tecnico esistente per il territorio comunale di Forte dei Marmi è il seguente:

- Regolamento Urbanistico approvato con deliberazione del Consiglio Comunale n. 55 del 12/08/2013 (pubblicata sul BURT n. 40 del 02/10/2013), successivamente oggetto di Variante normativa per adeguamento ai parametri urbanistici ed edilizi e alle definizioni tecniche stabilite dal DPGRn.64/R/2013, approvata con deliberazione di Consiglio Comunale n. 41 del 09/08/2016 (Burt n. 35 del 31/08/2016) e successiva Variante Normativa artt. 5-6-7 delle N.T.A. del vigente Regolamento Urbanistico approvata con Determina Dirigenziale n. 1420 del 12/11/2018, pubblicata sul B.U.R.T. n.48 in data 28/11/2018.
- Variante al PS (approvata con Delibera C.C. n° 68 del 23.12.2019) eseguite ai sensi del Regolamento Regionale 53/R/2011.
- ADOZIONE del nuovo Piano Operativo Comunale e contestuale limitata variante al vigente Piano

Strutturale, ai sensi dell'art.19 della LR n. 65/2014 Del. C.C. n.14 del 22.04.2022.

Il quadro conoscitivo del Piano Strutturale vigente (variante 2019), redatto ai sensi del 53/R/2011 è composto dai seguenti elaborati:

- 1 CARTA GEO-LITO-MORFOLOGICA
- 2 CARTA DEI DATI DI BASE
- 3 CARTA IDROGEOLOGICA
- 4 CARTA DELLA FRAGILITA' IDRAULICA
- 5 CARTA DELLE MICROZONE OMOGENEE IN PROSPETTIVA SISMICA MOPS
- 6 CARTA DELLE FREQUENZE
- 7 CARTA DELLA PERICOLOSITA' GEOMORFOLOGICA
- 8 CARTA DELLA PERICOLOSITA' SISMICA LOCALE
- 9a CARTA DELLA PERICOLOSITA' IDRAULICA SECONDO PGRA
- 9b CARTA DELLA PERICOLOSITA' IDRAULICA AI SENSI DEL DPGR 53/R
- 10 SEZIONI GEOSTRATIGRAFICHE

Annesso 1: Indagini HVSR. (SOGET s.n.c.)

Allegato 1: Valutazione della Qualità della Carta MOPS. (GETAS PETROGEO S.r.l.)

Allegato 2: Studio Idrologico Idraulico Fosso Fiumetto (Consorzio Bonifica 1 Toscana Nord)

Allegato 3: Studio Idrologico Idraulico Fosso Scialo e Colatore SN (INGEAS Ingg. Viti-Croce)

Gli Elaborati degli studi geologici, idraulici e sismici del Piano Operativo adottato (2022), redatto ai sensi del DPGR 5/R del 30.01.2020, sono i seguenti:

- f1. RELAZIONE TECNICA sulla Fattibilità geologica, idraulica e sismica;
- f2: NTG - Norme tecnico geologiche;
- f3. SCHEDE DELLA FATTIBILITA' ai sensi dell'art. 17 delle NTG (Schede grafiche + Schede Norma);
- Tavola QG1. Carta delle aree ed elementi esposti a fenomeni geologici (scala 1:5.000);
- Tavola QG2. Carta delle aree ed elementi esposti a fenomeni alluvionali (scala 1:5.000);
- Tavola QG3. Carta della pericolosità sismica di livello 2 (scala 1:5.000);
- Tavola QG4. Carta della vulnerabilità sismica (scala 1:5.000);
- Tavola QG5. Carta della esposizione sismica (scala 1:5.000);
- Tavola QG6. Carta delle aree a rischio sismico (scala 1:5.000);
- Tavola QG7. Carta della vulnerabilità dell'acquifero a fenomeni di intrusione salina (scala 1:5.000);
- a) Relazione Idraulica
- Tavola QI1. Carta della Pericolosità idraulica ai sensi del DPGR 5/R/2020 (scala 1: 10.000);
- Tavola QI2. Carta delle altezze di esondazione per $Tr = 200$ anni (scala 1: 10.000);
- Tavola QI3. Carta delle velocità di esondazione per $Tr = 200$ anni (scala 1: 10.000);
- Tavola QI4. Carta della Magnitudo idraulica (scala 1:10.000)

Sempre nel PO si specifica che gli elaborati di riferimento per la fattibilità delle previsioni e degli interventi ammessi dal P.O. sono le Tav.le 3, 5, 7, 8 del PS 2019 vigente (DCC n° 68 del 23/12/2019);

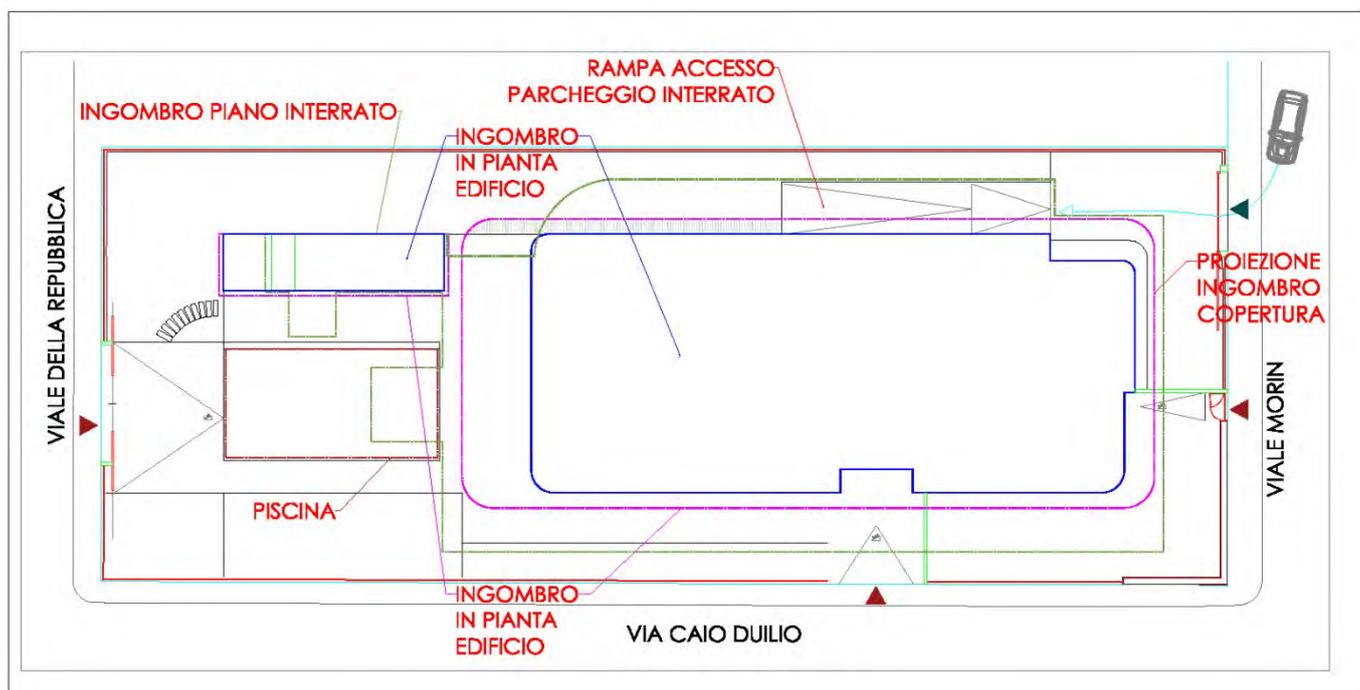
le Tav.le 14, 18, 17°, 18° del PS 2009 (DCC n° 14 del 10/02/2009).

Le condizioni di fattibilità sono state definite conformemente e coerentemente con le seguenti leggi e strumenti di governo del territorio sovraordinati:

- Piano di indirizzo territoriale con valenza di piano paesaggistico - Approvato con Deliberazione Consiglio Regionale del 27 marzo 2015, n° 37
- Piano di Gestione Rischio Alluvioni (PGRA) approvato con Decreto del Presidente del Consiglio dei Ministri del 27.10.2016 e pubblicato sulla Gazzetta Ufficiale della Repubblica Italiana del 4 febbraio 2017 - Serie Generale n° 29
- L.R. 24 luglio 2018 n° 41 "Disposizioni in materia di difesa dal rischio idraulico e tutela dei corsi d'acqua"
- Piano Stralcio Assetto idrogeologico per la Gestione del rischio da dissesti di natura geomorfologica Autorità di Bacino Distrettuale Appennino Settentrionale - PAI Disseti Geomorfologici adottato con delibera della Conferenza Istituzionale Permanente n° 20 del 20.12.2019

3 - DESCRIZIONE DELLE AREE DI VARIANTE

La variante di progetto si riferisce ad interventi da attuarsi mediante Permesso di Costruire. La zonizzazione prevista è stata indicata dai progettisti secondo lo schema seguente:



L'area interessata dalla Variante si colloca tra la via Caio Duilio ed il lungomare di Forte dei Marmi qui denominato Viale della Repubblica, a circa 880 m verso SE rispetto al Pontile.



Figura 1 ESTRATTO DI CARTA TOPOGRAFICA Foglio N° 260 sez. I - SCALA 1:25.000

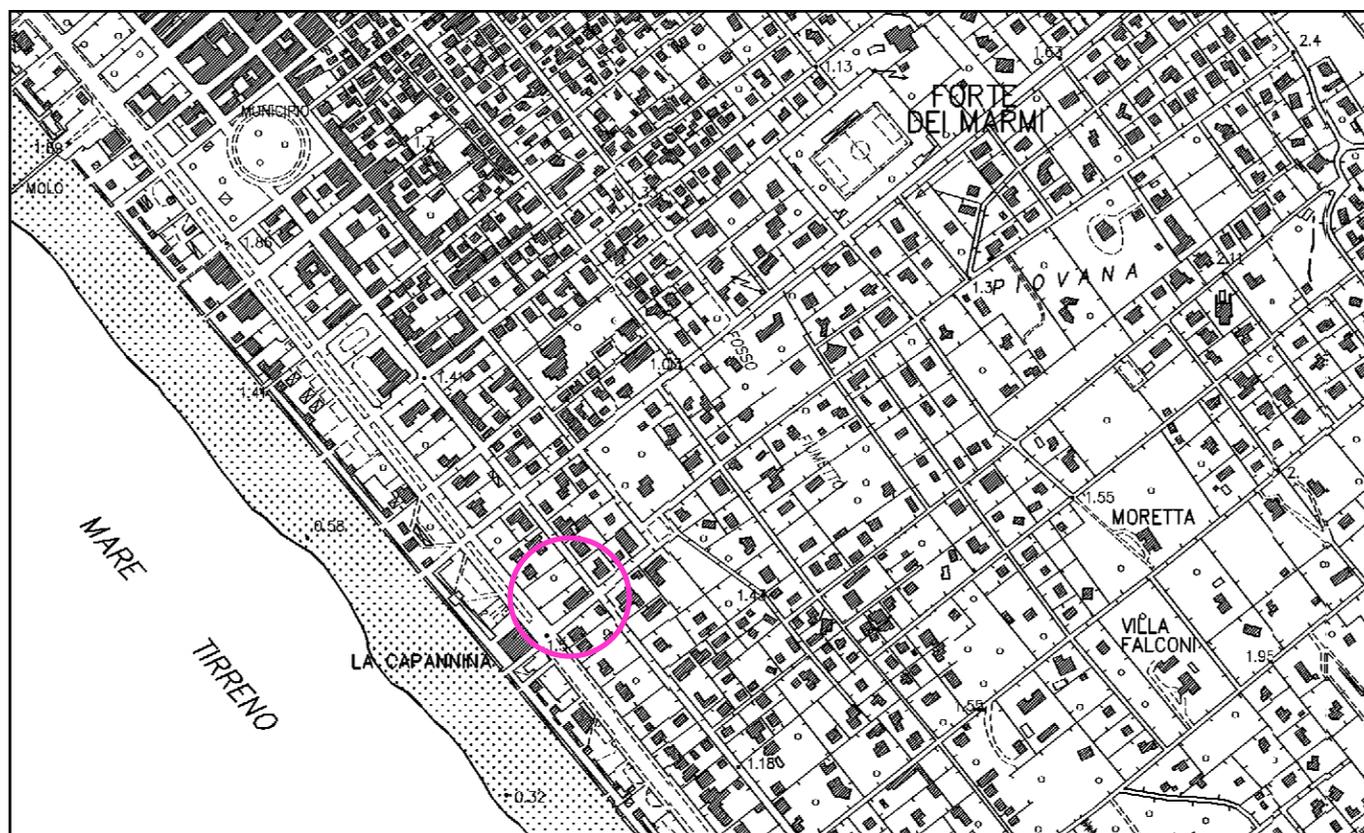


Figura 2 ESTRATTO DI SEZIONE CTR N° 206030 - SCALA 1:10.000

4 - INQUADRAMENTO GEOGRAFICO

La zona oggetto di studio si colloca nella porzione di fascia costiera più meridionale all'interno del territorio comunale di Forte dei Marmi. Geograficamente l'area in esame risulta compresa all'interno della seguente documentazione cartografica:

Cartografia nazionale:

- Tavoletta n° 260 sez. I denominata "Pietrasanta" - 1:25.000

Cartografia regionale:

- Sezione n° 260030 denominata "Forte dei Marmi" - scala 1:10.000

5 - VINCOLI TERRITORIALI

Di seguito viene riportata l'analisi dei principali vincoli che insistono sul perimetro di ubicazione dell'area in variante.

• VINCOLO IDROGEOLOGICO

L'area di interesse non si trova in zona soggetta al vincolo idrogeologico ai sensi della Legge n° 3267 del 30/12/1923 e degli artt. 21 e 22 del R.D.L. 1126/1926.

• ZONAZIONE SISMICA

In applicazione alla Legge n. 64 del 02/02/1974, con Ordinanza (n. 3274) del Presidente del Consiglio dei Ministri 20 marzo 2003 (G.U. n. 105 del 8 maggio 2003) sono stati approvati i *"Criteri per l'individuazione delle zone sismiche — individuazione, formazione e aggiornamento degli elenchi nelle medesime zone"*.

In base all'O.P.C.M. 3519/2006, il Comune di Forte dei Marmi è attribuito alla Classe di Pericolosità Sismica 3, corrispondente a valori dell'accelerazione orizzontale massima su suolo di categoria A pari a 0.15 g, classe confermata anche dalla Regione Toscana con D.G.R.T. n. 421 del 26.05.2014.

• PIANO GESTIONE RISCHIO ALLUVIONI

Il PGRA delle U.O.M. Arno, Toscana Nord, Toscana Costa e Ombrone costituisce, ai sensi dell'art. 65 comma 8 del decreto legislativo 3 aprile 2006, n° 152 uno stralcio territoriale e funzionale del Piano di Bacino Distrettuale del Distretto Idrografico dell'Appennino Settentrionale. In coerenza con le finalità generali della direttiva 2007/60/CE e del decreto legislativo n° 49/2010, il PGRA delle U.O.M. Arno, Toscana Nord, Toscana Costa e Ombrone persegue gli obiettivi generali che sono stati definiti alla scala del distretto idrografico dell'Appennino Settentrionale.

La Disciplina del PGRA è basata su un nuovo concetto di gestione del rischio che racchiude in sé l'esigenza di superare concetti legati alla rimozione tecnica del rischio e della sicurezza idraulica ovunque, conciliandolo con l'esigenza di garantire una continuità con la precedente disciplina, che fino ad oggi ha indirizzato la pianificazione urbanistica e la realizzazione degli interventi.

Dunque, la nuova disciplina è ispirata al concetto di gestione e non rimozione assoluta del rischio,

e consente di mantenere un rischio residuo, alla condizione che questo sia conosciuto e ben percepito da tutti i soggetti. Il concetto di gestione del rischio viene così definito nella disciplina di PGRA: “Per gestione del rischio idraulico si intendono le azioni volte a mitigare i danni conseguenti a fenomeni alluvionali.

La gestione può essere attuata attraverso interventi tesi a ridurre la pericolosità e interventi tesi a ridurre la vulnerabilità degli elementi a rischio anche mediante azioni di difesa locale e piani di gestione dell’opera collegati alla pianificazione di protezione civile comunale e sovracomunale, rispettando le condizioni di funzionalità idraulica;...omissis....”.

Al sensi del vigente PGRA delle U.O.M. Arno, Toscana Nord, Toscana Costa ed Ombrone, adottato dal Distretto Appennino Settentrionale, il sito di intervento ricade in area P1 “Pericolosità Bassa” (Figura 3). In altre parole, l’analisi del PGRA conferma il quadro di pericolosità idraulica già tracciato ai paragrafi precedenti.



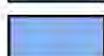
-  P1 - pericolosità bassa (alluvioni rare e di estrema intensità)
-  P2 - pericolosità media (alluvioni poco frequenti)
-  P3 - pericolosità elevata (alluvioni frequenti)

Figura 3 CARTA DELLA PERICOLOSITA' IDRAULICA PGRA

Per gli strumenti di governo del territorio nelle aree a pericolosità bassa P1 (art. 11 delle Norme di Piano) “...sono consentiti gli interventi previsti dagli strumenti urbanistici garantendo il rispetto delle condizioni di mitigazione e gestione del rischio idraulico. La Regione disciplina le condizioni di gestione del rischio idraulico per la realizzazione degli interventi nelle aree P.1”.

In tale contesto gli interventi previsti dalla variante dovranno garantire il rispetto delle condizioni di gestione del rischio idraulico, senza incrementare le condizioni di pericolosità nelle aree al contorno e garantendo il rispetto dell’invarianza idraulica.

• PIANO DI GESTIONE DELLE ACQUE DEL DISTRETTO APPENNINO SETTENTRIONALE (PGA)

Le cartografie di PGA disponibili tramite il portale informativo dell'Autorità di Bacino distrettuale Appennino Settentrionale classificano il corpo idrico della Versilia e Riviera Apuana secondo uno stato quantitativo e qualitativo "non buono".

Ciò è connesso alla problematica legata sia all'ingressione del cuneo salino sia a possibili contaminazioni della falda da parte di inquinanti chimici.

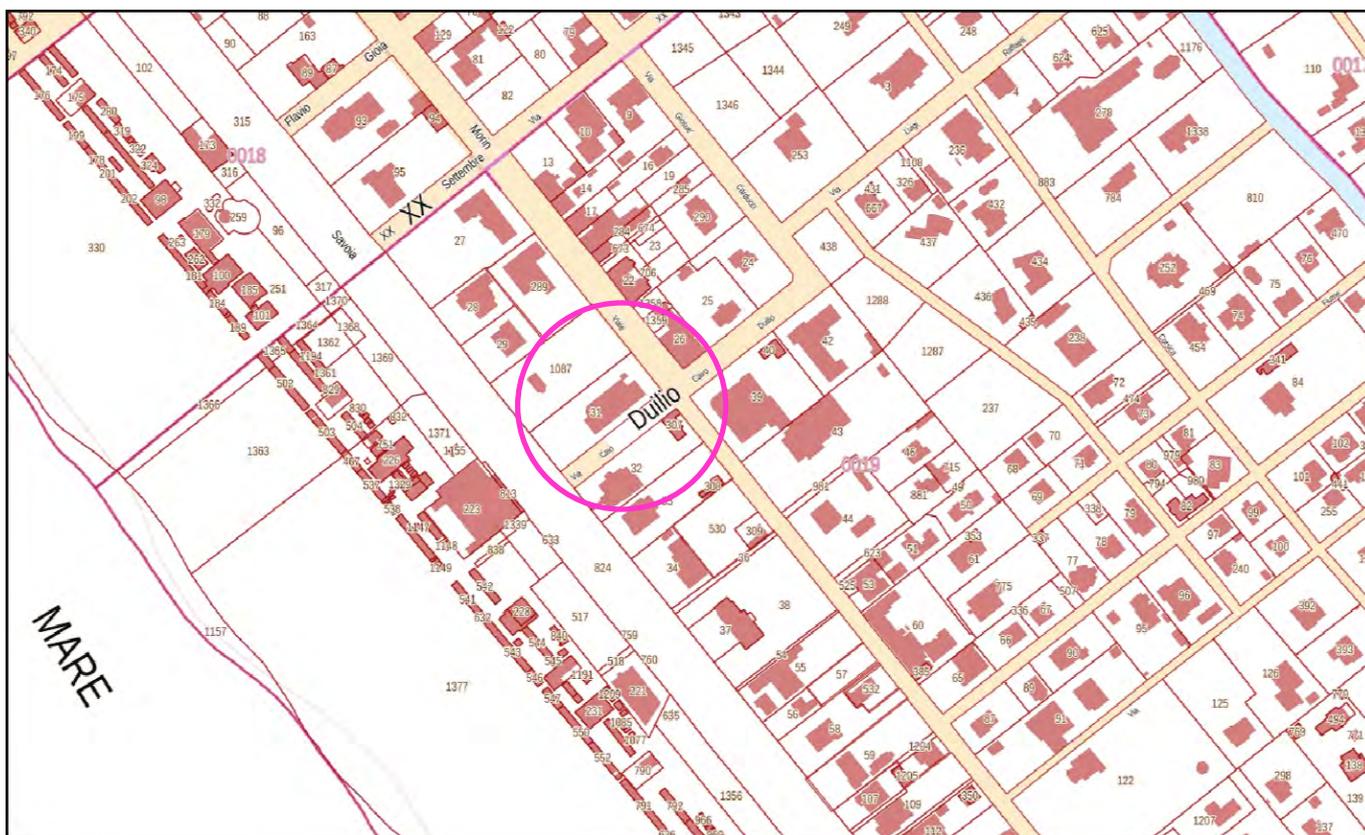


Figura 4 ESTRATTO CATASTALE DA GEOSCOPIO REGIONE TOSCANA

6 - INQUADRAMENTO GEOLOGICO-REGIONALE

Il territorio amministrativo del comune di Forte dei Marmi si colloca nella pianura apuo-versiliese, formatasi in seguito a cicli trasgressivi e regressivi marini iniziati circa 80.000 anni fa. Più in particolare, è il risultato sia di movimenti gladio-eustatici, sia di apporti sedimentari da parte dei fiumi Arno, Serchio, Magra e di altri corsi minori, tra cui il Versilia e il Camaioere.

Il meccanismo di formazione della pianura è stato quello classico di ambiente costiero: formazione successiva di lidi sabbiosi paralleli ai rilievi montuosi, con lagune e stagni retrodunari talora di ampie dimensioni; il lago di Massaciuccoli e l'area paludosa alla spalle di Viareggio, sono il più vistoso residuo dei numerosi specchi d'acqua che si erano formati tra i lidi versiliesi.

Nella zona d'interesse, tracce, seppur meno evidenti, sono rappresentate dall'area dell'ex Lago di Porta.

I primi depositi sabbiosi, sciolti e fini, derivati da eolianiti silicee molto evolute, morfologicamente

disposti in cordoni dunari, si rilevano già a partire da 4÷5 chilometri dalla linea di costa.

Per ciò che concerne l'origine e la provenienza dei sedimenti costituenti i depositi alluvionali, è chiaramente da ricercarsi nelle formazioni costituenti la catena apuana.

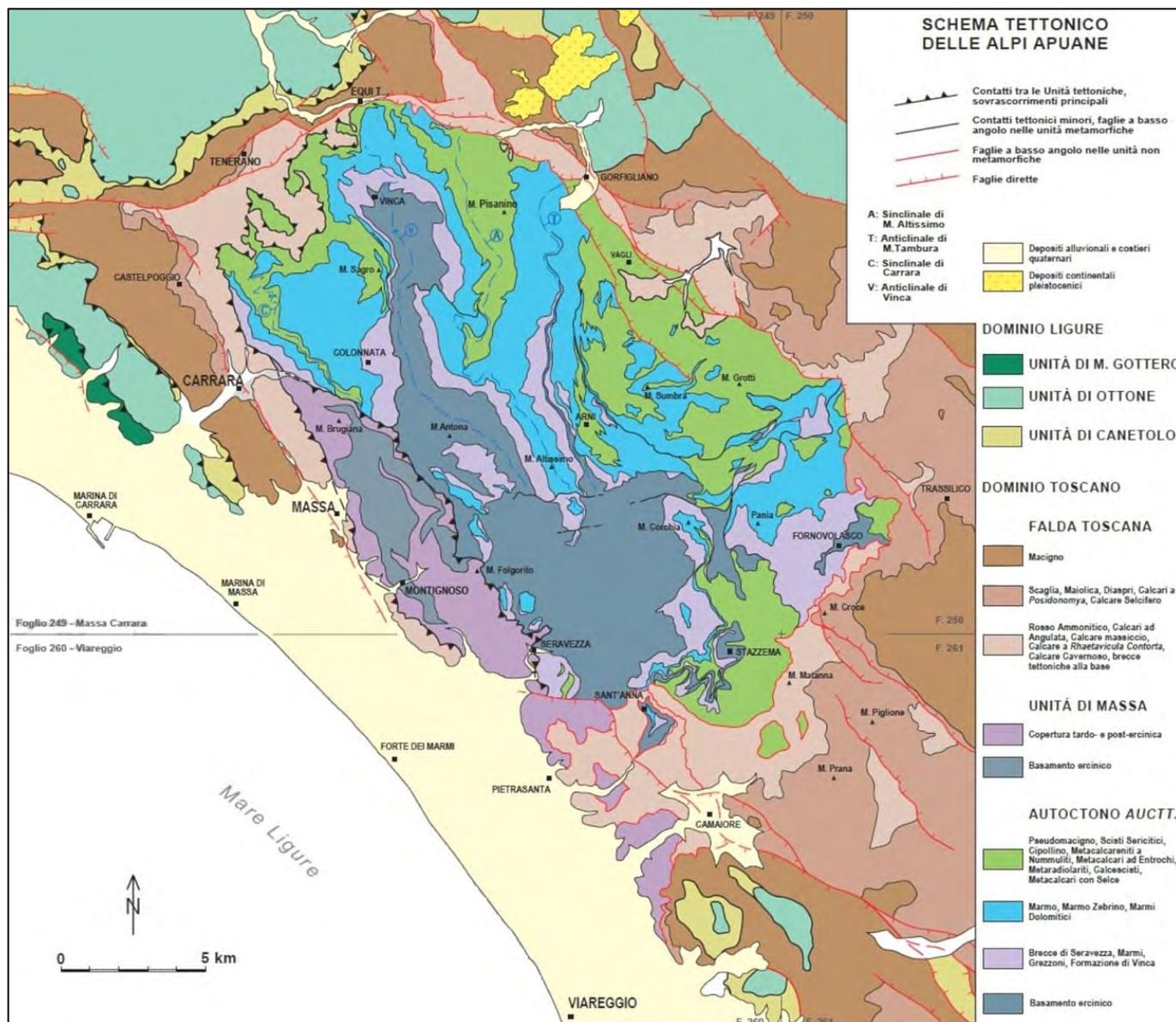


Figura 5 SCHEMA TETTONICO-STRUTTURALE

Quest'ultima è essenzialmente costituita da un nucleo di formazioni metamorfiche sovrascorse su una serie autoctona più antica, paleozoica. Il sollevamento, con movimenti da Ovest verso Est, è iniziato nel tardo Oligocene ed è continuato fino al Miocene superiore.

In particolare il quadro di deformazione riconoscibile nel massiccio apuano è legato all'evoluzione tectogenetica del margine continentale "italo-adriatico". Dopo la fase di compressione e sollevamento, responsabile dell'impilamento e dei sovrascorrimenti delle varie unità tettoniche, terminata come detto nel Miocene superiore (circa 14-12 m.a.), è seguita una fase distensiva, tuttora in atto, che ha portato al collassamento della catena e l'impostazione di grandi famiglie di faglie dirette con formazione dei graben del Serchio, Magra-Vara e più in generale di quello costiero entro cui si è poi formato il bacino versiliese,

e che delimitano l'horst metamorfico apuano.

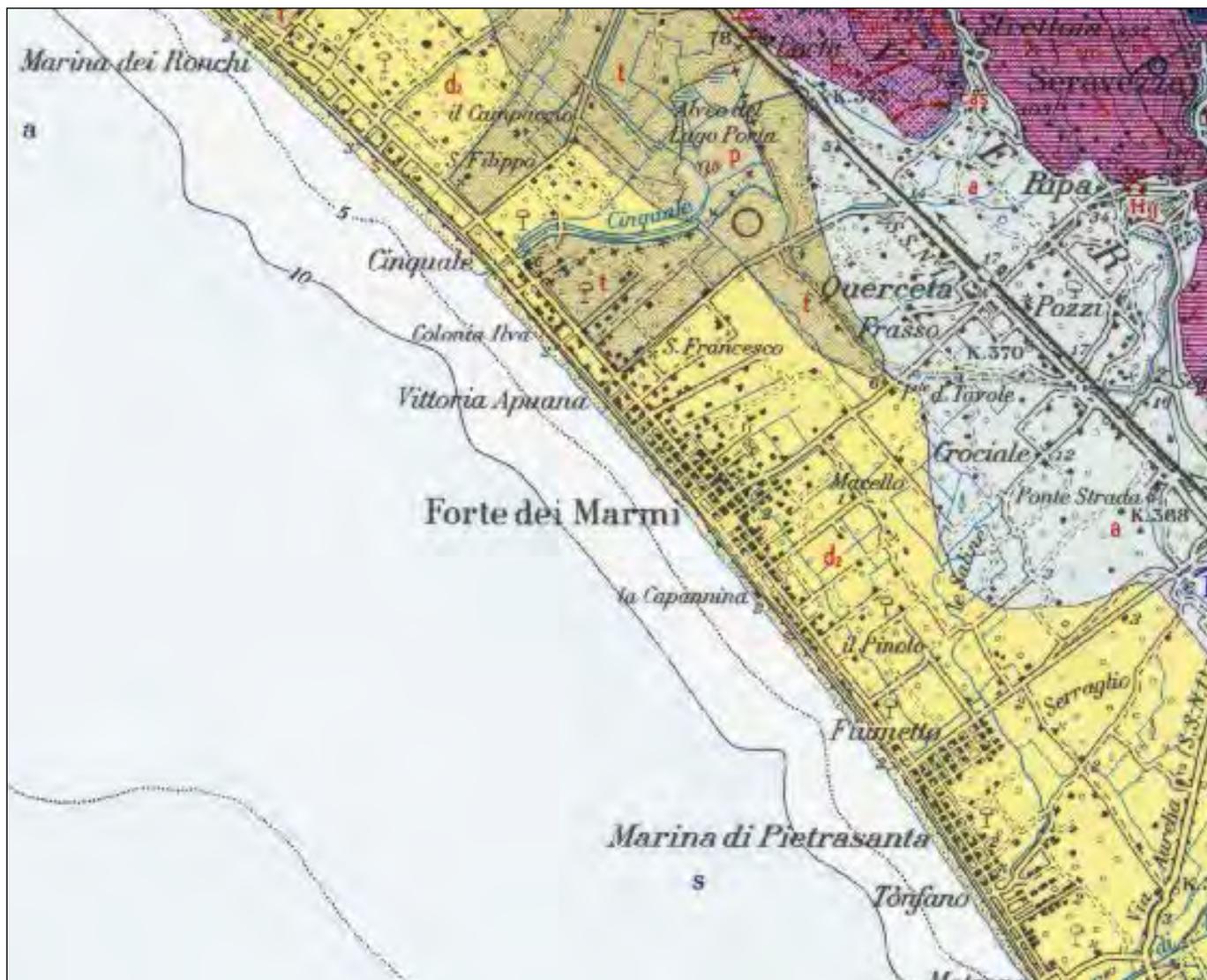


Figura 6 FOGLIO 104 PISA DELLA CARTA GEOLOGICA D'ITALIA - SCALA 1:100.000

7 - MODELLAZIONE GEOLOGICA

La modellazione geologica ha l'intento di valutare, alla scala dell'intervento, tutti i fattori geologici, geomorfologici ed idrogeologici necessari per consentire al progettista di inserire al meglio l'opera nell'ambiente naturale.

7.1 - Quadro strutturale e geomorfologico

La Piana Versiliese è un bacino neotettonico di natura estensionale in cui faglie dirette a direzione appenninica, attive a partire dal Miocene Superiore, hanno creato strutture tettoniche ad *horst* e *graben* riempite successivamente da alternanze di depositi marini e continentali.

Essa si estende parallelamente alla costa tirrenica con una direzione NNO - SSE ed è delimitata verso Est dalle Alpi Apuane. Presenta un'estensione trasversale che va dai circa 8 km in corrispondenza del Lago di Massaciuccoli a circa 4 km all'altezza di Marina di Massa e prograda verso mare con una

pendenza media di circa lo 0.15 %.

L'attuale assetto geologico e morfologico è il risultato, durante il Quaternario, oscillazioni climatiche che hanno determinato fasi trasgressive marine con sommersione della pianura e fasi di regressione con denudamento delle terre. L'inizio di questi episodi è situato a circa 80.000 anni fa con la cosiddetta Trasgressione Tirreniana del Pleistocene superiore. In seguito all'ultima fase di ritiro marino, si è avuta la formazione di un cordone di dune costiere, che ha favorito lo sviluppo, nell'area depressa alle spalle dei cordoni litoranei, di una zona lacustre di cui l'attuale Lago di Massaciuccoli, il Lago di Porta ed il "Padule" circostante sono l'ultimo residuo.

Tra gli agenti morfogenetici, responsabili dell'attuale assetto del territorio nell'area d'interesse, oltre a quelli che hanno permesso la formazione della piana costiera e della zona lacustre, un ruolo importante ha assunto l'azione antropica. Questa si è manifestata essenzialmente, in un primo momento, con la bonifica delle aree umide che caratterizzavano questa fascia della pianura versiliese, e, successivamente, con opere di sistemazione agricola e di urbanizzazione del territorio. Conseguenza diretta di tali interventi, sono il prosciugamento delle aree umide attraverso la rete drenante di bonifica, e la colmata naturale e artificiale (apporto di materiale da apposite cave di prestito) delle zone maggiormente depresse.

7.2 – Geologia e stratigrafia generale

Dal punto di vista geologico - stratigrafico l'area di pianura compresa nel territorio comunale è caratterizzata da depositi sedimentari eterogenei nella genesi e nella granulometria: difatti, si rilevano sia terreni di origine marina ed eolica, prevalentemente sabbiosi, sia depositi di origine continentale, eterogenei, spesso grossolani, che depositi fini di colmata, localmente torbosi.

La disposizione generale di tali terreni può essere schematizzata nel modo seguente:

- fascia compresa tra la linea di costa e la strada litoranea Viareggio - Forte dei Marmi, costituita essenzialmente da sabbie marine recenti, scarsamente addensate, a granulometria medio - fine.
- fascia compresa tra la strada costiera e l'Autostrada Livorno - Sestri Levante, costituita da depositi sabbiosi marini, con soprastanti sabbie eoliche rappresentanti i resti di un'antica duna costiera; si presentano variamente addensati e molto spesso sono alternati a terreni continentali argillo - limosi con livelli di conglomerati argillosi.
- fascia compresa tra l'Autostrada Livorno - Sestri Levante e l'area pedecollinare, con affioramento di depositi limo - sabbiosi od argillosi, talvolta con torbe ed argille intercalate, che rappresentano la fase di colmata di un'antica zona palustre. Si riscontrano a tetto delle sabbie marine e/o eoliche ad Ovest, mentre poggiano direttamente sui terreni alluvionali continentali verso Est.
- fascia pedecollinare, costituita da depositi alluvionali di origine continentale sottostanti o laterali alle sabbie marine e/o eoliche. Sono essenzialmente formati da alternanze di argille, limi, limi sabbiosi, sabbie e ghiaie, con limitate intercalazioni di argille organiche. Nella zona di Capezzano Pianore sono anche presenti argille e limi di scarsa consistenza, molto importanti ai fini di una corretta progettazione geotecnica.
- zona valliva più interna, con depositi alluvionali notevolmente eterogenei e frequenti alternanze di livelli molli, a prevalenza argillo - limosa, e di livelli piuttosto consistenti, costituiti da ghiaie e sabbie, rilevabili a profondità modeste.

Nello stralcio della carta d'inquadramento geologico relativa alla zona d'indagine, estratto dalla nuova Carta Geologica della Toscana (Progetto CARG), lavoro realizzato dal DST - Università di Siena (Figura 7), sono cartografate con le rispettive simbologie i terreni affioranti, con i relativi limiti di ricoprimiento tra unità tettoniche diverse ed i principali elementi morfologici:

- Depositi fluviali di origine continentale (bn), alternanza di limi, argille e sabbie con ciottoli e ghiaie.
- Sabbie marine e/o eoliche (d1).
- Depositi di colmata (e), sono rappresentati da depositi molto recenti, spesso sottoconsolidati, caratterizzati da granulometria fine (limi, limi argillosi e sabbie fini limose), contenenti frequenti livelli di argille organiche, plastiche o addirittura livelli torbosi.

Per quanto riguarda la zona d'indagine, il rilevamento di dettaglio effettuato durante il sopralluogo ha evidenziato che nella zona di intervento si ha la presenza di sedimenti ascrivibili ai "Depositi eolici recenti" (da).

L'area di studio si trova ad una quota di circa 1.5 m s.l.m., a circa 270 m di distanza dalla linea di riva. La zona nel complesso è pianeggiante, caratterizzata da dislivelli decimetrici tra punto e punto, ed appare intensamente antropizzata. I depositi affioranti sono di tipo eolico recente (da), come mostrato in Figura 10. Si tratta di depositi eolici litorali (dune post-romane) di sabbie e sabbie limose da sciolte a ben addensate con intercalazioni di limi argillosi.

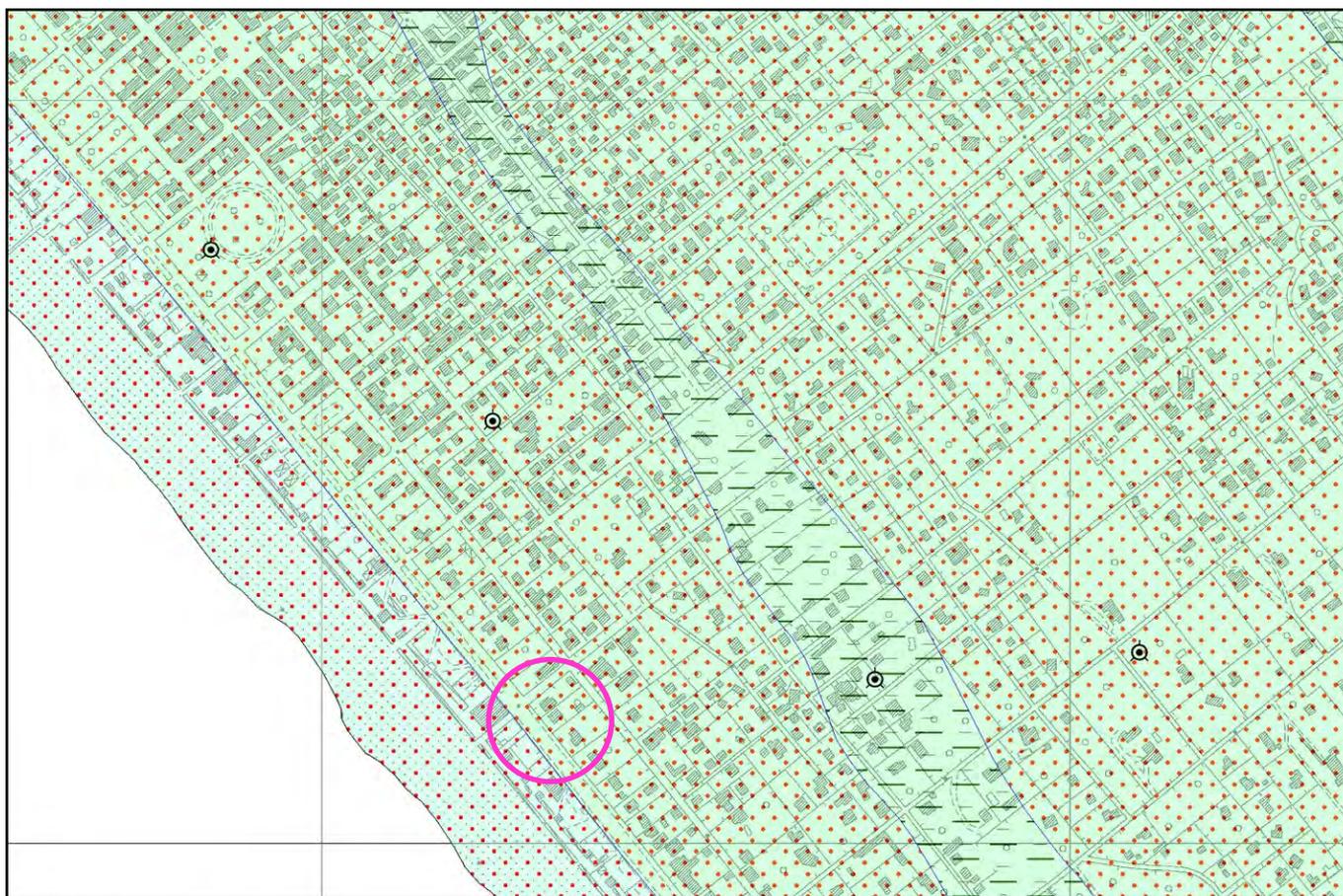
L'elemento idrografico più importante dell'area è il Fosso Fiumetto che tuttavia si trova ad oltre 400 m di distanza a NE rispetto all'area in esame. I sopralluoghi eseguiti nell'area d'indagine non hanno riscontrato la presenza di processi geomorfologici attivi, né altri elementi che possano pregiudicare l'intervento in progetto.

7.2.1 - Quadro Stratigrafico

La stratigrafia dell'area è stata influenzata dal succedersi delle fasi climatiche e deposizionali, precedentemente sintetizzate, che hanno caratterizzato la recente storia geologica dell'area.

I numerosi studi eseguiti nel tempo sulla pianura e le stratigrafie dei sondaggi geognostici e/o pozzi, reperibili in bibliografia, confermano tale evoluzione sedimentaria e mostrano come i depositi quaternari si estendono ben oltre i 200 metri di profondità. Sondaggi eseguiti nell'area hanno evidenziato una netta prevalenza di depositi sabbiosi fino oltre i 50-60 metri di profondità.

Le sabbie più superficiali sono in parte di origine eolica (con sabbie grossolane a granuli arrotondati e con inclusioni di residui vegetali) e in parte di origine marina (con sabbie a grana fine, limose e con abbondante malacofauna fossile); l'orizzonte è nel complesso costituito da sabbie silicee (tenore $\text{SiO}_2 > 90\%$) e rappresenta i depositi della seconda oscillazione temperata, tra il Wurm II e il Wurm III. Le prime intercalazioni ghiaiose di spessore significativo, rilevabili intorno ai 50 metri di profondità e di origine continentale di conoide, rappresentano la prima acme dell'ultima glaciazione (Wurm I); le sabbie immediatamente superiori, di origine marina, corrispondono invece alla prima oscillazione climatica temperata tra i due periodi freddi Wurm I e Wurm II.



DEPOSITI OLOCENICI

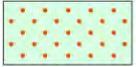
	da	Depositi eolici recenti Sabbie di dune costiere
	e2a	Depositi lacustri e torbosi Depositi sabbiosi-limosi, torbe e limi torbosi.
	e3a	Depositi palustri
	g2a	Depositi di spiaggia attuale Sabbie e ghiaie litorali

Figura 7 ESTRATTO CARTA GEOLOGICA PROGETTO CARG IN SCALA 1:10000

7.3 – Geologia e stratigrafia locale

Allo scopo di determinare le caratteristiche litologiche e stratigrafiche dei terreni presenti, sono state condotte indagini geognostiche e geofisiche per la cui ubicazione si rimanda alla planimetria di dettaglio (Figura 8) che sono state poi oggetto di interpretazione ai fini di definire il contesto stratigrafico locale dell’area in Variante.

7.3.1 Indagini per la caratterizzazione del sito

Le indagini eseguite presso il lotto di interesse sono le seguenti:

- esecuzione di indagini in sito di tipo geofisico in foro (DownHole)

- esecuzione di indagini penetrometriche in sito di tipo CPT/DPSH
- sondaggio a carotaggio continuo
- analisi di laboratorio su campione indisturbato

I diagrammi delle prove eseguite sono riportati in Annesso 1 alla presente relazione.

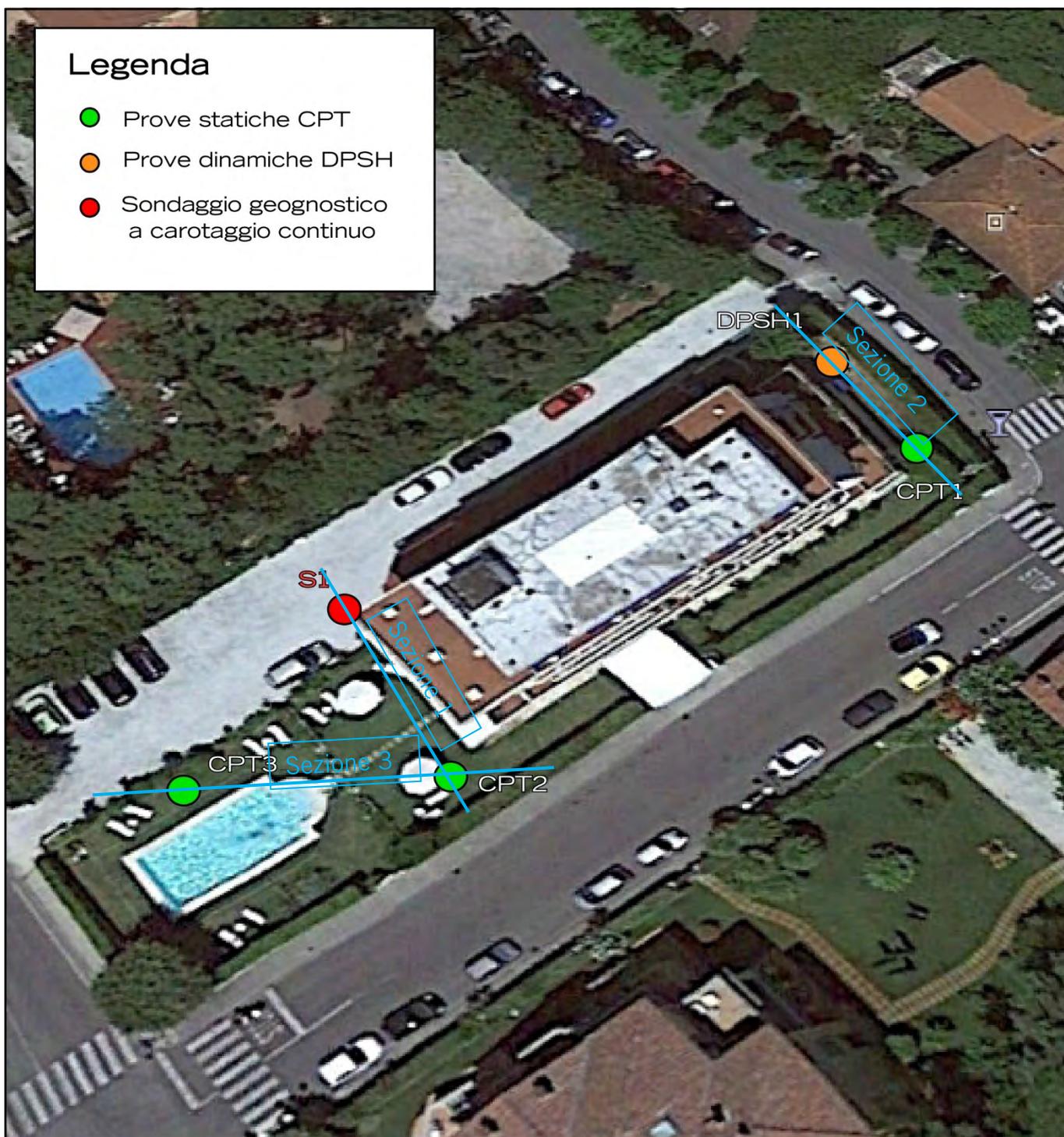


Figura 8 UBICAZIONE INDAGINI

7.3.2 – Modello geologico di riferimento (MGR)

Dal punto di vista stratigrafico, il quadro messo in luce dalle indagini geognostiche è caratterizzato dalla presenza di alternanze di sabbie, sabbie limose e limi sabbiosi con variazioni verticali ed orizzontali sia per quanto riguarda la granulometria che per quanto riguarda lo stato di addensamento, passanti intorno ai 28.5 m dal piano campagna ad argille e argille limose con livelli di ciottoli e ghiaie.

La diversa distribuzione dell'addensamento è un carattere tipico dei depositi sabbiosi, che tuttavia risultano francamente granulari senza incontrare alcun livello cementato.

In dettaglio l'andamento stratigrafico riscontrato è il seguente (Figure 9, 10 e 11):

- da 0.00 m a 1.60 m - Terreno di riporto passante a terreno limo -sabbioso nocciola poco addensato
- da 1.60 m a 2.00 m - Sabbie fini limose nocciola chiaro poco addensate
- da 2.00 m a 3.00 m - Sabbie medie fini con limo grigio-nocciola poco o mediamente addensate
- da 3.00 m a 4.00 m - Sabbie fini o medio- fini mediamente o poco addensate con resti di conchiglie, grigio scure e lamine limose con tracce organiche
- da 4.00 m a 8.60 m - Sabbie medio-grosse, micacee con resti di conchiglie, grigio scure poco o mediamente addensate
- da 8.60 m a 10.0 m - Sabbie fini limose grigio-nocciola mediamente addensate
- da 10.0 m a 12.0 m - Sabbie fini limo-argillose grigio-nocciola consistenti
- da 12.0 m a 15.7 m - Sabbie medie deb limose grigio-nocciola, con tracce organiche passanti a sabbie medio-grosse, micacee con resti di conchiglie, grigio scure addensate e mediamente consistenti
- da 15.7 m a 17.9 m - Limo-sabbioso e sabbia limosa fine, grigia mediamente consistente
- da 17.9 m a 18.0 m - Limo-sabbioso argilloso, grigio
- da 18.0 m a 20.0 m - Sabbie fini limose grigio-nocciola mediamente addensate
- da 20.0 m a 21.5 m - Sabbie medie grigio scure mediamente addensate
- da 21.5 m a 23.3 m - Limo sabbioso nocciola consistente
- da 23.3 m a 28.6 m - Sabbie fini limose grigio scure a medio grado di addensamento
- da 28.6 m a 28.9 m - Argilla limosa nocciola -ocra con resti organici molto consistente
- da 28.9 m a 29.5 m - Ghiaia e ghiaietto con clasti eterogenei ed eterometrici ϕ max 4 cm
- da 29.5 m a 30.0 m - Argilla limosa nocciola con resti organici consistente
- da 30.0 m a 32.0 m - Alternanza di livelli a dominante ghiaiosa in matrice sabbioso-limosa e livelli ghiaiosi in matrice limo-argillosa, color nocciola. Clasti eterogenei ed eterometrici ϕ max 5 cm
- da 32.0 m a 33.1 m - Ghiaia e ghiaietto in matrice sabbioso-limosa grigia. Clasti eterogenei ed eterometrici ϕ max 6 cm
- da 33.1 m a 34.7 m - Ghiaia e ghiaietto in matrice sabbiosa debolmente limosa grigio-nocciola. Clasti eterogenei ed eterometrici ϕ max 8-10 cm
- da 34.7 m a 35.0 m - Ghiaietto in matrice argillosa nocciola-ocra consistente

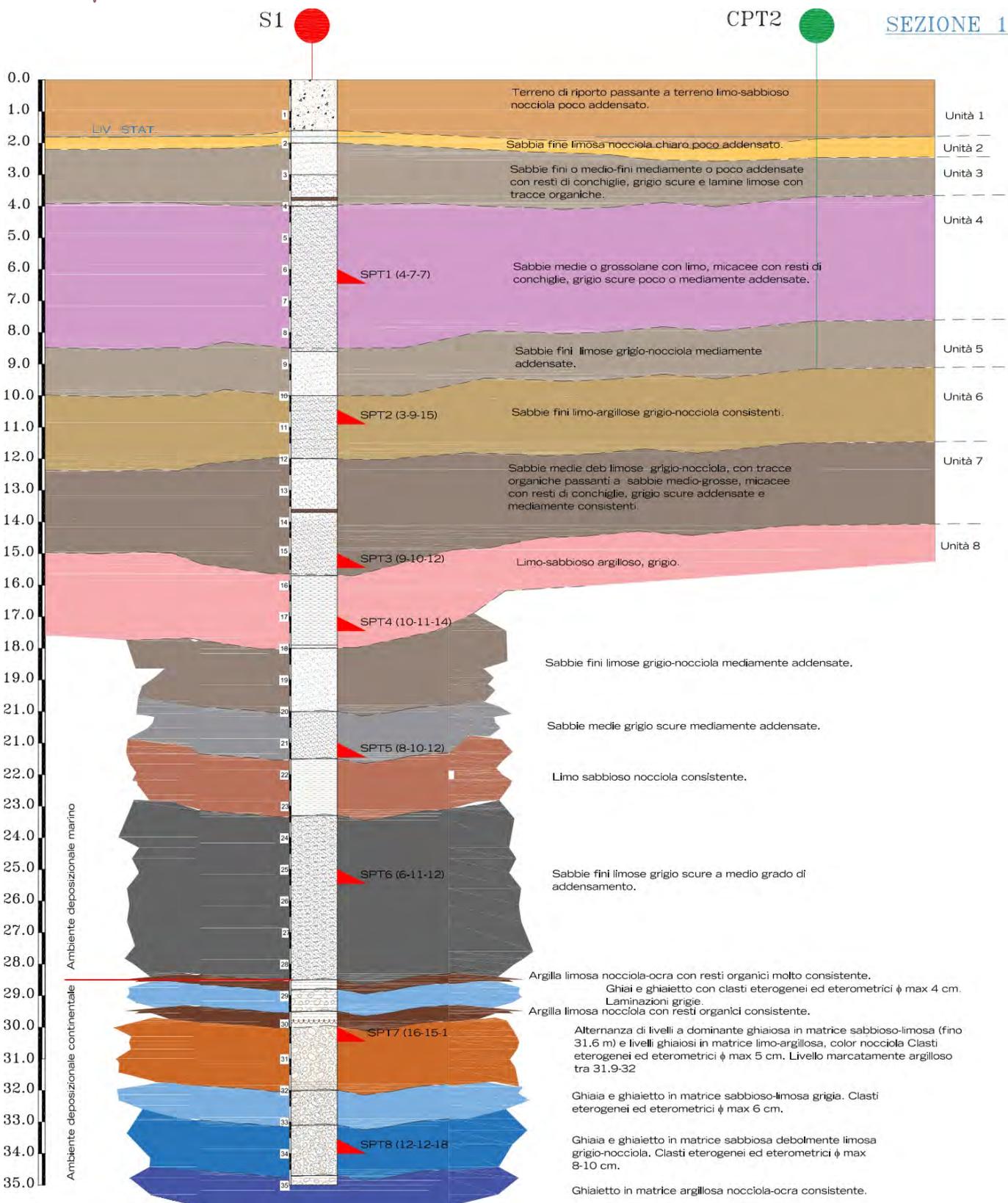


Figura 9 SEZIONE GEOLOGICO-TECNICA INTERPRETATIVA 1

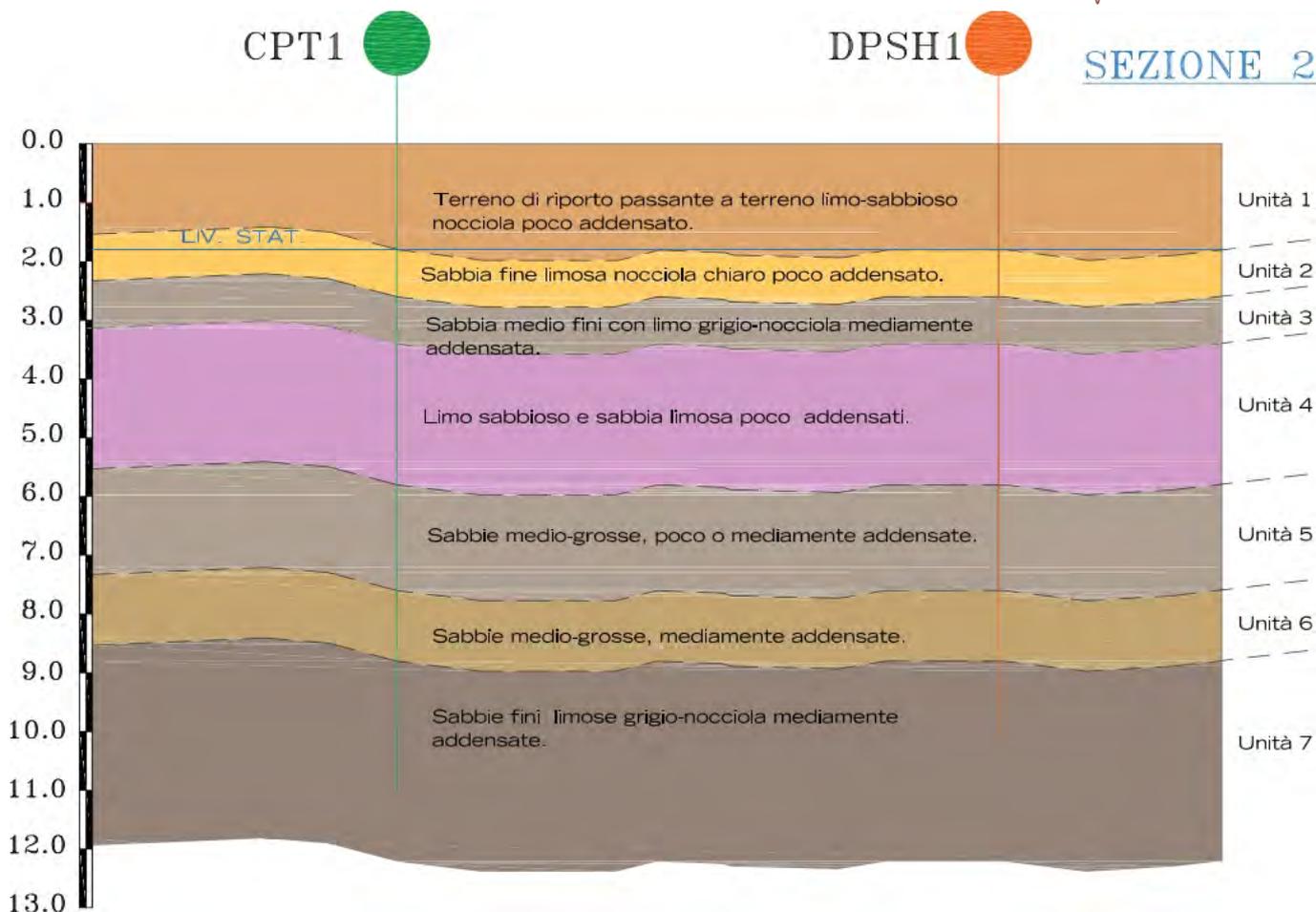


Figura 10 SEZIONE GEOLOGICO-TECNICA INTERPRETATIVA 2

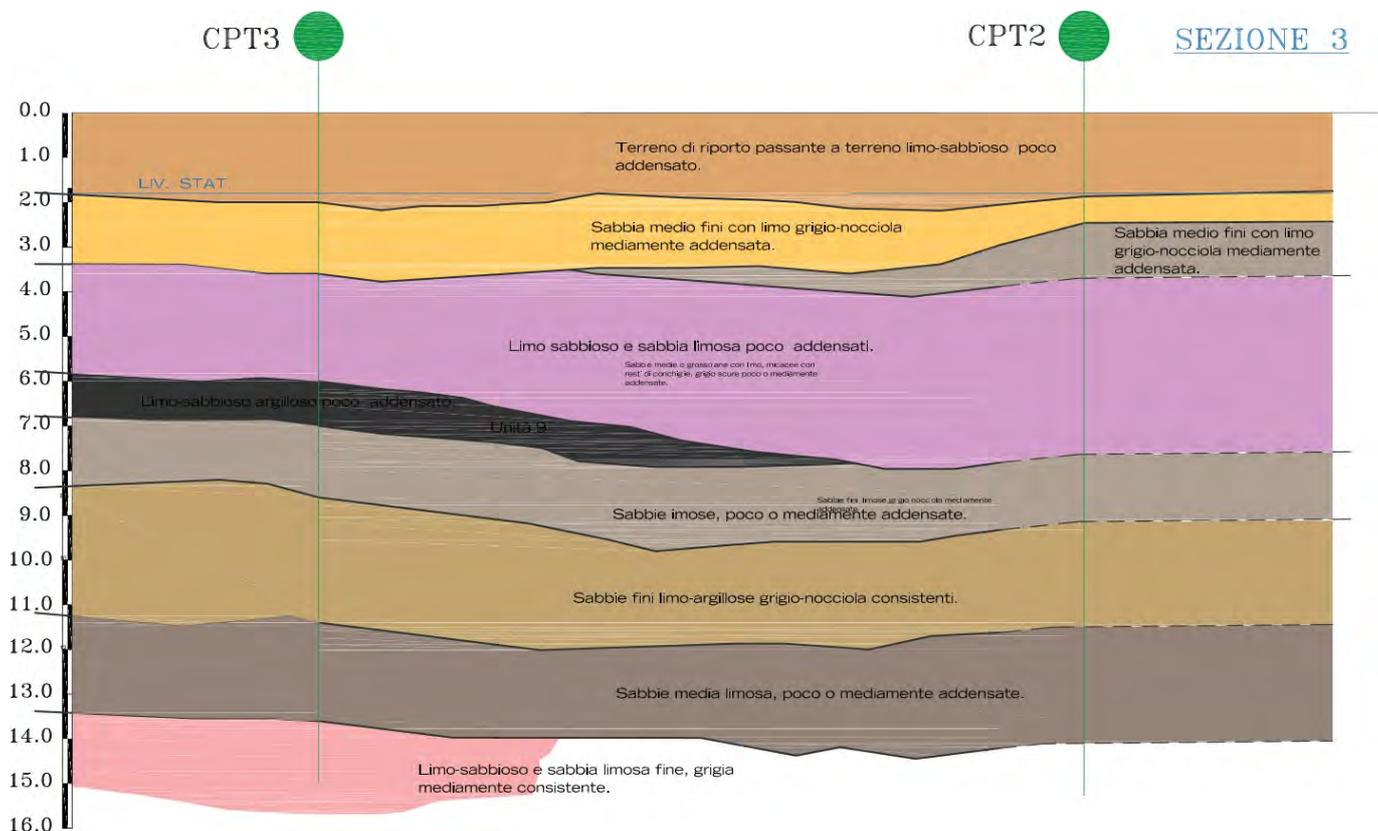
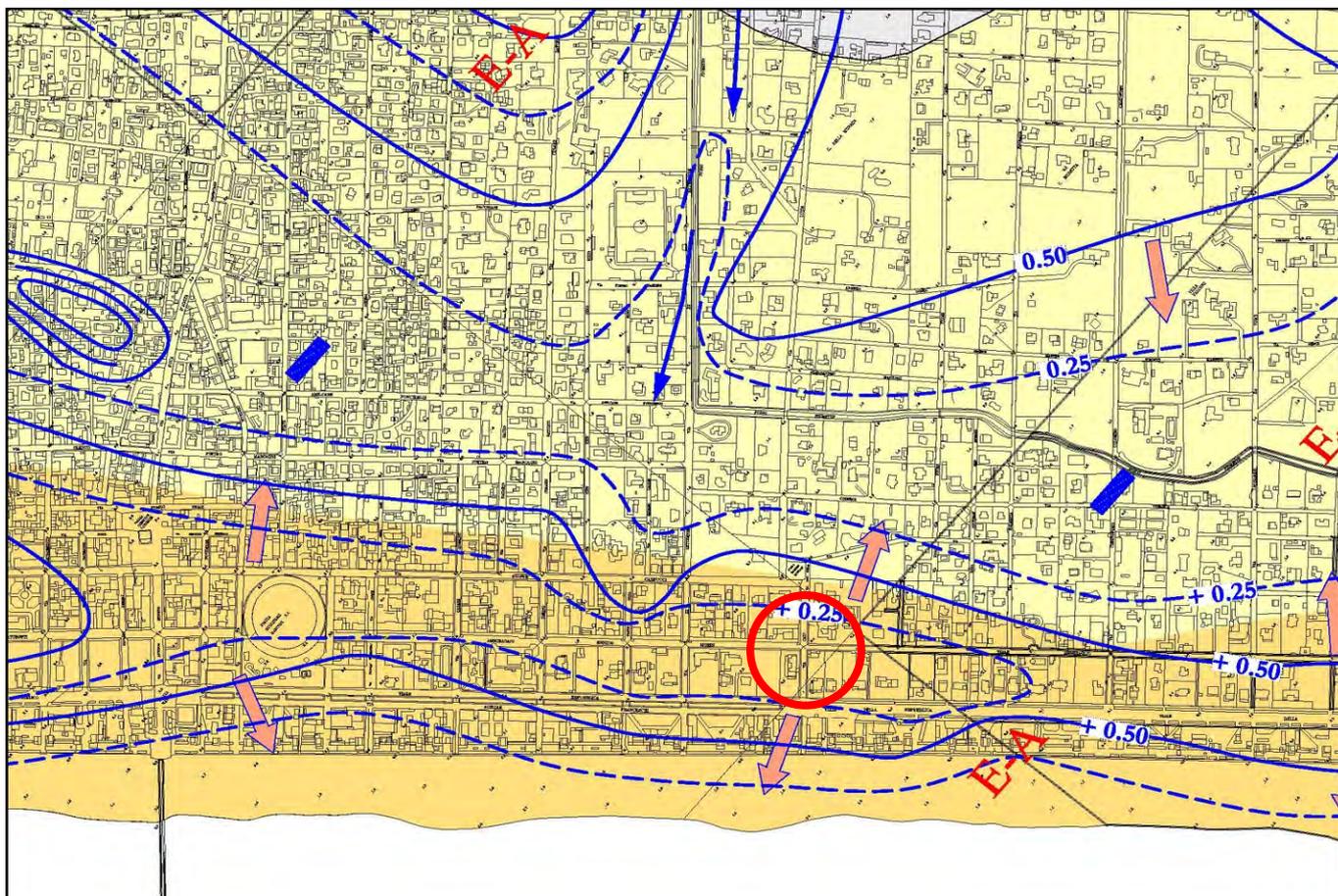


Figura 11 SEZIONE GEOLOGICO-TECNICA INTERPRETATIVA 3

7.4 - Idrografia ed idrogeologia

L'area in cui si trova il sito di intervento è caratterizzata dalla presenza in affioramento di depositi con permeabilità primaria per porosità da media ad elevata (sabbie, sabbie limose, ghiaie e/o ghiaie sabbiose) così come riportato dalla Carta Idrogeologica del Piano complesso degli interventi del Comune di Forte dei Marmi.



LEGENDA:

Classi di permeabilità

-  Terreni a permeabilità primaria per porosità bassa (limi argillosi, limi sabbiosi e argille sabbioso-limose)
-  Terreni a permeabilità primaria per porosità da media a elevata (sabbie, sabbie limose, ghiaie e/o ghiaie sabbiose)
-  Zona della falda freatica di duna

-  Zone di massimo piezometrico
-  Zone di minimo piezometrico
-  Direzioni del flusso sotterraneo
-  Linee isopieze. Quote riferite al l.m.m.
-  Asse di drenaggio sotterraneo

Figura 12 ESTRATTO DI CARTA IDROGEOLOGICA e DELLA VULNERABILITA' DEGLI ACQUIFERI da VARIANTE RU di FORTE DEI MARMII

I depositi sabbiosi presenti entro i primi 25-30 metri dal piano di campagna, sono dotati di una permeabilità primaria medio-alta, variabile in genere dai 10⁻³ ai 10⁻⁵ m/sec. Quest'orizzonte è sede di un acquifero freatico dolce, conosciuto come "falda dunale", che rappresenta un elemento di rilevante importanza nel precario equilibrio idrogeologico della fascia costiera, opponendosi e regolando con il suo carico idraulico l'intrusione del sottostante "cuneo salino marino"; l'alimentazione è essenzialmente costituita dall'infiltrazione delle acque meteoriche.

Per la ricostruzione del quadro freaticometrico di questa porzione della pianura, si è fatto riferimento alle carte (Figura 12) presentate nello Studio Geologico Geo-System di supporto al Regolamento Urbanistico del Comune di Forte dei Marmi dalla cui visione si evince una geometria della superficie freaticometrica caratterizzata da un asse di drenaggio allungato parallelamente alla costa e coincidente con il cordone dunale, e con linee di flusso dirette verso la zona retrodunale; il livello freatico è posto alla quota di circa +0.2 m s.l.m..

I dati bibliografici del sito in effetti riportano il livello della falda oscillante intorno ai 1.5 metri dal p.c. con oscillazioni stagionali dell'ordine massimo di 0.9-1.0 m.

Nel novembre 2020 a seguito delle indagini geologiche effettuate nell'area di studio, dalle prove penetrometriche è stata rilevata la presenza del livello di falda alla profondità di mt. 1.8 dal p.c. locale, risalita fino a 1.25 durante misurazioni successive (Dicembre 2020).

Per quanto concerne le problematiche costiere connesse con l'intrusione salina si rileva che la funzione riequilibrante del sistema può essere minacciata dai diffusi e non controllati emungimenti da parte di pozzi privati e non, e anche dalla riduzione delle fasce permeabili dovuta alla progressiva cementificazione e distruzione della fascia dunale. La diminuzione del carico d'acqua dolce sta, infatti, lentamente favorendo la progressiva intrusione del "cuneo salino" e la salinizzazione delle falde dolci superficiali anche in zone dell'entroterra.

A questo riguardo è stato fatto riferimento al quadro già delineato nel POC facente riferimento alle Carte della Conducibilità e dei Cloruri del 2001-2003 di supporto al PS del 2009, sintetizzate in elaborato di sintesi denominato Carta della Vulnerabilità dell'acquifero a fenomeni di intrusione salina - Tav. QG7 riportata in Figura 13.

Fa tale cartografia si evince che il lotto in variante è individuato all'interno della zona omogenea A1 "Facciata della Città Balneare" ed posto all'interno di una fascia costiera ritenuta vulnerabile sotto il profilo dell'intrusione salina secondo quanto disposto dall'Art. 11 delle NTG del PO. Più in particolare il lotto è incluso in una zona per la quale sono indicati valori di Conducibilità in parte tra 1100-1200 μ S/cm ed in parte superiori a 1200 μ S/cm. Non sono indicati dalla cartografia valori di concentrazione di Cloruri > 250 mg/l.

7.5 – Vulnerabilità degli acquiferi

La carta di vulnerabilità degli acquiferi di supporto al Piano Strutturale (Figura 12), suddivide il territorio pianeggiante del Comune di Forte dei Marmi in aree a vulnerabilità molto elevata, elevata e media secondo la suddivisione riportata in Figura 14.

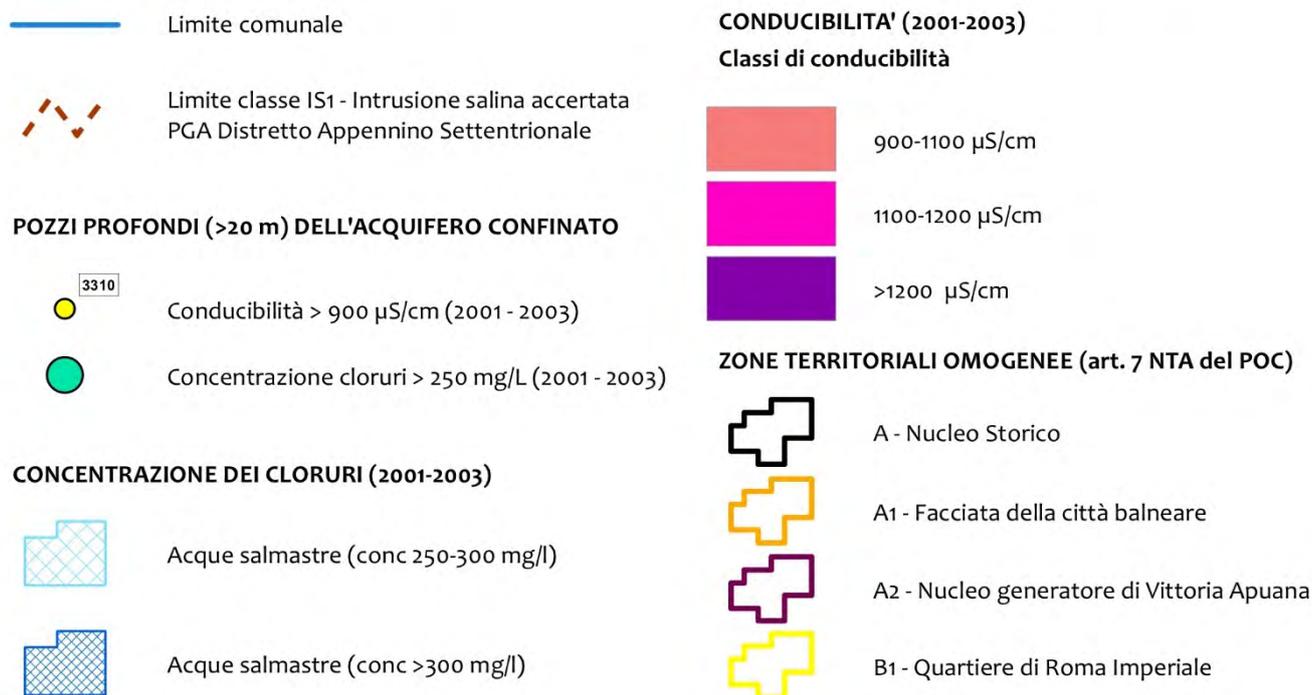
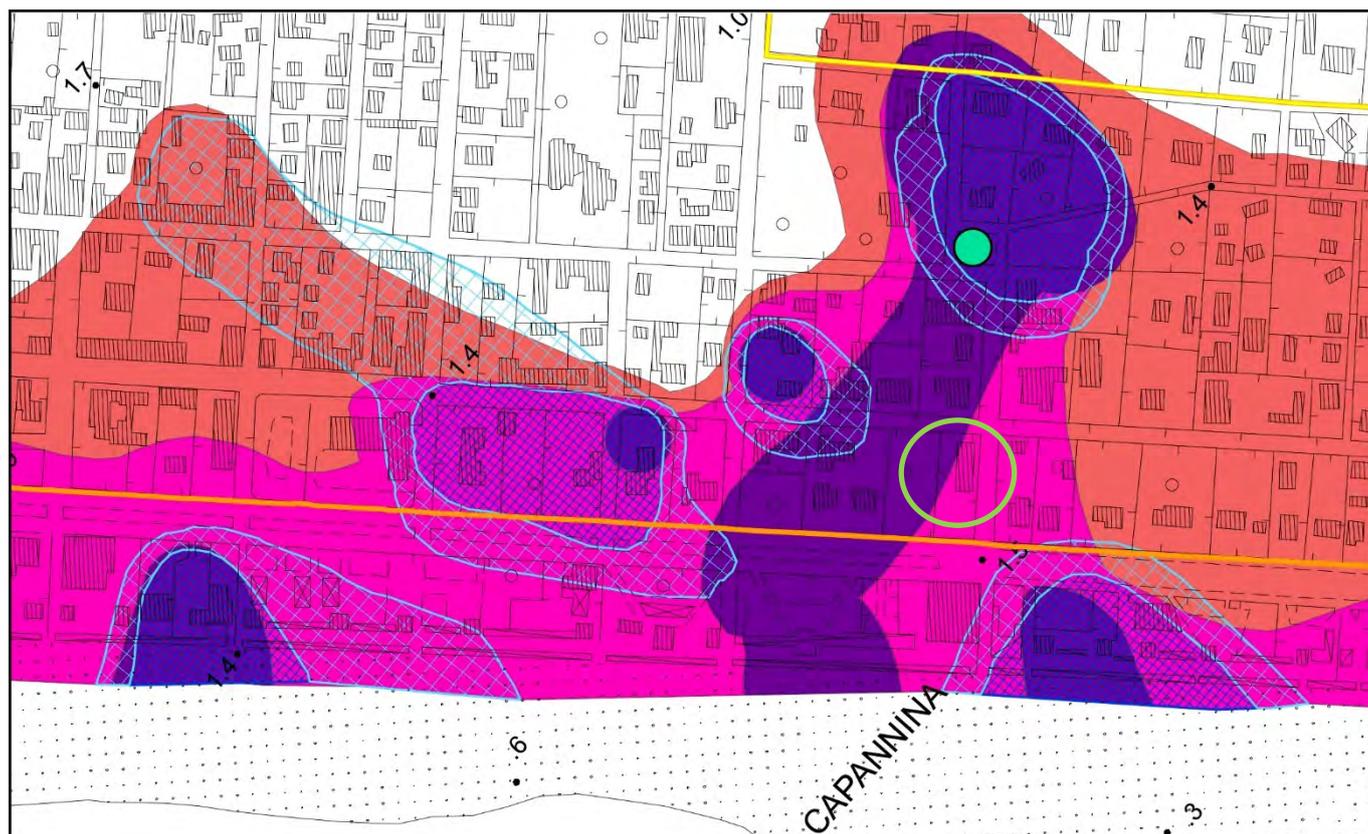


Figura 13 CARTA DELLA VULNERABILITÀ DELL'ACQUIFERO A FENOMENI DI INTRUSIONE SALINA

In tale contesto l'area di variante risulta classificata come segue

- Vulnerabilità Elevata "E-A"

Classi di vulnerabilità degli acquiferi

- E-E** **VULNERABILITA' MOLTO ELEVATA E-E**
Formazioni omogenee: successione di ghiaie, ghiaie sabbiose e ciottoli di conoide, con intercalazioni argillose e/o limose (G).
Caratteristiche acquifero: acquifero indifferenziato ad elevata permeabilità, con nessuna o scarsissima protezione geologica.

- E-A** **VULNERABILITA' ELEVATA E-A**
Formazioni: sabbie di spiaggia attuale e/o sabbie eoliche (Sa - Se).
Caratteristiche acquifero: acquifero freatico con permeabilità da media ad elevata senza protezione geologica.

- M** **VULNERABILITA' MEDIA M**
Formazioni omogenee: limi da sabbiosi ad argillosi, talora con torbe (L).
Caratteristiche acquifero: acquifero semiconfinato (sottostanti depositi sabbiosi) con scarsa protezione geologica.

Figura 14 LEGENDA DESCRITTIVA DELLE CLASSI DI VULNERABILITÀ IDROGEOLOGICA DELL'ACQUIFERO

Le norme di RU individuano, per le classi di vulnerabilità di interesse, le seguenti limitazioni e prescrizioni:

VULNERABILITÀ	LIMITAZIONI E PRESCRIZIONI
<p>MOLTO ELEVATA "E-E" ELEVATA "E-A"</p>	<p>Fortissime limitazioni. Non ammissibili, di norma, le trasformazioni comportanti impianti e/o attività potenzialmente molto inquinanti e depositi a cielo aperto ed altri stoccaggi di materiali inquinanti idroveicolabili.</p> <p>Limitazioni e prescrizioni da osservare per collettori fognari, strade di grande o media comunicazione, colture utilizzando pesticidi, diserbanti e fertilizzanti.</p> <p>Non è ammissibile la realizzazione di discariche anche temporanee, se non per i materiali di risulta dell'attività edilizia completamente inertizzati.</p> <p>Nell'esecuzione delle opere destinate a contenere o a convogliare sostanze, liquide o solide o gassose, potenzialmente inquinanti, quali cisterne, reti fognarie, oleodotti, gasdotti, e simili, devono essere poste in essere particolari cautele atte a garantire la tenuta idraulica, quali l'approntamento di bacini di contenimento a tenuta stagna, di sistemi di evacuazione d'emergenza, di materiali o pannelli assorbenti, e simili.</p> <p>Sono comunque vietati: a) gli scarichi liberi sul suolo e nel sottosuolo di liquidi e di altre sostanze di qualsiasi genere o provenienza.</p>

Per quanto riguarda il PO adottato invece la "Disciplina della Tutela degli Acquiferi" è affrontata al Capo 3, art. 10, secondo cui:

.....omissis.....

3. Nelle aree di vulnerabilità da elevata a molto elevata non sono ammessi nuovi insediamenti produttivi con attività potenzialmente inquinanti. Negli insediamenti produttivi esistenti deve essere

vietata la realizzazione di cisterne o depositi interrati di stoccaggio di liquidi o solidi solubili idroinquinanti ad esclusione dei distributori di carburanti, per i quali devono essere adottate opportune precauzioni costruttive e di monitoraggio ambientale. Per le attività in cui sia prevista la produzione e/o lo stoccaggio in sito di liquami, sono da privilegiare in sede di prescrizione, gli impianti "fuori terra" ispezionabili.

.....omissis.....

5. Nelle aree definite a vulnerabilità da elevata E-A a molto elevata E-E di cui al comma 2 non sono ammesse:

a) le trasformazioni comportanti impianti produttivi e/o attività potenzialmente molto inquinanti e depositi a cielo aperto ed altri stoccaggi di materiali inquinanti idroveicolabili;

b) la realizzazione di discariche anche temporanee, se non per i materiali di risulta dell'attività edilizia completamente inertizzati;

c) gli scarichi liberi sul suolo e nel sottosuolo di liquidi e di altre sostanze di qualsiasi genere o provenienza;

d) impianti di zootecnica di carattere industriale;

e) impianti di itticoltura intensiva;

f) manifatture potenzialmente a forte capacità di inquinamento;

g) centrali termoelettriche;

h) il lagunaggio dei liquami prodotti da allevamenti zootecnici aziendali al di fuori di appositi lagoni di accumulo impermeabilizzati con materiali artificiali.

6. Nelle aree di cui al comma 5, l'esecuzione delle opere destinate a contenere o a convogliare sostanze, liquide o solide o gassose, potenzialmente inquinanti, quali cisterne, reti fognarie, oleodotti, gasdotti, e simili, deve sottostare a particolari cautele atte a garantire la tenuta idraulica, quali l'approntamento di bacini di contenimento a tenuta stagna, di sistemi di evacuazione d'emergenza, di materiali o pannelli assorbenti, e simili. Nelle suddette aree sono da osservare limitazioni e prescrizioni per collettori fognari, strade di grande o media comunicazione, colture utilizzando pesticidi, diserbanti e fertilizzanti.

.....omissis.....

8. In occasione di ogni trasformazione, riguardante immobili dei quali facciano parte, o siano pertinentziali, superfici, coperte e scoperte, adibibili alla produzione o allo stoccaggio di beni finali, di intermedi e di materie prime, ovvero di qualsiasi merce suscettibile di provocare scolo di liquidi inquinanti, devono essere osservate le seguenti disposizioni:

a) tutte le predette superfici devono essere adeguatamente impermeabilizzate, e munite di opere di raccolta dei liquidi di scolo provenienti dalle medesime superfici;

b) le opere di raccolta dei liquidi di scolo devono essere dimensionate in funzione anche delle acque di prima pioggia, per esse intendendosi quelle indicativamente corrispondenti, per ogni evento meteorico, a una precipitazione di 5 millimetri uniformemente distribuita sull'intera superficie scolante servita dalla rete di drenaggio;

c) le acque di prima pioggia, devono essere convogliate nella rete fognaria per le acque nere, con o senza pretrattamento secondo quanto concordato con il soggetto gestore della medesima rete fognaria, oppure smaltite in corpi idrici superficiali previo adeguato trattamento;

d) le acque meteoriche eccedenti quelle di prima pioggia possono essere smaltite in corpi idrici superficiali, ove ammissibile in relazione alle caratteristiche degli stessi, o in fognatura o in impianti consortili appositamente previsti.

9. Le attività produttive, ivi comprese le agricole, per quanto attiene il fabbisogno idrico dovranno prevedere:

a) il riciclo di acque interne, il riuso di acque esterne (da impianti di depurazione civile o da altri impianti produttivi), il riuso consortile o limitrofo di acque interne con sistema di utilizzo a cascata,

secondo i criteri definiti nella normativa tecnica di settore, salvo motivate ragioni tecniche e/o economiche contrarie;

- b) la raccolta e l'impiego delle acque meteoriche;
- c) la promozione di metodi e tecnologie per il risparmio idrico.

10. Le acque di scarico domestiche, in caso di assenza della fognatura pubblica, devono essere depurate attraverso la previsione di:

- a) fosse Imhoff (per le sole acque dei servizi igienici);
- b) impianti sgrassatori (per le acque di rifiuto domestiche).

11. Nelle aree soggette a vulnerabilità per fenomeni di ingressione salina marina di cui all'art. 11 occorre:

- a) incentivare soluzioni alternative di approvvigionamento idrico quali: riciclo di acque interne e/o esterne (da impianti di depurazione);
- b) evitare l'attivazione di utilizzazioni idroesigenti, per esse intendendosi le attività colturali e di produzione di beni esprimenti per il proprio esercizio fabbisogni d'acqua eccedenti quelli omologabili ai consumi domestici, a meno che non sia previsto e garantito il soddisfacimento dei relativi fabbisogni idrici mediante rete acquedottistica attingente all'esterno delle aree vulnerate da fenomeni di insalinamento dell'acquifero superiore.

8 – INQUADRAMENTO DI PERICOLOSITÀ DEGLI STRUMENTI URBANISTICI

Una prima valutazione sulle caratteristiche generali dell'area è ricavabile dalla consultazione degli elaborati relativi agli studi geologici di supporto agli strumenti urbanistici vigenti.

In quella sede vengono infatti definite, a grande scala, le problematiche idrauliche, geomorfologiche, geologiche e sismiche che caratterizzano l'intero territorio comunale; inoltre, è sempre in quella sede che vengono definite le ulteriori verifiche e approfondimenti necessari per la realizzazione degli interventi diretti.

La sintesi di questi studi confluisce in una carta che definisce per ogni area la relativa classe di pericolosità.

Come indicato nelle note esplicative allo strumento urbanistico, la carta della pericolosità rappresenta l'interpretazione delle dinamiche fisiche, morfologiche ed idrogeologiche i cui effetti, presi singolarmente o connessi anche alla realizzazione di interventi artificiali, determinano, favoriscono od accentuano situazioni di dissesto più o meno grave.

Ai sensi del D.P.G.R. n.5/R del 25 ottobre 2011 (allegato A) il territorio viene essere caratterizzato in funzione delle pericolosità geologica, da alluvione e sismica secondo la seguente classificazione:

PERICOLOSITÀ GEOMORFOLOGICA

- **Pericolosità geologica molto elevata (G.4):** aree in cui sono presenti fenomeni franosi attivi e relative aree di evoluzione, ed aree in cui sono presenti intensi fenomeni geomorfologici attivi di tipo erosivo.
- **Pericolosità geologica elevata (G.3):** aree in cui sono presenti fenomeni franosi quiescenti e relative aree di evoluzione; aree con potenziale instabilità connessa a giacitura, ad acclività, a litologia, alla

presenza di acque superficiali e sotterranee e relativi processi di morfodinamica fluviale, nonché a processi di degrado di carattere antropico; aree interessate da fenomeni di soliflusso, fenomeni erosivi; aree caratterizzate da terreni con scadenti caratteristiche geomeccaniche; corpi detritici su versanti con pendenze superiori a 15 gradi.

- **Pericolosità geologica media (G.2):** aree in cui sono presenti fenomeni geomorfologici inattivi; aree con elementi geomorfologici, litologici e giacaturali dalla cui valutazione risulta una bassa propensione al dissesto; corpi detritici su versanti con pendenze inferiori a 15 gradi.
- **Pericolosità geologica bassa (G.1):** aree in cui i processi geomorfologici e le caratteristiche litologiche, giacaturali non costituiscono fattori predisponenti al verificarsi di processi morfoevolutivi.

PERICOLOSITÀ DA ALLUVIONI

- **Aree a pericolosità per alluvioni frequenti (P3),** come definite dall'articolo 2, comma 1, lettera d) della L.R. 41/2018
- **Aree a pericolosità per alluvioni poco frequenti (P2),** come definite dall'articolo 2, comma 1, lettera e) della L.R. 41/2018
- **Aree a pericolosità da alluvioni rare o di estrema intensità (P1),** come classificate negli atti di pianificazione di bacino in attuazione del D.LGS. 49/2010

Di fatto, facendo riferimento alla L.R. 41/2018 e alla Variante di adeguamento al PGRA del Bacino del F. Serchio, le classi di pericolosità sopra elencate corrispondono a quanto segue:

- **aree a pericolosità elevata P3:** comprendono le aree inondabili con tempo di ritorno minore/uguale a 30 anni e le aree che sono soggette a fenomeni di ristagno e di accumulo delle acque dovute alla loro morfologia depressa o a fenomeni di dinamica d'alveo e trasporto solido intenso in occasione di eventi di analoga frequenza.
- **aree a pericolosità media P2:** comprendono le aree inondabili da eventi con tempo di ritorno maggiore di 30 anni e minore/uguale a 200 anni e le aree che sono soggette a fenomeni di dinamica d'alveo e trasporto solido intenso in occasione di eventi di analoga frequenza;
- **aree a pericolosità bassa P1:** comprendono le aree inondabili da eventi con tempo di ritorno superiore a 200 anni e comunque corrispondenti al fondovalle alluvionale.

PERICOLOSITÀ SISMICA LOCALE

- **Pericolosità sismica locale molto elevata (S.4):**
 - aree interessate da deformazioni legate alla presenza di faglie attive e capaci, in grado di creare deformazione in superficie;
 - terreni suscettibili di liquefazione dinamica accertati mediante indagini geognostiche oppure notizie storiche o studi preesistenti;
 - aree interessate da instabilità di versante attive e relativa area di evoluzione, tali da subire un'accentuazione del movimento in occasione di eventi sismici;

- **Pericolosità sismica locale elevata (S.3):**
 - aree con terreni di fondazione particolarmente scadenti che possono dar luogo a cedimenti rilevanti;
 - aree potenzialmente suscettibili di liquefazione dinamica, caratterizzate da terreni per i quali, sulla base delle informazioni disponibili, non è possibile escludere a priori il rischio di liquefazione;
 - zone di contatto tra litotipi con caratteristiche fisico-meccaniche significativamente diverse;
 - zone stabili suscettibili di amplificazioni locali, connesse con un alto contrasto di impedenza sismica atteso entro alcune decine di metri dal piano di campagna;
 - zone stabili suscettibili di amplificazioni locali con fattore di amplificazione $F_a > 1.4$;
 - aree interessate da instabilità di versante quiescente, relative aree di evoluzione, nonché aree potenzialmente franose, di seguito, denominate “APF”, e, come tali, suscettibili di riattivazione del movimento in occasione di eventi sismici;

- **Pericolosità sismica locale media (S.2):**
 - zone stabili suscettibili di amplificazioni locali connessi con contrasti di impedenza sismica attesa oltre alcune decine di metri dal piano campagna e con frequenza fondamentale del terreno indicativamente inferiore a 1hz;
 - zone stabili suscettibili di amplificazioni locali con fattore di amplificazione (F_x) < 1.4;
 - zone stabili suscettibili di amplificazione topografica (pendii con inclinazione superiore a 15 gradi);
 - zone stabili suscettibili di amplificazioni locali, non rientranti tra quelli previsti nelle classi di pericolosità sismica S.3;

- **Pericolosità sismica locale bassa (S.1):**
 - zone stabili caratterizzate dalla presenza di litotipi assimilabili al substrato rigido in affioramento con morfologia pianeggiante o poco inclinata (pendii con inclinazione inferiore a 15 gradi), dove non si ritengono probabili fenomeni di amplificazione o instabilità indotta dalla sollecitazione sismica.

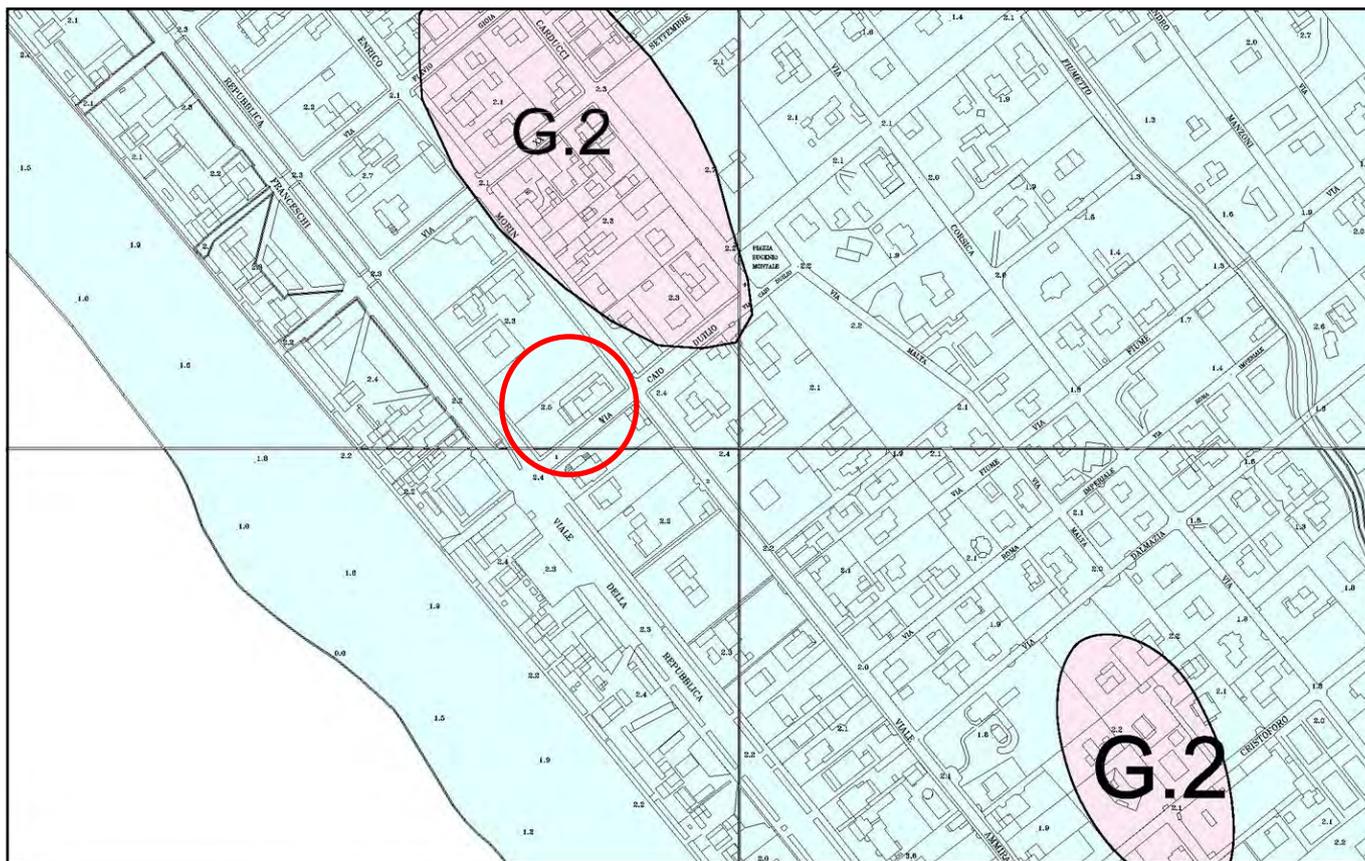
8.1 – Pericolosità dell'area di variante secondo gli strumenti comunali

8.1.1 Quadro di pericolosità determinato dalla Variante al P.S. vigente 2019

Di seguito si riportano in tabella le sintesi delle pericolosità che caratterizza l'area di variante secondo il quadro conoscitivo del PS comunale vigente.

Pericolosità (da PS comunale aggiornamento 2019)

	Pericolosità geomorfologica	Pericolosità sismica	Pericolosità idraulica	Vulnerabilità alla liquefazione	Vulnerabilità Idrogeologica dell'acquifero
Lotto ex Hotel AREION	G1- bassa Figura 15	S3 - elevate Figura 16	I2 - media P1 - Alluvioni rare Figura 19 Figura 20	SI	Elevata

**G.1****Bassa:**

Aree in cui i processi geomorfologici e le caratteristiche litologiche e giaciture non costituiscono fattori predisponenti al verificarsi di movimenti di massa.

Figura 15 CARTA DELLA PERICOLOSITA' GEOMORFOLOGICA (VARIANTE P.S. FORTE DEI MARMI)

Agli elaborati di tipo sismico si aggiungono la Carta delle Microzone Omogenee in Prospettiva Sismica di Livello 1 (Figura 17) e la Carta delle Frequenze fondamentali (Figura 18). Per la cartografia MOPS l'area di Variante ricade in zona Z4 costituita da 25-30 m di sabbie e sabbie limose da sciolte ad addensate, seguiti da 5-10 m da argille ed argille sabbiose e successivamente da ghiaia e sabbia. L'area è segnalata come potenzialmente suscettibile di instabilità per fenomeni di liquefazione.

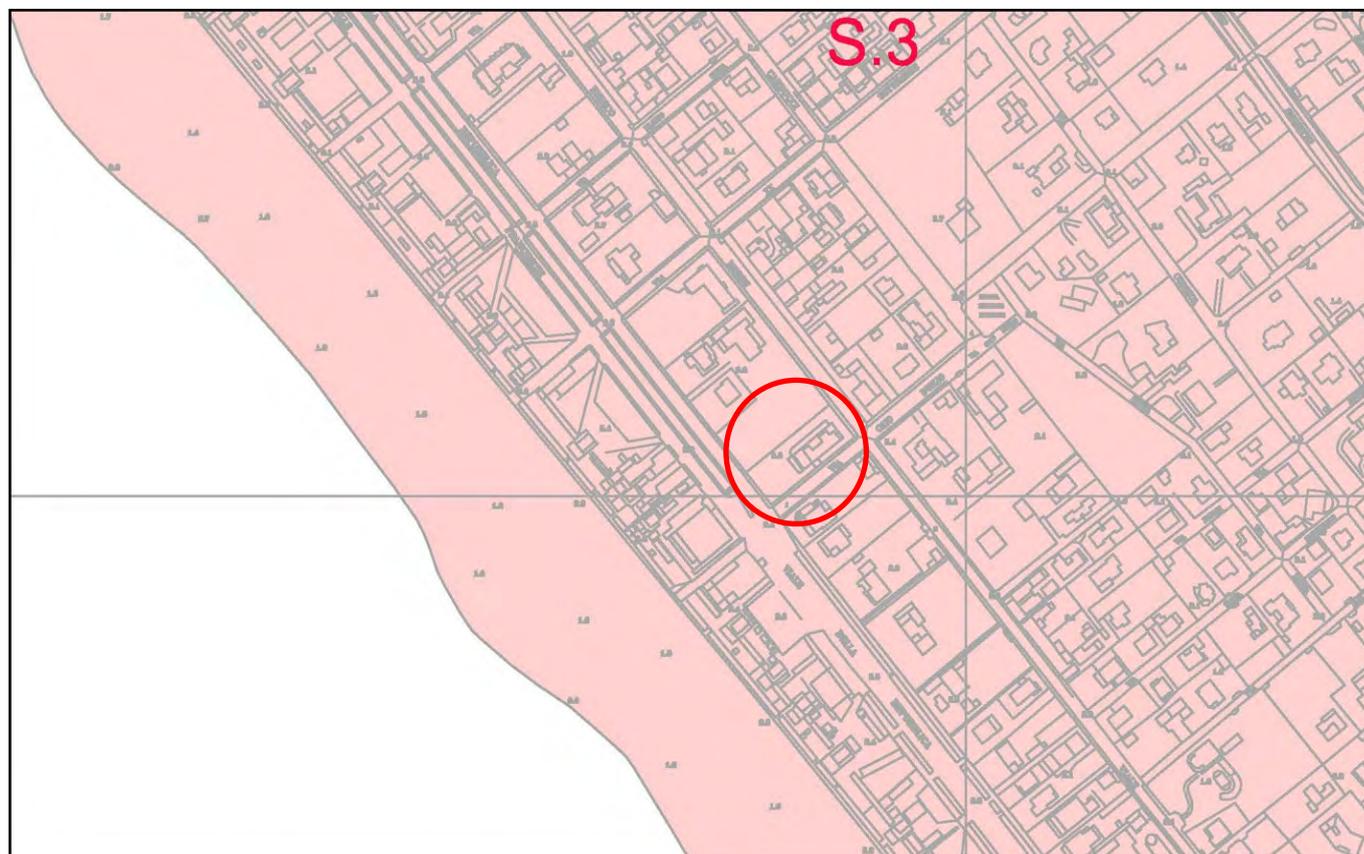
Si aggiunge inoltre che la cartografia della Variante al P.S. del 2019 propone anche una cartografia che si propone come contributo diretto al quadro conoscitivo del PGRA in virtù degli studi idraulici di supporto alla stessa variante a P.S. 2019. Secondo tale elaborato il lotto ricade in pericolosità P1 come mostrato in Figura 20. A tali elaborati si aggiungono le cartografie relative alla altezza dei Battenti di Esondazione per eventi con $T_r=200$ anni, quelle rappresentative della Velocità di Deflusso della lama d'acqua e della Magnitudo Idraulica che tuttavia non si ritiene significativo riportare in questa sede visto che il lotto di variante non risulta soggetto a fenomeni esondativi.

8.1.2 Quadro di pericolosità determinato dal Piano Operativo adottato 2022

Di seguito si riportano in tabella le sintesi delle pericolosità che caratterizza l'area di variante secondo il quadro conoscitivo del PO comunale adottato.

Pericolosità (da PO comunale adottato 2022)

	Pericolosità geomorfologica	Pericolosità sismica	Pericolosità idraulica	Vulnerabilità alla liquefazione	Vulnerabilità intrusione Salina
ex Hotel AREION	G1- bassa Figura 21	S3 – elevate Figura 22	P1 – alluvioni rare Figura 23	SI	SI



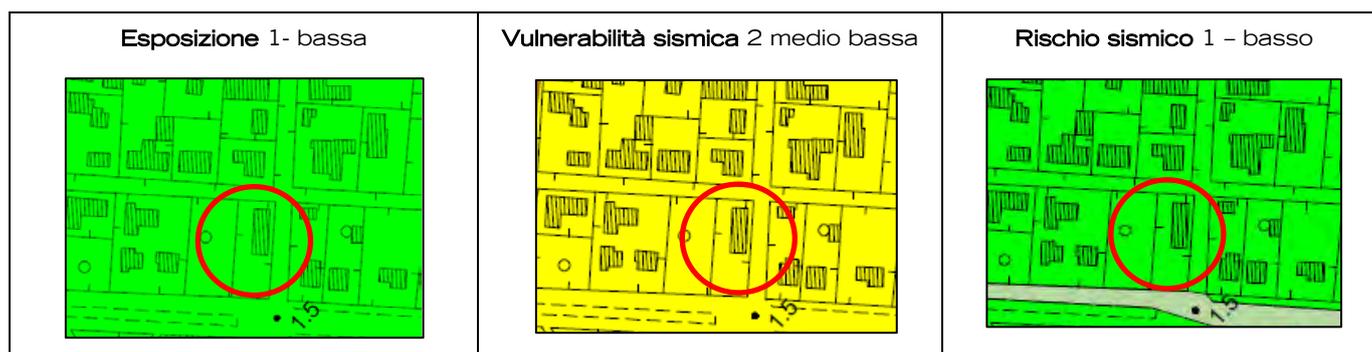
S.3

PERICOLOSITA' SISMICA LOCALE ELEVATA

Zone con terreni di fondazione particolarmente scadenti che possono dar luogo a cedimenti diffusi; terreni suscettibili di liquefazione dinamica (per tutti tranne quelli classificati in Zona Sismica 2); zone di contatto tra litotipi con caratteristiche fisico meccaniche significativamente diverse

Figura 16 CARTA DELLA PERICOLOSITA' SISMICA (VARIANTE P.S. FORTE DEI MARMI)

In riferimento agli aspetti sismici si riportano di seguito le indicazioni inerenti l'Esposizione, la Vulnerabilità ed il Rischio Sismico del lotto in variante.



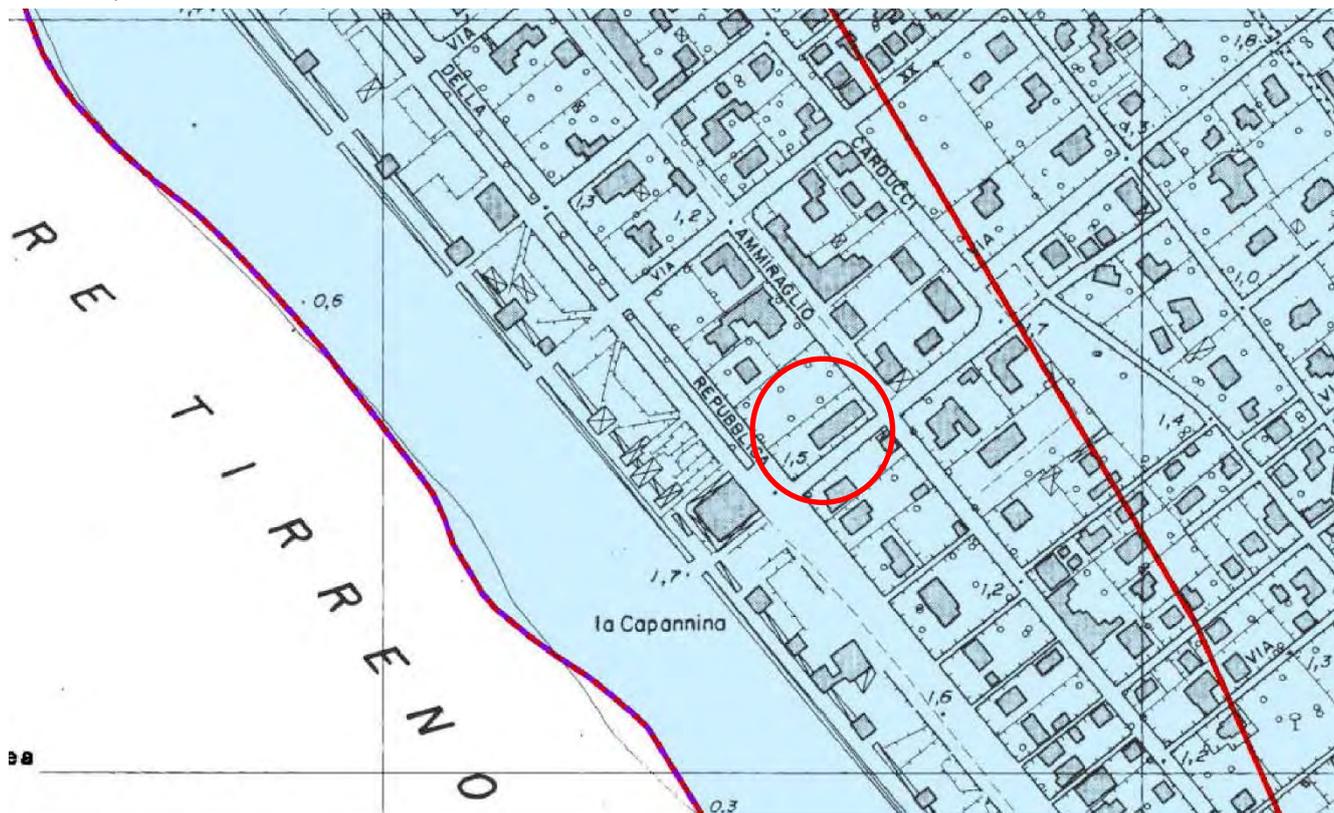


FIGURA 17 CARTA MOPS DEL PS COMUNALE

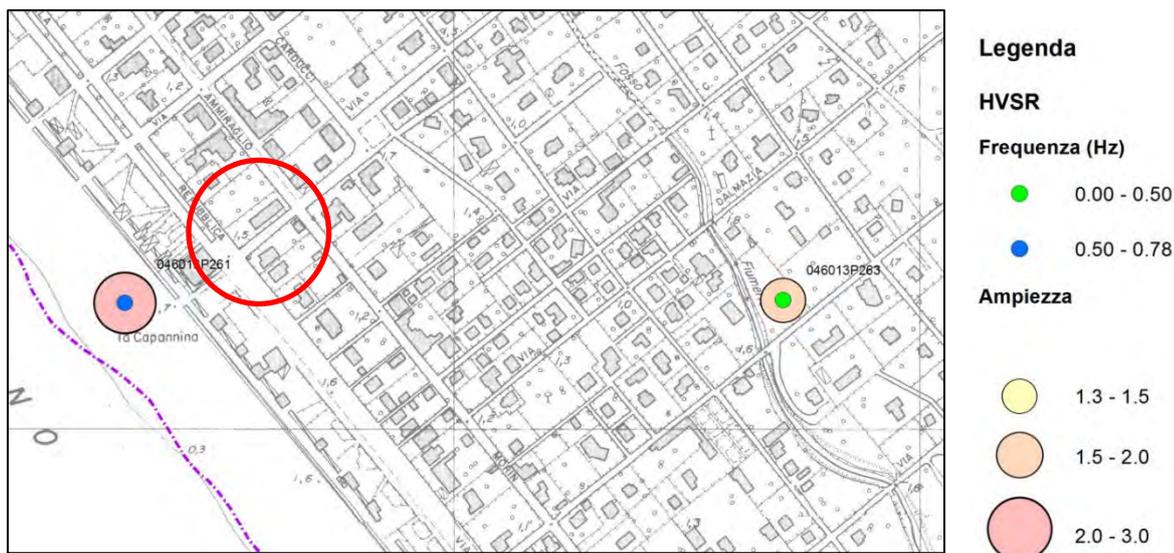
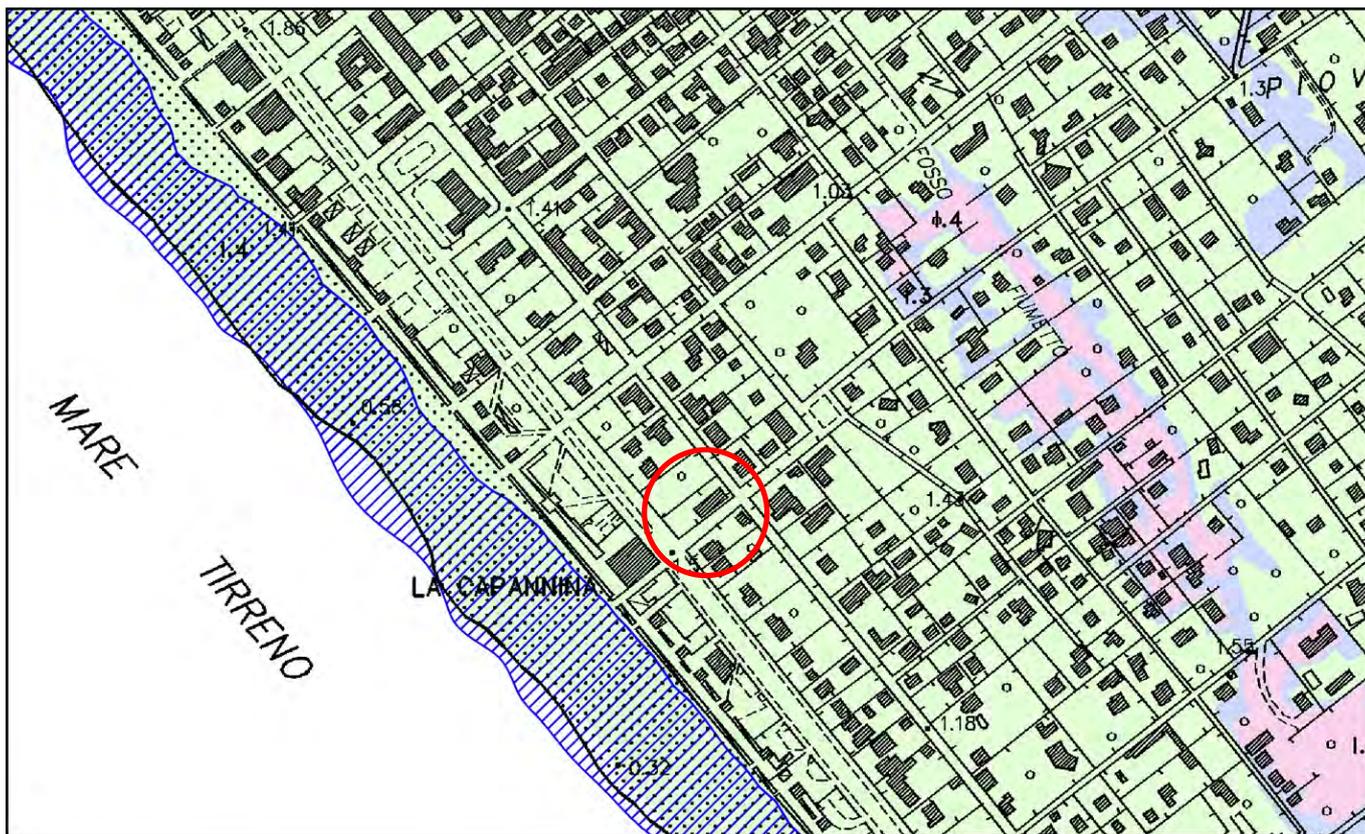


FIGURA 18 CARTA DELLE FREQUENZE FONDAMENTALI DI SUPPORTO AL PS COMUNALE



- I.4** Pericolosità idraulica molto elevata - Aree interessate da allagamenti per eventi con $Tr < 30$ anni
- I.3** Pericolosità idraulica elevata - Aree interessate da allagamenti per eventi compresi tra $30 < Tr < 200$ anni
- I.2** Pericolosità idraulica media
- I.4** Pericolosità da alluvione nel Distretto Appennino Settentrionale (PGRA) - Dominio costiero

Figura 19 CARTA DELLA PERICOLOSITA' IDRAULICA 53R (VARIANTE P. S. FORTE DEI MARMI)

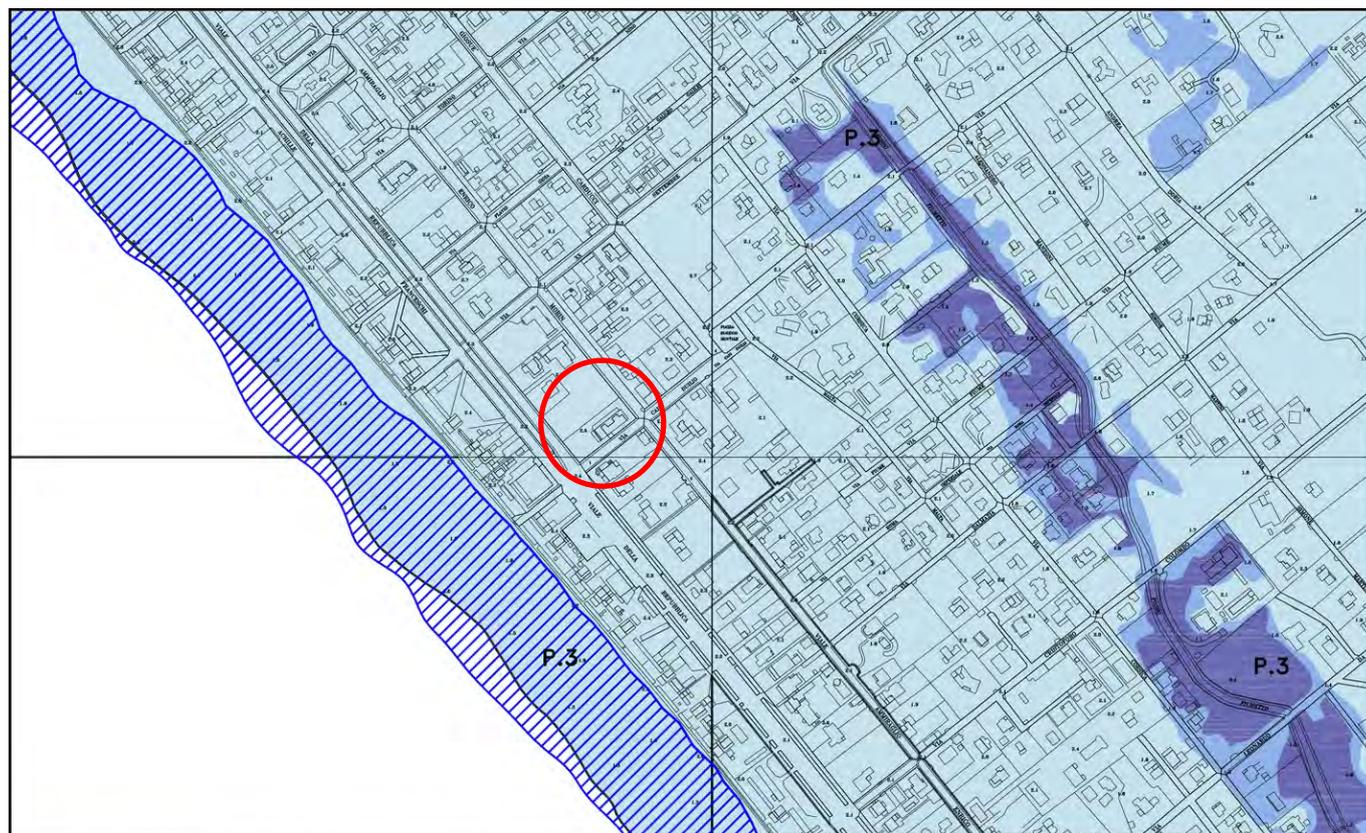
Si precisa che il POC include anche la Carta dei Battenti, delle velocità di deflusso delle lame d'acqua e della magnitudo idraulica che vengono omesse in questa sede in quanto non significative dal momento che il lotto in variante non è sottoposto ad eventi esondativi con $Tr=200$ anni.

9 - FATTIBILITA' DELLA VARIANTE AI SENSI DEL REGOLAMENTO 5/R

9.1 – Fattibilità delle aree di variante

Facendo riferimento alle tavole allegare, di seguito si riportano le condizioni di fattibilità per le trasformazioni previste dalla variante. Il Regolamento 5/R definisce i criteri di fattibilità in relazione agli aspetti geologici, sismici, al rischio da alluvioni e in relazione a problematiche connesse con la risorsa idrica. Come già detto, la presente relazione individua le condizioni di attuazione delle previsioni e fornisce

le indicazioni in merito alle indagini e agli approfondimenti da effettuarsi prima della realizzazione degli interventi.

**P.3**

Pericolosità P3 - Alluvioni frequenti - elevata probabilità di accadimento, $20 < Tr < 50$ anni

P.2

Pericolosità P2 - Alluvioni poco frequenti - media probabilità di accadimento, $100 < Tr < 200$ anni

P.1

Pericolosità P1 - Alluvioni rare di estrema intensità - bassa probabilità di accadimento, $200 < Tr < 500$ anni

P.3

Pericolosità da alluvione nel Distretto Appennino Settentrionale (PGRA) - Dominio costiero

Figura 20 CARTA DELLA PERICOLOSITA' IDRAULICA PGRA (VARIANTE P. S. FORTE DEI MARMI)

9.1.1- Criteri di fattibilità in relazione agli aspetti geologici e sismici

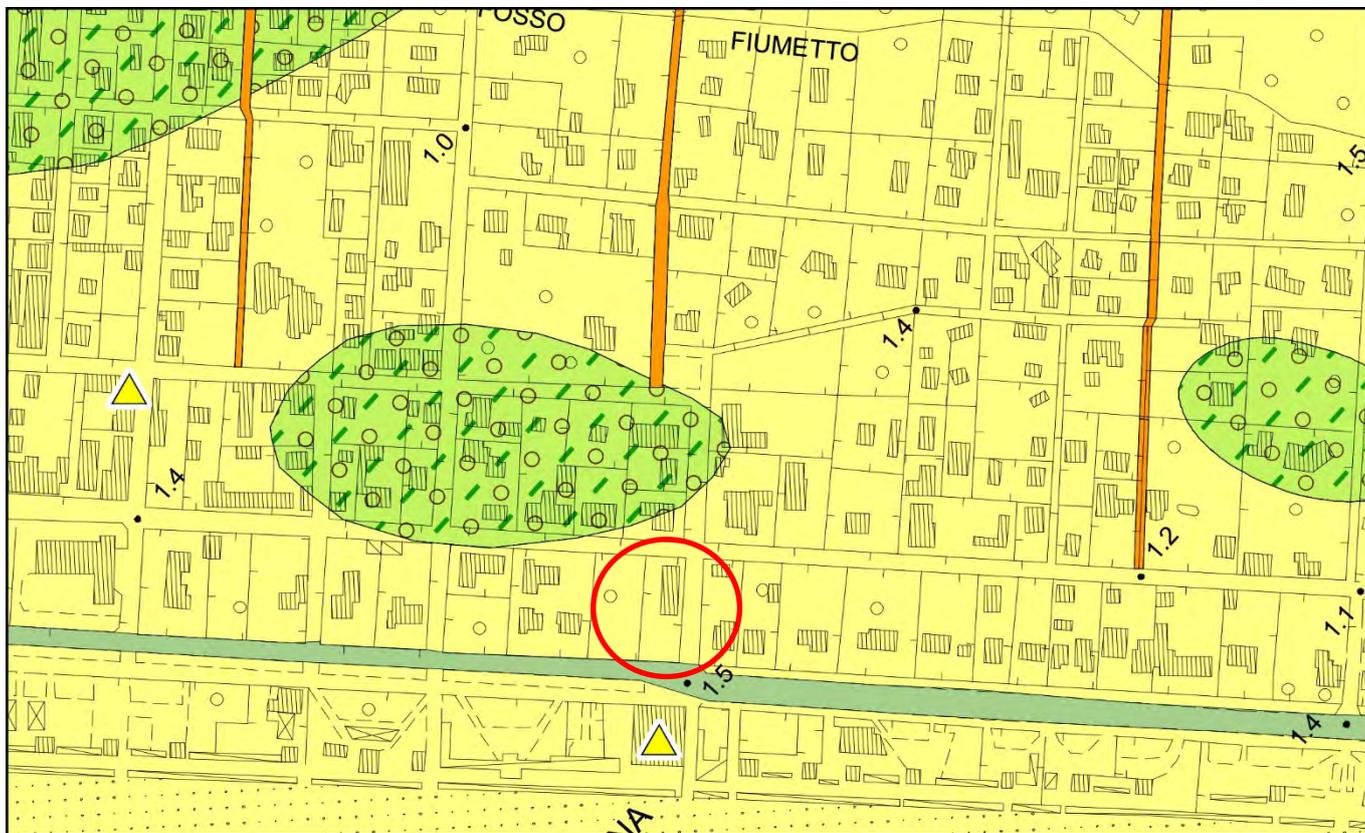
In merito ai rischi geologici e sismici il regolamento definisce, per ogni classe di pericolosità, i criteri generali di fattibilità, specificando le condizioni in relazione alle specifiche situazioni che hanno generato le pericolosità stesse.

9.1.2- Criteri di fattibilità in relazione al rischio alluvioni

In merito al rischio da alluvione i criteri definiti dal regolamento indicano che nelle zone caratterizzate da pericolosità per alluvioni frequenti e poco frequenti, la fattibilità degli interventi è perseguita secondo quanto disposto dalla l.r. 41/2018, oltre a quanto già previsto dalla pianificazione di bacino.

9.1.3- – Criteri di fattibilità in relazione a problematiche connesse alla risorsa idrica

Nelle aree ove la previsione possa incrementare una situazione di squilibrio in atto della risorsa idrica o generare situazioni di criticità della risorsa idrica è necessario rispettare i criteri generali definiti dalle NTG del PO oltre che alle indicazioni dettate dagli atti prodotti a scala di bacino.



EDIFICI ED INFRASTRUTTURE STRATEGICI E RILEVANTI



Edifici e Infrastrutture Strategiche ai fini dell'emergenza (ai sensi del Regolamento 1/R/2022)



Edifici e Infrastrutture Rilevanti (ai sensi del Regolamento 1/R/2022)



Aree di Recupero edilizio



Ambiti di Trasformazione

CLASSI DI PERICOLOSITA' GEOLOGICA



Bassa

Area in cui i processi geomorfologici e le caratteristiche litologiche giacaturali non costituiscono fattori predisponenti al verificarsi di movimenti di massa.



Media

Area con presenza entro i primi metri dal p.c. di terreni limosi e/o argilloso/limosi con torbe con caratteristiche litotecniche mediamente scadenti e potenzialmente soggette a fenomeni di subsidenza

Figura 21 CARTA DELLE AREE ED ELEMENTI ESPOSTI A FENOMENI GEOLOGICI POC 2022

**CLASSI DI PERICOLOSITA' DI BASE (liv.2)**

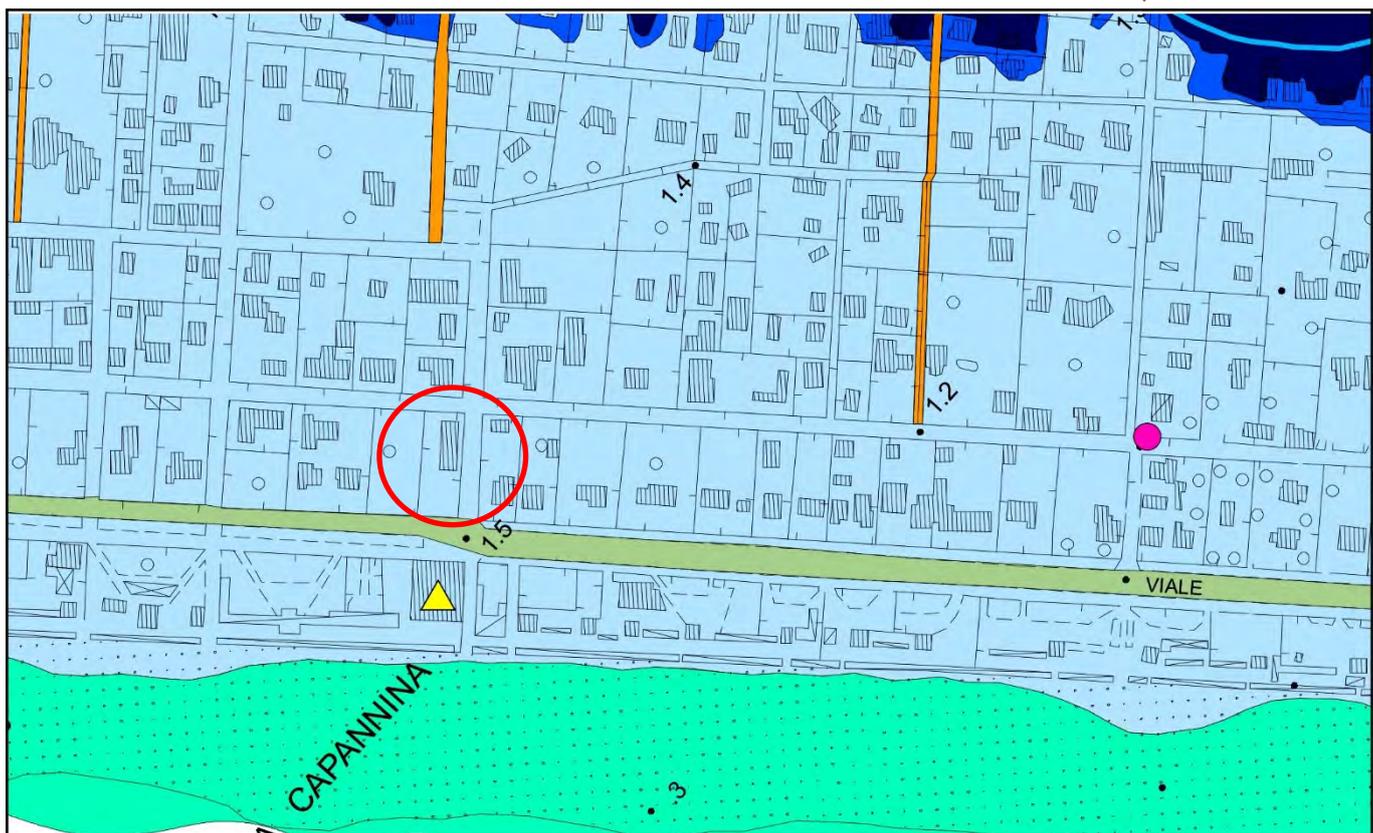
Figura 22 CARTA DELLA PERICOLOSITA' SISMICA DI LIVELLO 2 POC 2022

10 - CONCLUSIONI

Le indagini svolte nel presente lavoro hanno avuto lo scopo di caratterizzare gli aspetti stratigrafici, strutturali, idrogeologici, geomorfologici, litotecnici, sismici e fisici dei terreni interessati dalla Variante. Il modello geologico - tecnico ricostruito per il lotto di interesse evidenzia il prevalere di una successione sabbiosa e/o sabbioso limosa, con variazioni di granulometria e di addensamento, passante intorno a 28.5 m dal piano campagna a livelli argillosi-limosi con ciottoli e ghiaie. La falda si attesta intorno ad una profondità di 1.25 m da p.c, con una escursione stagionale stimata intorno al metro.

Dalle indagini effettuate nell'area di indagine e sulla base delle verifiche eseguite si evince che:

- nell'area di indagine, allo stato attuale e ristrettamente al sito di intervento, non esistono indizi di instabilità geomorfologica né fenomeni morfogenetici attivi.
- non sussistono particolari condizioni di rischio per quanto riguarda l'aspetto idraulico.
- non sono state evidenziate situazioni geologiche - stratigrafiche tali da far ritenere possibile particolari effetti di amplificazione sismica.



EDIFICI ED INFRASTRUTTURE STRATEGICI E RILEVANTI

-  Edifici e Infrastrutture Strategiche ai fini dell'emergenza (ai sensi del Regolamento 1/R/2022)
-  Edifici e Infrastrutture Rilevanti (ai sensi del Regolamento 1/R/2022)
-  Reticolo Idrografico di cui all'art. 22 comma 2 lettera e) della L.R. n. 79/2012 e ss.mm.ii.
-  Aree presidiate da sistemi arginali ai sensi dell'art. 2 comma 1 lettera s) della L.R. n.41/2018 e ss.mm.ii
-  **R01** Aree di Recupero edilizio
-  **TR01** Ambiti di Trasformazione

CLASSI DI PERICOLOSITA' IDRAULICA

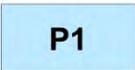
-  **P1** Aree a pericolosità da alluvioni rare o di estrema intensità ($Tr > 200$ anni)
-  **P2** Aree a pericolosità per alluvioni poco frequenti ($30 < Tr \leq 200$ anni)
-  **P3** Aree a pericolosità per alluvioni frequenti ($Tr \leq 30$ anni)
-  Pericolosità da alluvione costiera PGRA ($Tr \leq 50$ anni)

Figura 23 CARTA DELLE AREE ED ELEMENTI ESPOSTI A FENOMENI ALLUVIONALI POC 2022

Per quanto riguarda l'aspetto idraulico, ai sensi del vigente Piano di Gestione del Rischio di

Alluvioni delle U.O.M. Arno, Toscana Nord, Toscana Costa e Ombrone, adottato dal Distretto Appennino Settentrionale, il lotto in esame ricade in area P1 "aree a pericolosità da alluvione bassa".

Tali aree sono regolamentate da parte dell'Art.11 della Disciplina di Piano, il quale non indica alcuna particolare prescrizione e/o limitazione alla realizzazione delle opere di progetto, specificando che sono consentiti gli interventi previsti dagli strumenti urbanistici, garantendo comunque le condizioni di mitigazione e gestione del rischio.

È possibile, pertanto, affermare che quanto proposto sia fattibile in quanto non in contrasto con gli obiettivi perseguiti dal PGRA.

Infatti dato che la zona di indagine, ampiamente studiata dal punto di vista idraulico, non risulta interessata né da fenomeni di esondazione con battenti e velocità idrauliche significative per $Tr = 200$ anni né da pericolosità idrauliche particolarmente importanti da parte del reticolo idrografico minore, è possibile affermare che le previsioni non saranno in grado di generare ostacoli al deflusso di eventuali acque di esondazione (in quanto non previste), né sottrazione di volume di laminazione, né incremento di pericolosità in altre aree.

10.1 - Fattibilità

Alla luce di quanto emerso nell'esame della cartografia di supporto allo strumento urbanistico comunale di Forte dei Marmi si evincono in sintesi le seguenti condizioni di pericolosità relative sia allo strumento vigente (Variante al PS 2019 redatto ai sensi del DPGR 53/R/2011; RU 2013 e successive varianti 2016-2018) sia al nuovo strumento adottato (Piano Operativo 2022 redatto ai sensi della LR 65/2014).

Pericolosità (da PS comunale aggiornamento 2019)

	Pericolosità geomorfologica	Pericolosità sismica	Pericolosità idraulica	Vulnerabilità alla liquefazione	Vulnerabilità Idrogeologica dell'acquifero
Lotto ex Hotel AREION	G1- bassa	S3 - elevate	I2 - media P1 alluvioni Rare	SI	Elevata

Pericolosità (da PO comunale adottato 2022)

	Pericolosità geomorfologica	Pericolosità sismica	Pericolosità idraulica	Vulnerabilità alla liquefazione	Vulnerabilità intrusione Salina
Lotto ex Hotel AREION	G1- bassa	S3 - elevate	I2 - media P1 alluvioni Rare	SI	SI

In relazione alla tipologia della Variante proposta ed in base alla zonizzazione fornita dal progettista sono state determinate le condizioni specifiche di Fattibilità in relazione agli strumenti

urbanistici presi a riferimento:

FATTIBILITA' P.S. - R.U. VIGENTE

	Fattibilita' Geomorfologica da pericolosità G1	Fattibilita' Sismica da pericolosità S3 con liquefazione	Fattibilita' Idraulica da pericolosità I2 - P1	Vulnerabilità Idrogeologica dell'acquifero
Porzione di lotto con previsione di Consistenti ampliamenti e sopraelevazioni, nuovi edifici, demolizione e ricostruzione e altri interventi che comportino nuovi cospicui carichi sul terreno o forti sovraccarichi sulle fondazioni	F2	F3	F2	Elevata
Porzione di lotto con previsione di piscina	F2	F3	F1	
Porzione di lotto a verde	F1	F1	F1	

FATTIBILITA' P.O. ADOTTATO

Allegato 1 Art. 15 NTG Matrice 1	Fattibilita' Geomorfologica da pericolosità G1	Fattibilita' Sismica da pericolosità	Fattibilita' Idraulica da pericolosità	Vulnerabilità intrusione Salina Art. 11 NTG
N° int. 5A Art. 134 c.1 lett I) Demolizione e ricostruzione, eseguita con contestuale incremento di volumetria complessiva, anche con diversa collocazione dell'edificio ricostruito rispetto a quello preesistente e senza che venga determinata la modifica dei disegni dei lotti	F2g ¹	F3s	F2i	Fattibilità condizionata
N° int. 17 Nuove costruzioni interrato sotto falda		F2s		
Porzione di lotto a verde	F1g	F1s	F1i	-

¹ se gli interventi ricadono in aree vulnerate da fenomeni di intrusione salina e/o da fenomeni di upconing ed in particolare nelle aree interne alle zone territoriali omogenee A (Nucleo storico), A1 (Facciata della città balneare) e B1 (Quartiere di Roma Imperiale) è richiesto, nel caso di scavi interferenti con il livello di falda, uno studio idrogeologico ed idro-chimico da condursi alla scala del singolo sito secondo la disciplina di cui all'art. 11 delle NTG

CONDIZIONI DI FATTIBILITA' SECONDO RU VIGENTE

G.1 - Classe di Pericolosità Geomorfologica BASSA

G.2 - Classe di Pericolosità Geomorfologica MEDIA

Nelle situazioni caratterizzate da pericolosità geomorfologica bassa non è necessario indicare specifiche condizioni di fattibilità a meno di quanto prescritto da norme sovraordinate.

Nelle situazioni caratterizzate da pericolosità geomorfologia media le condizioni di attuazione sono indicate in funzione delle specifiche indagini da eseguirsi a livello edificatorio al fine di non modificare negativamente le condizioni ed i processi geomorfologici presenti nell'area. Relativamente alle procedure e alla tipologia di indagini da eseguirsi si rimanda a quanto prescritto dal D.M. 11/03/1988, dalle N.T.C. 2018 e dal Decreto del Presidente della Giunta Regionale 1/R/2022.

F.3 - Classe di Pericolosità Sismica Elevata

Nelle situazioni caratterizzate da pericolosità sismica locale elevata (S3), in sede di predisposizione dei piani complessi di intervento o dei piani attuativi o, in loro assenza, in sede di predisposizione dei progetti edilizi dovranno essere valutati i seguenti aspetti:

a) nel caso di terreni di fondazione particolarmente scadenti (aree 4 della carta ZMPSL- Tav. 1) sono prescritte adeguate indagini geognostiche e geotecniche finalizzate al calcolo del coefficiente di sicurezza relativo alla liquefazione dei terreni;

b) in presenza di zone di contatto tra litotipi con caratteristiche fisico-meccaniche significativamente diverse (aree 12 della carta ZMPSL), tali situazioni devono essere opportunamente chiarite e definite attraverso una campagna di indagini geofisica che definisca la variazione di velocità delle Vsh relative ai litotipi presenti.

I.2 - Classe di Pericolosità Idraulica MEDIA/P1 Alluvioni Rare

Nelle situazioni caratterizzate da pericolosità idraulica media per gli interventi di nuova edificazione e per le nuove infrastrutture possono non essere dettate condizioni di fattibilità dovute a limitazioni di carattere idraulico.

Per quanto concerne la Pericolosità P1 "aree a pericolosità da alluvione bassa" si ricorda che tali aree sono regolamentate da parte dell'Art.11 della Disciplina di Piano, il quale non indica alcuna particolare prescrizione e/o limitazione alla realizzazione delle opere di progetto, specificando che sono consentiti gli interventi previsti dagli strumenti urbanistici, garantendo comunque le condizioni di mitigazione e gestione del rischio. Vale la pena sottolineare che in attesa della suddetta disciplina restano valide le indicazioni specifiche riportate nella L.R. Toscana n° 41/2018, comunque non applicabili alle aree a Pericolosità Idraulica Bassa P1.

CONDIZIONI DI FATTIBILITA' SECONDO PO ADOTTATO - NGT2022

Art. 18. Fattibilità senza particolari limitazioni (F1g)

- 1. L'attuazione degli interventi previsti non necessita di particolari verifiche oltre quelle minime di legge.*
- 2. Le caratteristiche geologico stratigrafiche a corredo di interventi diretti, non ricompresi negli "interventi edilizi minori" di cui all'art.1 comma 6, possono essere ricavate da osservazioni di superficie o da indagini in situ comunque conformi al DPGR 1/R/2022 e relative linee guida. Per opere di modesta entità la modellazione geologica, geotecnica e sismica del terreno a livello di progetto, può essere*

ottenuta per mezzo di notizie verificate con dati provenienti da indagini effettuate in zone limitrofe, nel caso in cui appartenenti al medesimo contesto litostratigrafico.

Art. 19. Fattibilità con normali vincoli (F2g)

1. L'attuazione degli interventi previsti è subordinata alla effettuazione, a livello esecutivo, dei normali studi geologico tecnici previsti dalla normativa vigente in materia, in particolare il D.M. 17/01/2018 e il DPGR 1/R/2022 e relative linee guida, finalizzati anche alla verifica del non aggravio dei processi geomorfologici presenti nell'area di intervento.

2. I contenuti e gli elaborati minimi degli studi geologici, idrogeologici e geotecnici dovranno essere i seguenti:

- a) indagini geognostiche di dettaglio realizzate all'interno del sito oggetto di intervento, finalizzate alla caratterizzazione stratigrafica e geotecnica del terreno di fondazione (l'approfondimento di indagine di tipo geologico geotecnico è richiesto soltanto a supporto dell'intervento che prevede variazioni dei carichi sul terreno e/o modificazioni morfologiche del suolo). Le indagini penetrometriche di tipo dinamico, eseguite utilizzando strumentazione "media" o "leggera", dovranno essere evitate fatto salvo i casi di difficoltà logistiche di accesso alle aree;
- b) definizione dettagliata dei parametri geotecnici, delle caratteristiche della falda e della sua oscillazione stagionale, valutazione dei cedimenti e del rischio liquefazione;
- c) per tutti gli interventi che comportino l'impermeabilizzazione dei suoli, occorre documentare l'adozione di misure di compensazione rivolte al perseguimento dell'invarianza idraulica della trasformazione, secondo i criteri e le modalità definiti all'art. 9;
- d) analisi sulla regimazione delle acque superficiali, descrizione delle opere esistenti di tipo superficiale e/o profondo, con l'indicazione di soluzioni per la eliminazione locale delle acque superficiali o drenate con modalità che non producano effetti di erosione e dissesto;
- e) verifiche di stabilità globale per eventuali sbancamenti di dimensioni significative ed indicazione della tipologia delle opere di sostegno necessarie;
- f) che l'intervento previsto non deve modificare negativamente le condizioni ed i processi geomorfologici presenti nell'area;
- g) che l'intervento non costituisca una problematica dal punto di vista geotecnico per eventuali edifici e/o strutture limitrofe;
- h) per gli interventi che interferiscano con l'acquifero, dovranno essere indicati gli accorgimenti messi in atto per la protezione delle strutture, sia in fase di cantiere che ad opera conclusa, oltre agli accorgimenti individuati per evitare la contaminazione della falda;
- i) per le nuove costruzioni interrato sotto falda ricadenti in aree vulnerate da fenomeni di intrusione salina e/o da fenomeni di upconing ed in particolare nelle aree interne alle zone territoriali omogenee A (Nucleo storico), A1 (Facciata della città balneare) e B1 (Quartiere di Roma Imperiale) è richiesto uno studio idrogeologico ed idro-chimico da condursi alla scala del singolo sito secondo la disciplina di cui all'art. 11 delle presenti norme.

Art. 21. Fattibilità senza particolari limitazioni (F1i)

1. L'attuazione degli interventi previsti non necessita di alcun accorgimento di carattere idraulico.

Art. 22. Fattibilità con normali vincoli (F2i)

1. Per gli interventi di nuova edificazione e per le nuove infrastrutture ricadenti nelle aree soggette a inondazioni con tempi di ritorno superiori a 200 anni (Pericolosità P1) è richiesta una indagine di approfondimento, anche soltanto qualitativa, in termini di raccolta di dati e notizie in cui vengano indicati i necessari accorgimenti costruttivi per la riduzione della vulnerabilità delle opere previste o individuati gli

interventi da realizzare per la messa in sicurezza per eventi con T_r superiore a 200 anni, tenendo conto comunque della necessità di non determinare un aggravio di pericolosità in altre aree.

2. Per le aree in basso morfologico soggette a ristagno idrico, sul patrimonio edilizio esistente, devono essere verificati i problemi di ristagno e adottate opere e/o interventi di difesa locale. Dovrà essere prodotta una relazione di valutazione del battente idrico previsto in relazione alla storicità dell'evento in quell'area oltre che in relazione all'evento pluviometrico considerato. L'adozione di interventi di difesa locale dovrà prevedersi anche per le unità immobiliari, interne ad aree P2 e P3, con ingressi posti sotto il livello del battente idraulico di riferimento.

Art. 25. Fattibilità senza particolari limitazioni (F1s)

1. L'attuazione degli interventi non necessita di particolari verifiche oltre quelle minime di legge.

Art. 26. Fattibilità con normali vincoli (F2s)

1. L'attuazione degli interventi è subordinata alla effettuazione, a livello esecutivo, dei normali studi geologico - tecnici previsti dalla normativa vigente in materia, in particolare il D.M. 17/01/2018 e il DPGR 1/R/2022 e relative linee guida, e finalizzati alla verifica del non aggravio dei processi geomorfologici presenti nell'area di intervento.

Art. 27. Fattibilità condizionata (F3s)

1. L'attuazione degli interventi nelle aree a pericolosità sismica elevata (S.3) deve essere supportata sia in sede di predisposizione dei piani attuativi che degli interventi edilizi diretti, oltre che dalle indagini geognostiche previste dal D.M. 17/01/2018 e dal DPGR 1/R/2022 e relative linee guida, da specifiche indagini geognostiche e geofisiche secondo le situazioni seguenti:

a) per i terreni potenzialmente soggetti a liquefazione dinamica sono effettuati indagini geognostiche e verifiche geotecniche per il calcolo del fattore di sicurezza relativo alla liquefazione dei terreni;

b) nel caso di terreni di fondazione particolarmente scadenti, sono effettuate adeguate indagini geognostiche e verifiche geotecniche finalizzate alle verifiche dei cedimenti;

c) in presenza di zone di contatto tra litotipi con caratteristiche fisico-meccaniche significativamente diverse è effettuata una campagna di indagini geofisiche di superficie che definisca geometrie e velocità sismiche dei litotipi, posti a contatto, al fine di valutare l'entità del contrasto di rigidità sismica. È opportuno che tale ricostruzione sia tarata mediante indagini geognostiche;

d) nelle zone stabili suscettibili di amplificazione locale, caratterizzate da un alto contrasto di impedenza sismica tra copertura e substrato rigido o entro le coperture stesse entro alcune decine di metri, sono raccolti i dati bibliografici oppure è effettuata una specifica campagna di indagini geofisiche (quali, ad esempio, profili sismici a riflessione o rifrazione, prove sismiche in foro e, ove risultino significative, profili MASW) e geognostiche (quali, ad esempio, pozzi o sondaggi, preferibilmente a carotaggio continuo) che definisca spessori, geometrie e velocità sismiche dei litotipi sepolti per valutare l'entità del (o dei) contrasti di rigidità sismica tra coperture e bedrock sismico o entro le coperture stesse. Nelle zone di bordo della valle è preferibile l'utilizzo di prove geofisiche di superficie capaci di effettuare una ricostruzione bidimensionale del sottosuolo, quale quella sismica a rifrazione o riflessione;

e) nell'ambito dell'area caratterizzata a pericolosità sismica locale elevata (S.3), la valutazione dell'azione sismica (NTC 2018, paragrafo 3.2), da parte del progettista, è supportata da specifiche analisi di risposta sismica locale (in conformità NTC 2018, paragrafo 3.2.2 e paragrafo 7.11.3), da condurre in fase di progettazione, nei seguenti casi:

- realizzazione o ampliamento di edifici strategici o rilevanti, ricadenti, nelle classe d'indagine 3 o 4, come definite dal regolamento di attuazione dell'articolo 181 della l.r.65/2014;
- realizzazione o ampliamento di edifici a destinazione residenziale, ricadenti in classe d'indagine 4, come definita dal regolamento di attuazione dell'articolo 181 della l.r.65/2014.

2. Nelle aree individuate come zone di suscettibilità a liquefazione (ZSLQ) e di rispetto a liquefazione (ZRLQ), la fattibilità degli interventi di nuova edificazione è subordinata all'esito delle verifiche della pericolosità sismica dei terreni (in conformità a NTC2018, punto 7.11.3.4).

3. La fattibilità degli interventi sul patrimonio edilizio esistente, fatti salvi quelli che non incidono sulle parti strutturali degli edifici e fatti salvi gli interventi di riparazione o locali (NTC18, punto 8.4.3), è subordinata all'esecuzione di interventi di miglioramento o adeguamento sismico (in coerenza con le NTC 2018, punto 8.4). Limitatamente alle aree di suscettibilità (ZSLQ) e rispetto alla liquefazione (ZRLQ), oltre agli interventi di miglioramento o adeguamento, la fattibilità è subordinata, in funzione dell'esito delle verifiche, anche ad interventi di riduzione della pericolosità (in conformità a NTC 2018, punto 7.11.3.4).

Gli elementi di cui sopra sono stati oggetto di sintesi, per la specifica area di variante in apposita scheda grafica e in scheda norma ad essa collegata (Annesso 2).

10.2 – Terre e rocce da scavo

Per ciò che concerne la gestione delle “terre e rocce da scavo”, sulla base di quanto contenuto nel D.P.R. n° 120 del 13.06.2017 (“Regolamento recante la disciplina semplificata della gestione delle terre e rocce da scavo, ai sensi dell'articolo 8 del decreto-legge 12 settembre 2014, n° 133, convertito, con modificazioni, dalla legge 11 novembre 2014, n° 164”), se il materiale eventualmente estratto per la realizzazione delle opere in previsione dovesse essere riutilizzato come sottoprodotto all'interno del sito di cantiere per rinterri, riempimenti, rimodellazioni e rilevati, sarà necessario operare secondo quanto prescritto dall'art. 184-bis del D.L.G.S. 152/06.

Sarà cura del produttore di tali materiali di scavo fornire idonea dimostrazione che il materiale si trova allo stato naturale non contaminato, secondo quanto previsto dall'Art. 21 del D.P.R. 120/17. Lo stesso potrà predisporre idonea attestazione attraverso apposita dichiarazione (Dichiarazione sostitutiva di atto di notorietà ai sensi del D.P.R. 445/2000). In alternativa si potrà conferire in pubblica discarica tutti i terreni estratti, e quindi gestirli nell'ambito delle procedure dei rifiuti mediante appositi formulari.

10.3 – Salvaguardia degli acquiferi

La disciplina di salvaguardia degli acquiferi è definita sia nelle NTA del RU sia nelle NTG del POC al capo 3 - Art. 10, come già descritto al paragrafo 7.5 del presente rapporto tecnico. In aggiunta a quanto già detto è importante sottolineare, tuttavia, quanto riportato nel PO sul tema della Vulnerabilità dell'acquifero rispetto a fenomeni di intrusione salina e, di conseguenza sui criteri di fattibilità delle costruzioni interrato sotto falda,

Tali criteri vengono esplicitati all'Art. 11 delle NTG del PO di seguito riportato e si dovrà necessariamente tener conto di essi nella fase di redazione degli elaborati relativi alla progettazione preliminare delle opere previste dalla Variante.

Art. 11. Vulnerabilità dell'acquifero a fenomeni di intrusione salina e fattibilità delle costruzioni interrato sotto falda

1. Nella fascia a mare e in sinistra idrografica del Fiume Versilia, come rappresentato nella Carta della vulnerabilità dell'acquifero a fenomeni di intrusione salina di cui all'art. 2 comma 2 lettera p delle presenti norme, sono presenti, sulla base degli studi conoscitivi pregressi (2001-2003) di corredo agli studi

urbanistici comunali, aree con conducibilità maggiore di 900 $\mu\text{S}/\text{cm}$ e contenuto in cloruri maggiore di 250 mg/l tra loro correlabili ed imputabili a fenomeni di intrusione salina e/o a fenomeni di upconing (richiamo di acqua salata dal basso).

2. Nelle aree di cui al comma 1 è vietata l'attivazione di nuovi emungimenti dal sottosuolo, conseguenti sia a nuove captazioni che a incrementi di emungimento da pozzi esistenti. Tale divieto deve essere esteso anche agli impianti idrovori di bonifica, nonché agli emungimenti temporanei realizzati per gli scavi sotto falda, a esclusione di quelli ragionevolmente definibili modesti per estensione e profondità o i cui effetti siano annullabili attraverso impianti di reimmissione in falda secondo le modalità e le limitazioni di cui ai seguenti comma 3 e 4.

3. Nelle aree vulnerate da fenomeni di intrusione salina e/o da fenomeni di upconing di cui al comma 1 ed in particolare nelle aree interne alle zone territoriali omogenee A (Nucleo storico), A1 (Facciata della città balneare) e B1 (Quartiere di Roma Imperiale) di cui all'art. 7 delle NTA, la fattibilità di nuove costruzioni interrato sotto falda (cantine, locali di servizio, garage, parcheggi, piscine etc....) è subordinata, ai sensi anche dei criteri di cui al § 3.5 delle direttive del DPGR n°5/R del 30/01/2020, all'esito di un preventivo studio idrogeologico ed idro-chimico condotto alla scala del singolo sito. Tale studio è finalizzato a determinare soggiacenza e salinità (mediante ricerca di conducibilità elettrica specifica e concentrazione dei cloruri disciolti) delle acque emunte attraverso analisi delle acque sotterranee estratte da pozzi ad uso domestico eventualmente presenti sul lotto di interesse o attraverso l'esecuzione ex novo di un piezometro di monitoraggio con profondità non superiore a 8 m dal p.c..

4. Nelle aree interne alle zone territoriali omogenee di cui al comma 3, sulla base dei risultati dello studio idrogeologico ed idro-chimico di cui sopra, le nuove costruzioni interrato sotto falda non sono ammesse nei seguenti casi:

a) presenza di acque sotterranee caratterizzate da una compresenza di conducibilità maggiore di 1000 $\mu\text{S}/\text{cm}$ e contenuto in cloruri superiori a 250 mg/l;

b) per scavi che necessitano di una depressione temporanea della superficie piezometrica superiore a 2 m rispetto alla quota di soggiacenza della superficie libera della falda ante operam così come documentata nello studio idrogeologico ed idro-chimico di cui al comma 3.

5. Qualora non ricorrano le condizioni di cui al comma 4, la realizzazione di nuove costruzioni interrato sotto falda, interne alle zone A, A1 e B1, è ammessa nel rispetto delle seguenti prescrizioni che dovranno essere documentate all'interno della relazione geologica e/o idrogeologica di corredo alla pratica edilizia:

a) la messa in opera di impianti temporanei di depressione della tavola d'acqua (tipo wellpoint e/o similari) dovrà essere integrata con l'utilizzo di palancole o paratie strutturali da disporre lungo il perimetro dello scavo al fine di limitare le portate di emungimento, limitando il più possibile gli effetti indotti dal drenaaggio forzato della falda. Sono possibili ulteriori analoghi accorgimenti tecnico-costruttivi di efficacia comunque comprovata;

b) ove possibile si dovrà tendere a reimmettere in falda il 100% dei volumi prelevati. La reimmissione in falda può avvenire con diverse modalità (trincee, canali, ecc). Si dovrà comunque garantire una reimmissione delle acque emunte sufficiente a non alterare il regime idrogeologico ed idrochimico individuato nella fase pre intervento;

c) i pompaggi dei cantieri dovranno concentrarsi nel periodo di morbida idrogeologica, indicativamente da Settembre-Ottobre a Maggio-Giugno, caratterizzato da maggiore carico idraulico dolce e limitati a tempi nell'ordine di massimo 60 giorni;

d) i pompaggi simultanei di cantieri limitrofi dovranno essere evitati ed in ogni caso bisognerà garantire una distanza minima dagli stessi di circa 200 m;

e) in fase esecutiva i pompaggi dovranno essere monitorati sotto il profilo idrochimico. Si dovrà rilevare periodicamente la qualità delle acque emunte. In particolare, oltre ad un campionamento da eseguire prima dell'inizio degli emungimenti effettivi, dovranno prelevarsi campioni con cadenza minima di 1

campione ogni 20 giorni, da sottoporre a misura di conducibilità elettrica specifica e contenuto in cloruri. Tali rilievi, da trasmettere all'Ufficio comunale competente (Ufficio Ambiente) a corredo della comunicazione di fine lavori edilizi, permetteranno di monitorare nel tempo gli effetti di tali interventi sul quadro idrochimico dell'intero settore di acquifero coinvolto;

f) lo studio di dewatering e il dimensionamento dell'impianto funzionale all'abbassamento della falda per l'esecuzione di scavi dovrà inoltre analizzare e valutare la compatibilità del drenaggio forzato dello scavo di fondazione con riferimento alla stabilità degli edifici/manufatti limitrofi all'area di intervento;

g) l'eventuale presenza di scannafossi deve essere realizzata con sistemi in grado di assicurare la perfetta impermeabilizzazione dei locali interrati non essendo ammessa l'installazione di apparecchiature permanenti per la depressione della tavola d'acqua.

6. Per le nuove costruzioni interrate sotto falda di cui al comma 5, sono fatte salve le prescrizioni e le eventuali limitazioni più prescrittive assunte dall'amministrazione competente nell'ambito del procedimento autorizzativo per l'abbassamento del livello piezometrico da condursi ai sensi della LR 61/R del 16/08/2016.

7. All'interno della fascia demaniale dell'arenile, la fattibilità relativa alla costruzione di locali interrati sotto falda è subordinata agli esiti di uno studio idrogeologico ed idro-chimico da condursi alla scala comunale che costituisca aggiornamento, in materia di intrusione salina, del quadro conoscitivo pregresso (2001-2003) allegato agli strumenti urbanistici previgenti.

8. All'interno della fascia demaniale dell'arenile, la costruzione di piscine comportanti la realizzazione di scavi sotto falda è subordinata alle prescrizioni e/o limitazioni di cui ai commi 3 e 4 in analogia agli interventi interni alle zone A, A1 e B1.

9. Delle condizioni per l'ammissibilità delle nuove costruzioni interrate sotto falda di cui al comma 5 dovrà esserne dato atto nel procedimento amministrativo relativo al titolo abilitativo all'attività edilizia.

10.4 Impermeabilizzazione dei suoli (Capo 2 NTG 2022)

Con riferimento all'impermeabilizzazione dei suoli oltre a quanto riportato dalle NTA del RU vigente (Allegato 1) si evidenziano i contenuti delle norme di POC all'art. 8 sui minimi di permeabilità fondiaria e quanto riportato all'Art. 9 relativo all'invarianza idraulica.

Art. 9. Invarianza idraulica

1. Con trasformazione del suolo ad invarianza idraulica o "principio di invarianza idraulica" si intende la trasformazione di un'area che non provochi un aggravio della portata di piena del corpo idrico ricevente i deflussi superficiali originati dall'area stessa. Il principio di cui sopra stabilisce quindi che il drenaggio di un'area e il conseguente deflusso delle acque debba rimanere invariato dopo una trasformazione d'uso del suolo. A tal fine ogni progetto edilizio di trasformazione d'uso del suolo che provochi una variazione di permeabilità superficiale, deve prevedere misure compensative così come dettagliate nel presente articolo.

2. Tutti gli interventi edilizi sia pubblici che privati che trasformino i suoli permeabili in superfici parzialmente permeabili o che originino superfici impermeabili attraverso la costruzione di nuovi edifici e/o manufatti, l'ampliamento di edifici esistenti mediante incremento di superficie coperta (SC), la costruzione di parcheggi, piazzali e viabilità devono prevedere il rispetto dell'invarianza idraulica di cui al comma 1. Le condizioni di invarianza idraulica devono essere documentate all'interno della relazione geologica e/o all'interno del progetto edilizio mediante relazione tecnica e/o attraverso la redazione di specifici elaborati grafici.

3. Nell'ambito della progettazione degli interventi edilizi di cui al comma 2, al fine di garantire l'invarianza idraulica di ogni trasformazione urbanistica e/o edilizia, all'interno del "lotto urbanistico di riferimento" di

cui all'art. 5 comma 2 delle NTA del PO, è da prevedersi la realizzazione di un invaso temporaneo (in superficie o attraverso sistemi interrati) con un volume tale da laminare/contenere le acque meteoriche provenienti dai manti di copertura degli edifici, da ulteriori superfici impermeabilizzate e da aree rese semipermeabili, ove queste ultime non siano suscettibili, in ragione delle utilizzazioni in atto o previste, di contaminare tale acque. L'invaso temporaneo dovrà essere munito di un sistema di regolazione che consenta il rilascio delle acque meteoriche al corpo idrico ricevente. Il suddetto invaso, da collocarsi a monte del recapito finale, deve essere previsto per ogni intervento edilizio che modifichi le condizioni preesistenti del sito o "condizioni pre-intervento" in termini di permeabilità fatta eccezione soltanto per dimostrati motivi di sicurezza o di tutela di interessi storico-ambientali.

4. Il rilascio delle acque meteoriche al corpo idrico ricevente andrà assicurato mediante infiltrazione nel sottosuolo e solo, in subordine, nel reticolo idrografico superficiale o in pubblica fognatura secondo indicazioni e limiti da concordare con il soggetto gestore della rete fognaria. La fattibilità del recapito controllato delle acque meteoriche nel sottosuolo dovrà preliminarmente essere verificata escludendo fenomeni di ristagno e rischi di inquinamento del suolo e sottosuolo.

5. Nella relazione sull'invarianza idraulica il tecnico deve produrre una stima del volume originato dalle acque meteoriche potenzialmente defluenti dall'area oggetto di trasformazione rispetto alle condizioni attuali di uso del suolo. La stima del volume di cui sopra, corrispondente all'incremento del carico idraulico generatosi nel lotto urbanistico di riferimento per effetto dell'intervento edilizio di progetto, deve essere calcolato adottando coefficienti di deflusso che devono trovare giustificazione nella relazione tecnica secondo la procedura ritenuta più idonea dal professionista, considerando come evento di progetto una pioggia con $T_r = 20$ anni della durata di un'ora, calcolata mediante le più recenti curve di possibilità pluviometrica (LSPP - Linee Segnatrici di Possibilità Pluviometrica) rese disponibili dalla Regione Toscana, utilizzando la relazione: $h = a t^n$, dove i valori di a ed n sono disponibili, per l'intero territorio comunale, su griglia a maglia quadrata di passo 1 kmq. La relazione sull'invarianza idraulica non è richiesta per gli interventi edilizi che comportano un incremento della superficie impermeabile inferiore a 10 mq a condizione che realizzino un volume per l'invarianza idraulica di almeno 0,5 mc.

6. Per gli interventi edilizi ricadenti nelle aree di cui all'art. 8 comma 2 (aree con superfici permeabili inferiori al 25% della superficie fondiaria), ai volumi per l'invarianza idraulica calcolati secondo le modalità di cui al comma 5 vanno sommati i volumi di acque meteoriche corrispondenti al quantitativo di superficie permeabile (SP) non reperito all'interno del lotto urbanistico di riferimento.

7. La tipologia del sistema di invaso da utilizzare per l'infiltrazione delle acque meteoriche nel suolo e sottosuolo può variare a seconda degli spazi a disposizione, delle caratteristiche di permeabilità dei terreni e del livello della falda dal piano campagna. Indicativamente i sistemi più idonei possono essere: vasche volano di accumulo con fondo e/o pareti perdenti, pozzetti e/o trincee disperdenti e reticolo di tubazioni drenanti.

8. Possono essere adottate soluzioni alternative ai sistemi di invaso indicati al comma 6 purché si dimostri la pari efficacia in termini di mantenimento dei colmi di portata di piena ai valori precedenti l'impermeabilizzazione o trasformazione dei suoli. A tal fine il proponente dovrà corredare il progetto di un'apposita documentazione idrologica ed idraulica.

9. I soggetti attuatori di interventi edilizi diffusi all'interno di una stessa area di trasformazione urbanistica, se comportanti un aumento di impermeabilizzazione dei suoli, possono concordare la realizzazione di sistemi di invaso al servizio dell'intero comparto edilizio, di capacità almeno pari alla somma dei volumi richiesti dai singoli interventi e collocati comunque idraulicamente a monte del recapito finale.

10. Della sussistenza delle condizioni di invarianza idraulica richiamate ai punti precedenti deve esserne dato atto nel procedimento amministrativo comunale relativo al titolo abilitativo all'attività edilizia.

Nella progettazione esecutiva e nella conduzione delle previsioni della Variante si dovrà

necessariamente tener conto dei commi sopra indicati,

Pietrasanta, 03/08/2022

G&Geo Studio Geologi Associati

Dott. Vanessa Greco – Geologo

Dott. Michele Giovannetti – Geologo