

**VARIANTE SEMPLIFICATA AL PIANO STRUTTURALE E CONTESTUALE VARIANTE AL  
REGOLAMENTO URBANISTICO PER LA RIDEFINIZIONE DEL MARGINE URBANO  
MERIDIONALE E DEL SISTEMA DELLE RETI FUNZIONALI, INFRASTRUTTURALI ED  
ECOLOGICHE - ADOZIONE.**

---

**COMUNE DI VIAREGGIO**

Giorgio Del Ghingaro

Sindaco

Federico Pierucci

Assessore alla Pianificazione strategica della Città

**Settore Opere Pubbliche e Pianificazione Urbanistica**

Silvia Fontani

Dirigente

Giulia Bernardini

Responsabile P.O.

Eleonora Panettella

Funzionario

Lorenzo Spadaccini

Funzionario

Ilaria Conti

Funzionario

Sabrina Petri

Funzionario

**Settore Edilizia Privata, Politiche Ambientali e Culturali**

Stefano Modena

Dirigente

Laura Andreazzoli

Responsabile

**UNIVERSITA' DI PISA - DESTeC**

Prof. Valerio Cutini

Coordinamento scientifico

Arch. Simone Rusci

Aspetti urbanistici

Prof. Pietro Leandri

Viabilità e infrastrutture

Dott. Fabrizio Cinelli

Aspetti botanico-forestali

Ing. Claudia Casini

Processo partecipativo

Ing. Benedetta Loperfido

Analisi conoscitive

**ENViarea snc stp**

Dott. Ing. Cristina Rabozzi

Dott. Agr. Elena Lanzi

Dott. Agr. Andrea Vatteroni

**STUDIO DI GEOLOGIA TRIVELLINI**

Dott. Geol. Mario Trivellini



Ottobre 2023

**QCG00**

**Relazione sul quadro conoscitivo di argomento geologico**

**Elaborati di piano**

Quadro conoscitivo

---

## INDICE

<b>Premessa</b>	<b>pag. 2</b>
<b>1. Aspetti geologici e geomorfologici</b>	<b>pag. 3</b>
1.1 Breve inquadramento geologico e geomorfologico	pag. 3
1.2 La Carta geologica e geomorfologica	pag. 3
<b>2. Aspetti geologico-tecnici</b>	<b>pag. 4</b>
2.1 La Carta geologico-tecnica	pag. 4
2.2 La Carta delle indagini e dei dati di base ed il Fascicolo dei dati di base	pag. 4
<b>3. La Carta della pericolosità geologica</b>	<b>pag. 5</b>
<b>4. Aspetti idraulici</b>	<b>pag. 6</b>
4.1 La Carta della Pericolosità da alluvioni	pag. 6
<b>5. Aspetti sismici</b>	<b>pag. 7</b>
5.1 La Carta delle Microzone Omogenee In Prospettiva Sismica	pag. 7
5.2 La Carta della Pericolosità sismica locale	pag. 8
<b>6. Aspetti idrogeologici</b>	<b>pag. 9</b>
6.1 Cenni di inquadramento idrogeologico	pag. 9
6.2 La Carta idrogeologica	pag. 9

### **Allegati:**

**Elaborato QCG01 Carta geologica e geomorfologica**

**Elaborato QCG02 Carta geologico-tecnica**

**Elaborato QCG03 Carta delle indagini e dei dati di base**

**Elaborato QCG04 Carta della pericolosità geologica**

**Elaborato QCG05 Carta della pericolosità da alluvioni**

**Elaborato QCG06 Carta delle M.O.P.S.**

**Elaborato QCG07 Carta della pericolosità sismica locale**

**Elaborato QCG08 Carta idrogeologica**

**Elaborato QCG09 Fascicolo dei dati di base**

## Premessa

La presente relazione, redatta ai sensi della normativa regionale vigente con particolare riferimento al Regolamento Regionale 5/R/2020, Allegato A (Direttive tecniche per lo svolgimento delle indagini geologiche, idrauliche e sismiche), illustra le indagini eseguite nell'ambito della Variante semplificata al Piano Strutturale e contestuale Variante al Regolamento Urbanistico per la ridefinizione del margine urbano meridionale e del sistema locale delle reti funzionali, infrastrutturali ed ecologiche e tratta l'aggiornamento del quadro conoscitivo del P.S. Comunale; i criteri generali adottati per l'individuazione della fattibilità geologica, idraulica e sismica degli interventi a supporto della contestuale Variante al R.U., sono invece oggetto di una distinta relazione apposita.

L'area oggetto della variante ricade interamente all'interno del perimetro del territorio urbanizzato. E' delimitata a nord dal Canale Burlamacca, ad est dal tracciato della linea ferroviaria, a ovest dalla linea di costa e a sud dalla pineta di levante; confina a sud con il Parco Migliarino-San Rossore-Massaciuccoli ed a nord-ovest con la porzione di città normata dal Piano Regolatore Portuale. Nell'area sono presenti: le attività produttive del settore nautico; le attività commerciali e di servizio, distribuite lungo gli assi di maggiore traffico, in particolare lungo la via Coppino; i tessuti residenziali storici dei primi decenni del '900, prevalentemente centrati su via Savi; varie attrezzature pubbliche (lo stadio, vari complessi scolastici, impianti sportivi); gli stabilimenti balneari, posti lungo il margine occidentale della pineta di levante. In sintesi, l'obiettivo della Variante è migliorare la qualità urbana dell'area, individuando le aree suscettibili di interventi puntuali di recupero e rigenerazione, riconnettendo e armonizzando le diverse attività e le diverse infrastrutture presenti e conciliando le esigenze di sviluppo delle attività produttive e del porto con la tutela delle qualità insediative del quartiere Darsena e la salvaguardia dei valori ecologici delle aree verdi e boscate. Nell'ambito della generale riorganizzazione del sistema viario, la Variante mira ad individuare un sistema di viabilità che disimpegni il tessuto urbano dal transito dei mezzi eccezionali (grandi scafi), in parte sfruttando quanto esistente in parte realizzando una nuova infrastruttura, la cosiddetta 'Via del Mare', che corre lungo il margine sud dell'area di Variante ed il cui tracciato, vista la rilevanza urbanistica, è stato riportato su tutte le cartografie allegata alla presente relazione.

Le indagini illustrate in questa relazione hanno compreso:

- una sintesi delle conoscenze sugli aspetti geologici, geomorfologici, geologico-tecnici, idraulici, sismici ed idrogeologici del territorio;
- le analisi e gli approfondimenti ritenuti necessari per dare completezza, integrare ed aggiornare le conoscenze di cui sopra;
- le valutazioni di pericolosità sugli aspetti geologici, idraulici e sismici.

Nell'ambito della realizzazione delle cartografie contenute nel presente studio è stato introdotto un elemento innovativo dal punto di vista topografico, che è consistito nell'utilizzo come base cartografica di una planimetria a curve di livello ricavata dal modello digitale del terreno (D.T.M.) derivato dal rilievo LIDAR (Fonte dei dati: Regione Toscana – "Rilievi LIDAR"), sovrapposto alla Carta Tecnica Regionale aggiornata dal Comune di Viareggio, con isoipse quotate equidistanti 0,5 metri.

## 1. Aspetti geologici e geomorfologici

### 1.1 Breve inquadramento geologico e geomorfologico

L'area interessata dalla Variante si trova nel centro storico di Viareggio, all'interno della pianura costiera versiliese, a breve distanza dalla linea di costa. Questa pianura, caratterizzata dalla presenza di depositi continentali che si alternano a depositi marini, occupa la porzione centrale della depressione tettonica versiliese-pisana, che è il prodotto da un lato dell'abbassamento del graben costiero lungo le faglie attive dal Miocene superiore fino al Quaternario e dall'altro dell'innalzamento del livello del mare, che negli ultimi 18.000 anni è stato di oltre 100 metri in conseguenza dello scioglimento dei ghiacciai terrestri dopo l'ultima grande espansione (Würm). A fronte del ribassamento costiero si verificò infatti un innalzamento del livello marino (la cosiddetta trasgressione "Versiliana"), che comportò il rapido colmamento della depressione con depositi marini litoranei (rappresentati in prevalenza da sabbie), alternati a depositi continentali (costituiti da limi argillosi con intercalazioni conglomeratiche) e palustri (prevalentemente argilloso-torbosi); a tali depositi si sono sovrapposte sabbie eoliche che si sviluppano nella parte litoranea della pianura. Si tratta in particolare di sabbie classate beige di granulometria da fine a media, di età quaternaria recente, il cui grado di addensamento aumenta con la profondità; lo spessore, desunto da sondaggi effettuati nelle vicinanze, varia tra 20 e 30 metri. All'interno sono presenti modeste lenti di sabbie con torba e resti vegetali. Al di sotto sono presenti argille e limi fino a circa 60 m di profondità. L'area oggetto di Variante è a morfologia sostanzialmente piatta e non è interessata da fenomeni di instabilità né di erosione; il piano di campagna si trova mediamente a circa 2 metri s.l.m.

### 1.2 La Carta geologica e geomorfologica

L'elaborato **QCG01 Carta geologica e geomorfologica**, derivato con leggere modifiche dalla cartografia geologica regionale, mostra la presenza nell'areale delle seguenti tre formazioni:

- Depositi di spiaggia (**g2a**): sabbie sciolte messe in posto ad opera del moto ondoso in ambiente di spiaggia emersa e sommersa. Età: Olocene;
- Depositi eolici (**Da**): sabbie fini e limi di trasporto e deposizione eolica accumulati in dune e cordoni dunali. Età: Olocene;
- Depositi palustri (**e3a**): limi e limi argillosi di ambiente palustre con abbondante materia organica, spesso caratterizzati dalla presenza di tracce di apparati radicali di vegetazione sia sommersa che emersa e talora di paleosuoli. Età: Olocene.

Nel territorio interessato dalla Variante sono presenti quasi esclusivamente i depositi eolici (**Da**); fanno eccezione due porzioni molto ristrette lungo il margine occidentale, dove sono presenti in affioramento i Depositi di spiaggia (**g2a**).

Sulla carta è grossolanamente delimitata ed evidenziata con un sovrassegno anche una zona fortemente caratterizzata da forme, depositi e attività antropiche, ai limiti dell'area portuale, nella quale rientrano le due porzioni sopra citate con presenza della formazione **g2a**.

## 2. Aspetti geologico-tecnici

### 2.1 La Carta geologico-tecnica

L'elaborato **QCG02 Carta geologico-tecnica** mostra la presenza nell'areale delle seguenti unità litotecniche:

- **SP**: Sabbie pulite con granulometria poco assortita; frazione fine scarsa; stato di addensamento prevalentemente basso/molto basso, soprattutto nei primi metri;
- **SM**: Sabbie limose, miscela di sabbia e limo; frazione fine abbondante; stato di addensamento prevalentemente medio;
- **OL**: Limi e argille organiche di medio-bassa plasticità; stato di consistenza basso, forte compressibilità.

Nel territorio interessato dalla Variante è presente quasi esclusivamente l'unità **SM**; fanno eccezione due porzioni molto ristrette lungo il margine occidentale, ai limiti dell'area portuale, dove è presente l'unità **SP**. Anche su questa carta è grossolanamente delimitata ed evidenziata con un sovrassegno la zona fortemente caratterizzata da forme, depositi e attività antropiche, ai limiti dell'area portuale, nella quale rientrano le due porzioni sopra citate con presenza dell'unità **SP**.

### 2.2 La Carta delle indagini e dei dati di base ed il Fascicolo dei dati di base

L'elaborato **QCG03 Carta delle indagini e dei dati di base** mostra l'ubicazione delle indagini geognostiche e dei dati stratigrafici di archivio che è stato possibile reperire in relazione all'areale studiato, comprendenti prove penetrometriche dinamiche (sigla Dp), sondaggi (sigla So) e pozzi (sigla Pz), contrassegnate con un numero di riferimento. I relativi dati sono riportati nell'elaborato **QCG09 Fascicolo dei dati di base**.

### **3. La Carta della pericolosità geologica**

L'elaborato **QCG04 Carta della pericolosità geologica**, derivato essenzialmente dalle cartografie precedentemente descritte, mostra la presenza nell'areale delle seguenti due classi:

- Pericolosità geologica media (**G2**): aree in cui sono presenti fenomeni geomorfologici inattivi; aree con elementi geomorfologici, litologici e giaciture dalla cui valutazione risulta una bassa propensione al dissesto (inteso in senso lato, anche geotecnico);
- Pericolosità geologica elevata (**G3**): aree caratterizzate da terreni con scadenti caratteristiche geomeccaniche.

Nel territorio interessato dalla Variante sono presenti esclusivamente aree ritenute a pericolosità geologica media (**G2**).

## 4. Aspetti idraulici

### 4.1 La Carta della pericolosità da alluvioni

L'elaborato **QCG05 Carta della pericolosità da alluvioni** ricalca nei contenuti l'omologa Carta della pericolosità idraulica del Regolamento Urbanistico, basata su apposite recenti verifiche idrauliche effettuate con tempi di ritorno  $Tr$  200 e  $Tr$  30, provvedendo peraltro a convertire la dismessa classificazione a quattro classi nella vigente classificazione a tre classi di cui al punto C.2 dell'allegato A al Regolamento regionale 5/R/2020 (ex art. 6 comma 2 del D.Lgs.49/2010 e s.m.i.). Essa mostra la presenza nell'areale delle seguenti due classi:

- Pericolosità da alluvioni rare (**P1**), come definita negli atti di pianificazione di bacino in attuazione del citato D.Lgs.49/2010; si tratta di aree interessate da (eventuali) allagamenti per eventi con tempo di ritorno  $Tr > 200$  anni;
- Pericolosità da alluvioni frequenti (**P3**), come definita dall'articolo 2, comma 1, lettera e) della L.R. 41/2018; si tratta di aree interessate da allagamenti per eventi con tempo di ritorno  $Tr \leq 30$  anni.

Nel territorio interessato dalla Variante sono presenti esclusivamente aree ritenute a pericolosità da alluvioni rare (**P1**).

## 5. Aspetti sismici

### 5.1 La Carta delle Microzone Omogenee In Prospettiva Sismica (M.O.P.S.)

L'elaborato **QCG06 Carta delle M.O.P.S.** di questa Variante introduce alcune modifiche cartografiche rispetto alla precedente omologa carta del Regolamento Urbanistico. Come quest'ultima, mostra la presenza nell'areale delle seguenti due tipologie di 'Zone stabili suscettibili di amplificazione sismica locale':

- zona di tipo Z6;
- zona di tipo Z8.

La zona di tipo Z6 è caratterizzata da una colonna sismostratigrafica che prevede, dall'alto verso il basso:

- una prima successione di depositi sciolti prevalentemente sabbiosi di spessore massimo 3 metri;
- una seconda successione di depositi addensati prevalentemente sabbiosi di spessore compreso fra 15 e 20 metri;
- una terza successione di depositi argillosi ed argilloso-ghiaiosi di spessore maggiore di 100 metri;
- il substrato litoide.

La zona di tipo Z8 è caratterizzata da una colonna sismo-stratigrafica che si diversifica dalla precedente nel primo pacco di strati, in quanto prevede, dall'alto verso il basso:

- una prima successione di depositi scarsamente consistenti prevalentemente argillosi di spessore massimo 3 metri;
- una seconda successione di depositi addensati prevalentemente sabbiosi di spessore compreso fra 15 e 20 metri;
- una terza successione di depositi argillosi ed argilloso-ghiaiosi di spessore maggiore di 100 metri;
- il substrato litoide.

La modifica cartografica accennata in precedenza consiste nell'aver attribuito alla colonna MOPS Z6 sia la fascia portuale ed il litorale sia la pianura in generale, riservando la Z8 alle zone depresse interdunari poste a sud dell'area di Variante. Ciò in forza di valutazioni sulla litologia di superficie e sul fatto che la Carta delle MOPS del R.U., non trovando origine in alcuna carta propedeutica, si presume discenda da uno studio sulla liquefazione risalente al 2005, superato nel 2018 da uno studio del Dipartimento di Ingegneria Civile e Industriale dell'Università di Pisa (ANALISI FINALIZZATE ALLA VERIFICA A LIQUEFAZIONE DEI TERRENI NELL'AREA DELLA PROVINCIA DI PISA E LUCCA; responsabile scientifico prof. Diego Lo Presti) effettuato nell'ambito di una convenzione con la Regione Toscana; tale studio, sviluppato con tre metodi diversi (Boulanger e Idriss 2014, Robertson e Wride 1998, Juang et al. 2006), ha mostrato che i terreni della zona hanno un indice LPI (indice del potenziale di liquefazione) nullo o basso.

Il territorio interessato dalla Variante è stato attribuito interamente alla zona di tipo Z6.

## 5.2 La Carta della pericolosità sismica locale

L'elaborato **QCG07 Carta della pericolosità sismica locale** mostra la presenza nell'areale delle seguenti due classi:

- Pericolosità sismica locale media (**S2**):

- 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 amplificazioni locali, non rientranti tra quelli previsti nelle classi di pericolosità sismica S.3;

- Pericolosità sismica locale elevata (**S3**):

- 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 ( $F_x$ ) > 1.4.

Nel territorio interessato dalla Variante sono presenti esclusivamente aree ritenute a pericolosità sismica locale media (**S2**). Nella valutazione della fattibilità sismica (vedi elaborato QP06) a livello di intervento diretto o indiretto sono comunque raccomandabili indagini geognostiche e verifiche geotecniche per il calcolo del fattore di sicurezza relativo alla liquefazione dei terreni.

## 6. Aspetti idrogeologici

### 6.1 Cenni di inquadramento idrogeologico

Dal punto di vista idrogeologico, nella zona litoranea è presente un sistema multistrato, con un acquifero freatico prossimo al piano di campagna che subisce una escursione di circa 0.70/1.50 metri annui, caratterizzato da massimi invernali primaverili e minimi estivi autunnali, che appare drenato dal Canale Burlamacca. Tale acquifero, che si ricarica sia per alimentazione meteorica dalla zona dunare che per infiltrazione dalla zona pedemontana, è limitato in profondità (20-30 m) da un orizzonte argilloso-limoso che lo separa da falde inferiori, da confinate a semi-confinate. Le sabbie superficiali hanno in genere permeabilità decrescente con la profondità, con valore medio compreso fra  $1 \times 10^{-3}$  e  $1 \times 10^{-4}$  cm/sec.

### 6.2 La Carta idrogeologica

L'elaborato **QCG08 Carta idrogeologica** mostra la presenza nell'areale delle seguenti due classi:

- Terreni a permeabilità da discreta ad elevata; vulnerabilità dell'acquifero da media ad elevata;
- Terreni a permeabilità da bassa a molto bassa; vulnerabilità dell'acquifero da bassa a molto bassa.

La carta riporta anche le curve isofreatiche (elaborazione 2018) e le curve isosaline in  $\mu\text{S}$  (elaborazione 1984, 1999), riprese peraltro tal quali dalla carta omologa del Regolamento Urbanistico.

Nel territorio interessato dalla Variante sono presenti esclusivamente terreni a permeabilità da discreta ad elevata, cui corrisponde una vulnerabilità dell'acquifero da media ad elevata.