

Provincia di Livorno
Comune di Rosignano Marittimo

"LA CITTÁ AL MARE"
VARIANTE AL R.U. DI UN'AREA SITA
NEL COMUNE DI ROSIGNANO MARITTIMO
FRAZIONE DI VADA IN LOCALITÁ MAZZANTA

PROGETTO

- arch. **Mario Bartolommei** - Via Oberdan, 2 - 52100 - Arezzo - t. +39 0575 24200 - mario.bartolommei@gmail.com (capogruppo)

GRUPPO DI PROGETTAZIONE

- **s+s studio** - **Diletta Storace** e **Nicola Spagni architetti** - Piazza San Firenze, 2 - 50122 - Firenze - t. +39 055 2654495 - info@essepiuesse.it
- **Sintesis s.r.l.** - **ing. Renato Butta** - Via Martin Luther King 15 - 57128 Livorno - t. +39 0586 815245 - Renato.Butta@sintesis.toscana.it
- **Prima Ingegneria** - **ing. Pietro Chiavaccini** - Via G. Civinini 8 - 57128 - Livorno - t.+39 0586 372660 - p.chiavaccini@primaingegneria.it
- **dott. Sergio Crocetti** - via Palestro, 49 - 57014 - Collesalveti (LI) - t. +39 0586 963040 - scroce@sysnet.it

COMMITTENZA

- camping Rada Etrusca** - via dei Cavalleggeri, 28 - 57018 - Vada (Rosignano Marittimo)
- camping Molino a Fuoco** - via dei Cavalleggeri, 32 - 57018 - Vada (Rosignano Marittimo)
- camping Baia del Marinaio** - via dei Cavalleggeri, 177 - 57018 - Vada (Rosignano Marittimo)
- camping Campo dei Fiori** - loc. Campo dei Fiori, 4 - 57018 - Vada (Rosignano Marittimo)
- residence gli Oleandri** - via dei Cavalleggeri - 57018 - Vada (Rosignano Marittimo)
- IDS del Clero - Livorno** - via dei Cavalleggeri - 57018 - Vada (Rosignano Marittimo)
- sig. Vallini Gianfranco** - via dei Cavalleggeri - 57018 - Vada (Rosignano Marittimo)

RELAZIONE GEOLOGICO TECNICA

Relazione Tecnica - Tavole - Allegati

TITOLO	008	ELABORATO
DESCRIZIONE	-	SCALA
STATO	-	DATA PRESENTAZIONE
	19-07-2013	DATA APPROVAZIONE
01	SC	SC
REVISIONE	ESECUZIONE	APPROVAZIONE



INDICE RELAZIONE

RELAZIONE GEOLOGICO-TECNICA

- A –PREMESSA;
- B – ASPETTI NORMATIVI;
- C – INDAGINI ESEGUITE;
- D - INQUADRAMENTO MORFOLOGICO, GEOLOGICO, IDROGEOLOGICO;
- E – MODELLO DEL SOTTOSUOLO - ASSETTO LITOSTRATIGRAFICO, LITOTECNICO, ED IDROGEOLOGICO;
- F –ASPETTO SISMO-STRATIGRAFICO E CARTA MOPS;
- G – VALUTAZIONI DELLA PERICOLOSITÀ E DELLA FATTIBILITÀ;
- H – INDICAZIONI DI FATTIBILITA'.

INDICE TAVOLE ED ALLEGATI

- Tav. 1 – Corografia (scala 1:15.000);
 - Tav. 2 – Stralcio Carta della Pericolosità Geologica;
 - Tav. 3 – Stralcio Carta della Pericolosità Idraulica;
 - Tav. 4 – Stralcio Carta dei Pozzi e delle Aree di Salvaguardia;
 - Tav. 5 – Stralcio Carta della Pericolosità Idraulica – P.A.I. Bacino Regionale Toscana Costa;
 - Tav. 6 e 6a – “Carta delle Indagini” - Ubicazione delle indagini effettuate e di correlazione (scala 1:15.000 e 1:5.000);
 - Tav. 7 e 7a - Carta Geologica e Geomorfologica (scala 1:15.000 e 1:5.000);
 - Tav. 8 – Sezioni Geologiche (scala 1:500 e 1.2.000);
 - Tav. 9 – Carta delle Frequenze fondamentali dei depositi (scala 1:5.000);
 - Tav. 10 – Carta delle Microzone Omogenee in Prospettiva Sismica – MOPS (scala 1:5.000);
 - Tav. 11 – Carta della Pericolosità Sismica Locale (Scala 1:5.000);
 - Tav. 12 – Carta delle Pericolosità e delle Fattibilità (Scala 1:5.000).
-
- Allegato 1 – Tabulati e diagrammi prove penetrometriche CPT;
 - Allegato 2 - Diagrammi e tabulati indagine MASW + HVSR;
 - Allegato 3 –Indagini geognostiche di correlazione (sondaggi a carotaggio, penetrometrie, indagini sismiche a rifrazione, etc.).

- RELAZIONE GEOLOGICO-TECNICA

A – PREMessa

Su incarico della committenza e dei progettisti, con la presente relazione intendiamo fornire un supporto geologico-tecnico alla variante al Regolamento Urbanistico del comparto denominato "La Città al Mare" in conformità al D.P.G.R. n.53/R del 2011.

L'intervento si localizza all'interno di una vasta area di circa 60 ettari nel comune di Rosignano Marittimo nella frazione di Vada, a sud del piccolo centro storico, in località Mazzanta e si articola lungo l'asse di Via dei Cavalleggieri delimitata a nord dal torrente Tripesce, a sud dal centro della Mazzanta, ad ovest dalla pineta e ad est da una fascia di territorio prevalentemente agricolo. Il comparto che si va ad individuare all'interno della UTOE 2 è composto principalmente da aree di proprietà privata unite alle aree pubbliche attigue attraverso un sistema di viabilità, parcheggi, verde pubblico e servizi (Tav.1).

L'ambito è composto principalmente da aree destinate a campeggi ed R.T.A (Campeggio Rada Etrusca, Campeggio Molino a Fuoco, Residence Gli Oleandri, Campeggio Baia del Marinaio, Campeggio Campo dei Fiori) e si contraddistingue per il forte potenziale turistico - ricettivo espresso solo parzialmente a causa di una marginalità qualitativa delle strutture rispetto agli standard di livello europeo.

L'area confina con un'ampia fascia costiera composta da una pineta secolare che funge da importante risorsa per il patrimonio comunale ed arricchisce la vocazione paesaggistica di tutto il comparto che si identifica facilmente con un paesaggio campestre tipico delle aree costiere toscane.

Il progetto pone attenzione sulla riduzione del gravoso rischio idraulico, che fino ad ora ha paralizzato ogni possibile forma di sviluppo concreto. Il problema viene affrontato con un progetto sostenibile volto all'utilizzo del minor numero possibile di pompe idrovore a favore della riscoperta degli antichi fossi di scolo individuati nel catasto leopoldino.

B – ASPETTI NORMATIVI

L'ambito denominato "LA CITTA' AL MARE" è inserito nel R.U. all'interno dell'UTOE 2; i livelli di Pericolosità geologica ed idraulica e sono individuati rispettivamente nelle tavole G-8 e G-5 del Regolamento Urbanistico.

In particolare si ha:

Classe di Pericolosità Geomorfologica (Tav.G-8)	3.2	Medio-elevata
Classe di Pericolosità Idraulica (Tav.G-5)	4 / 4.1	Elevata – Molto Elevata
Carta dei Pozzi e delle Aree di Salvaguardia (Tav. G-4)	C. Aree della pianura costiera soggette ad ingressione di acque marine	Molto vulnerabili
Classe di Pericolosità sismica	Non individuata	

Una modesta porzione di ambito, all'interno del Camping Molino a Fuoco ricade in Classe di Pericolosità Idraulica "3" – Media.

Gli stralci relativi alla cartografia tematica sono riportati nelle Tavole 2-3-4 del presente documento.

L'analisi di rischio allegata al presente R.U. individua per l'ambito oggetto di variante le seguenti Fattibilità Geologica ed Idraulica:

Classe di Fattibilità Geologica (Tav. FG-12)	3	Condizionata
Classe di Fattibilità Idraulica (Tav. FID-12)	3	FC1 Condizionata dalle norme per le aree a pericolosità idraulica media
	4	FC Condizionata dalle specifiche norme PAI
Classe di Fattibilità sismica	Non individuata	

Secondo quanto previsto dall'Art.3 del DPGR 53/R del 2011 nel corso della presente relazione sono state effettuate delle indagini geognostiche dirette (penetrometrie statiche, MASW, HVSR) mirate ad approfondire il quadro ambientale esistente ed a verificare la pericolosità del territorio sotto il profilo geologico, idraulico e sismico, quest'ultimo peraltro assente nel Regolamento Urbanistico in vigore presso il Comune di Rosignano Marittimo.

L'assetto geologico-idrogeologico-idraulico e le caratteristiche sismo-stratigrafiche dei terreni nell'area d'intervento ed in un suo significativo intorno, consentiranno di definire la fattibilità degli interventi di trasformazione.

Per quanto concerne gli aspetti legati alla messa in sicurezza idraulica del comparto si rimanda al progetto preliminare di messa in sicurezza redatto dallo Studio Prima - Ing. Chiavaccini tenendo presente che la zona oggetto di trasformazione ricade, secondo il P.A.I. ed il R.U., quasi interamente nelle Classi di Pericolosità idraulica Elevata e Molto Elevata (Tav.5), all'interno di una porzione di territorio il cui reticolo idraulico è soggetto a sollevamento meccanico.

C – INDAGINI ESEGUITE

Una volta presa visione delle tavole progettuali, le indagini eseguite sono consistite in più sopralluoghi nell'area in esame e di un suo congruo intorno ritenuto significativo, nel corso dei quali sono stati verificati la natura dei litotipi affioranti, l'assetto geomorfologico-litotecnico e quello idraulico-idrogeologico.

Per caratterizzare i terreni dal punto di vista litologico e sismo-stratigrafico è stata condotta una campagna di indagine consistita in:

- n° 10 prove penetrometriche statiche (CPT 1,2,3 ...10) spinte tutte fino al rifiuto strumentale; la massima profondità raggiunta è stata pari a -13,6 m rispetto dal piano di campagna.
- n°1 stendimento MASW per verificare le velocità di propagazione delle onde Vs30.
- N°5 analisi sismiche dei microtremori (HVSr) per valutare le frequenze caratteristiche di risonanza del sito.

E' stata inoltre effettuata una correlazione con i seguenti dati di base:

- n°3 sondaggi a carotaggio continuo (progetto Docup – Regione Toscana);
- n°1 sondaggio a distruzione (Database ISPRA);
- n°4 prove penetrometriche statiche CPT fornite da privati;
- n°3 stendimenti di sismica a rifrazione (progetto Docup – Regione Toscana).

Le prove penetrometriche di tipo statico (CPT) sono state effettuate dalla ditta Geoservizi s.n.c. di Pisa con Penetrometro TG 73 200 KN PAGANI e punta Begemann. Durante la prova penetrometrica statica, ogni 20 cm di avanzamento sono state fatte misure di resistenza alla punta (Q_c), di resistenza laterale (F_s) e spinta totale (rivestimento + punta) (Q_t); è stato inoltre calcolato per le varie profondità il rapporto Q_c/F_s (rapporto Begemann) utile per l'interpretazione stratigrafica e per dedurre i seguenti parametri geotecnici:

γ (Gamma) = peso di volume (kg/dm^3)

σ^{VO} (Sigma' VO) = pressione verticale efficace (kg/cm^2)

ϕ (Fi) = angolo di attrito interno ($^\circ$)

D_r = densità relativa (%)

c_u = coesione non drenata (kg/cm^2)

m_v = coeff. di compressibilità volumetrica (cm^2/t)

Le indagini geofisiche MASW+HVSr sono state eseguite dalla ditta A.R.S. Geologica s.n.c. di Collesalveti (Li), utilizzando un sismografo analogico della "Sysmatrack" della M.A.E. S.r.l., e n. 24 geofoni verticali con frequenza propria di 4.5 Hz canali. Lo stendimento effettuato ha una lunghezza complessiva di 46,0 metri con un passo (ovvero la distanza tra due geofoni) di 2,0 m.

Lo studio dei microtremori è stato eseguito con un Tromografo digitale SR04 a tre componenti con frequenza dei geofoni di 4,5 Hz in cinque differenti postazioni.

L'ubicazione delle prove effettuate "in situ" e di quelle di correlazione è riportata nelle Tavole 6-6a (Carta delle Indagini), mentre i tabulati ed i diagrammi relativi alle indagini sono inseriti negli Allegati 1, 2 e 3.

Le indagini sismiche sono state eseguite, per quanto possibile, nel rispetto delle modalità richieste nelle istruzioni tecniche regionali del Programma V.E.L..

Viste l'irregolarità della forma e le ridotte dimensioni dell'ambito di studio rispetto al contesto circostante, non è stato possibile, sulla base dei dati a disposizione, applicare il criterio

che permette di stabilire il livello di qualità delle cartografie di microzonazione così come richiesto dagli standards della Regione Toscana. L'incremento delle indagini effettuate ed i dati raccolti, anche esternamente all'area di intervento, hanno comunque permesso di raggiungere un buon grado di dettaglio nella ricostruzione del modello geologico e stratigrafico.

D – INQUADRAMENTO MORFOLOGICO, GEOLOGICO, IDROGEOLOGICO;

L'area in esame è ubicata nella porzione centrale della pianura costiera compresa fra Vada e la Mazzanta e fra il Torrente Tripesce a nord ed il Fosso Ferro di Cavallo a Sud. Attualmente quasi completamente pianeggiante, con pendenze inferiori all'1%, l'ambito si trova a quote comprese fra 0,5 e 2,5 m s.l.m.m., con una leggera pendenza in direzione E-W (Tav.1).

Il rilevamento sul luogo ha permesso di evidenziare una discreta compagine d'insieme dell'intera zona, con assenza di movimenti attribuibili a colamenti, cedimenti, frane o altre forme di erosione superficiale diffusa.

Le caratteristiche geomorfologiche di estrema semplicità, l'assenza di dissesti in atto e di cedimenti e/o lesioni agli edifici limitrofi esistenti, conferiscono all'area condizioni di iperstabilità.

Attualmente l'ambito è composto principalmente da aree destinate a campeggi ed R.T.A adiacenti sul lato orientale ad aree con funzioni agricole; l'allontanamento delle acque meteoriche è garantito dalle fosse campestri e dai canali di scolo che corrono verso sud, in direzione dell'impianto idrovoro.

La Pianura di Vada, che si sviluppa fra l'abitato di Vada e la quello della Mazzanta ha una lunghezza pari a circa 3,0 km, ed è caratterizzata dall'alternarsi di sedimenti sabbiosi e limo-argillosi originati da un sistema di dune e dalle lagune e paduli rispettivamente retrostanti. I lidi, ben riconoscibili, ed allineati secondo gli antichi lineamenti litoranei corrispondono a barre emerse per sovraccumulo dei sedimenti trasportati dalla deriva litoranea successivamente stabilizzati dalla vegetazione; viceversa le dune dette "tomboli" sono poco più elevate (fino a 2-3 m) ed irregolari rispetto ai lidi per la loro origine eolica. Le aree lagunari e palustri, dette "lame" hanno allineamenti paralleli ai lidi e corrispondono ad antichi tratti di mare leggermente più profondi dove si sono sedimentati materiali più fini (limi, limi sabbiosi con torba) trasportati dai corsi d'acqua che scendevano dalle colline retrostanti.

La geologia della zona è evidenziata nello stralcio della Carta Geologica riportata in Tav.7. Partendo dalla Carta Geologica-Geomorfologica Regionale, tramite i dati litostratigrafici ottenuti nella presente campagna di indagine è stata effettuata una revisione dell'attuale cartografia, soprattutto relativamente alla distribuzione dei cordoni dunali litoranei.

I depositi alluvionali, palustri e litoranei della Pianura di Vada risalgono all'Olocene essendo più o meno tutti collegati al sovralluvionamento che si è sviluppato in questa pianura man mano che il livello del mare è risalito durante la deglaciazione postwurmiana.

In particolare nell'area di studio procedendo dal mare verso monte, ossia dai sedimenti più recenti a quelli più antichi affiorano le seguenti formazioni:

- **Depositi di spiaggia e sabbie litorali (g2a):** Sabbie medie e grossolane ben classate talora con resti conciliari e ciottoli appiattiti; Olocene-Attuale
- **Depositi alluvionali (b):** Limi sabbiosi contenenti rari ciottoli. Talora sono presenti lenti argillose di colore grigio con resti vegetali; Olocene-attuale
- **Depositi eolici (da):** Sabbie da medie a fini di color grigio-bruno ed avana con ridotta porzione limosa e talvolta con resti vegetali marini, da debolmente a mediamente addensate; Olocene
- **Depositi palustri (e3a):** Sabbie limose e limi sabbiosi di colore marrone bruno contenenti livelli argillosi di colore grigio-verde e livelli con resti organici torbosi di colore grigio nerastro; Olocene
- **Sabbie rosse di Donoratico (QSD):** Sabbie da medie a fini, talora limose, di colore variabile dal rosso-bruno all'arancio, con screziature giallo oca o grigio verdi e presenza di noduli neri carboniosi e ferro-manganesiferi. Massive, talora contenenti lenti, da centimetriche a decimetriche, di sabbie più grossolane con clasti di dimensioni ruditiche fini in matrice sostenute. Il contenuto fossilifero è limitato a gasteropodi di ambiente continentale e resti vegetali. Corrispondono alle Sabbie di Ardenza (ex q9); Pleistocene superiore
- **Calcareni (Panchina) di Castiglioncello (QPC):** Calcareni sabbiose e sabbie ciottolose talora cementate color marrone-avana con ciottoli alla base e presenza di faune ed ospiti meridionali di spiaggia, talora con laminazione incrociata di spiaggia emersa e di duna. (ex q8). Pleistocene superiore
- **Sabbie ed Argille ad Artica Islandica (ART):** Sabbie, argille sabbiose ed argille grigie spesso ricche in faune ad ospiti nordici; alla base sono spesso presenti conglomerati e ciottoli medi. Ambiente neritico. Pleistocene inferiore

Come sopra descritto nell'area affiorano e sono presenti nel sottosuolo depositi litoranei-palustri-alluvionali che raggruppano strati a diversa permeabilità primaria: da bassa nei limi argillosi-sabbiosi, a media nelle sabbie e sabbie limose fino ad elevata nelle sabbie con ciottoli. Pertanto i livelli meno permeabili hanno funzione di acquitardi, mentre le sabbie e le ghiaie, a seconda della matrice limosa e dello spessore, fungono da orizzonti acquiferi.

Vista comunque la matrice sabbiosa il primo acquifero freatico è di fatto esteso a tutta la piana e rappresentato dai depositi olocenici recenti che sono in stretta comunicazione con il sistema di interscambio litoraneo. Tale fenomeno è ben evidenziato anche dalla cartografia di corredo al R.U. che inserisce l'ambito in un contesto ad elevata vulnerabilità per la presenza di fenomeni di ingressione marina (Tav.4).

Le misure piezometriche effettuate nei fori delle prove penetrometriche hanno permesso di accertare la presenza di una falda freatica superficiale, il cui livello statico intercettato è compreso fra - 0,4 e -1,8 m dall'attuale piano campagna. Le misure eseguite confermano soprattutto nelle porzioni di territorio più depresse, la presenza di una falda sub-affiorante.

E - MODELLO DEL SOTTOSUOLO - ASSETTO LITOSTRATIGRAFICO, LITOTECNICO ED IDROGEOLOGICO

La geologia del sottosuolo è stata dedotta dai dati stratigrafici, sismici e litotecnici acquisiti direttamente in situ (penetrometrie, HVSR, MASW) ed attraverso prove di correlazione (stratigrafie di pozzi, sondaggi, indagini a rifrazione) effettuati all'interno del medesimo contesto lito-stratigrafico.

L'assetto geologico e litostratigrafico è sintetizzato nelle sezioni riportate in Tavola 8.

I terreni che costituiscono la coltre più superficiale, attraversati nel corso delle indagini effettuate, risultano essere di origine dunale e palustri (**da** e **e3a**) costituiti da sedimenti sabbiosi e limo-argillosi per i primi 3-8 metri ($V_s < 180-200$ m/sec), per poi passare a depositi sabbio-argillosi (**QSD** – $V_s < 380$ m/sec) e sabbioso-ghiaioso-calcarenitici (**QPC** – $V_s > 800$ m/sec) appartenenti a terrazzi pleistocenici a maggior grado di addensamento e/o consistenza fino alla profondità di circa -25/30 metri. Al di sotto si rinvengono depositi prevalentemente argillosi (**ART**) aventi spessori dell'ordine delle centinaia di metri.

Dall'analisi dei dati relativi alle prove effettuate e dalla correlazione con i dati litostratigrafici a nostra disposizione è stato possibile ricostruire la sequenza stratigrafica "tipo" dei terreni indagati.

Stratigrafia tipo:

Ambito palustre

Da 0,0 a -0,3 m	Terreno vegetale areato costituito da sabbia-limosa color marrone (suolo agrario) o terreni di riporto.
Da -0,3 a -4,0/-7,0 m	Alternanza di limi sabbiosi di colore marrone bruno e livelli argillosi di colore grigio-verde con resti organici torbosi di colore grigio nerastro (Depositi palustri – "e3a").
Da -4,0/7,0 a -6,5/17,0 m	Sabbie da medie a fini, talora limose, di colore variabile dal rosso-bruno all'arancio, con screziature giallo oca o grigio verdi e presenza di noduli neri carboniosi e ferro-manganesiferi da mediamente addensate a fortemente addensate con ghiaietto e sottili lenti di argille limose (Sabbie Rosse di Donoratico – "QSD").
Da -6,5/17,0 a -25,0 m	Sabbie ciottolose talora cementate passanti a calcarenite sabbiosa color marrone-avana con ciottoli alla base. (Calcarenitici di Castiglioncello – "QPC").

Ambito dunale

Da 0,0 a -0,3 m	Terreno vegetale areato costituito da sabbia-limosa color marrone (suolo agrario) o terreni di riporto.
Da -0,3 a -1,5/-4,0 m	Sabbie da medie a fini di color grigio-marrone chiaro debolmente limose e talvolta con resti vegetali (Depositi dunali – "da").

Da -1,5/4,0 a -4,0/7,0 m	Alternanza di limi sabbiosi di colore marrone bruno e livelli argillosi di colore grigio-verde con resti organici torbosi di colore grigio nerastro (Depositi palustri – “e3a”)
Da -4,0/7,0 a -7,5/8,0 m	Sabbie da medie a fini di color grigio-marrone chiaro debolmente limose e talvolta con resti vegetali (Depositi dunali – “da”). <u>Livello non sempre continuo.</u>
Da -4,0/8,5 a – 16,0/18,0 m	Sabbie da medie a fini, talora limose, di colore variabile dal rosso-bruno all’arancio, con screziature giallo oca o grigio verdi e presenza di noduli neri carboniosi e ferro-manganesiferi da mediamente addensate a fortemente addensate con ghiaietto e sottili lenti di argille limose (Sabbie Rosse di Donoratico – “QSD”).
Da -16,0/18,0 a -30,0 m	Sabbie ciottolose talora cementate passanti a calcarenite sabbiosa color marrone-avana con ciottoli alla base. (Calcareniti di Castiglioncello – “QPC”).

Come si può osservare dall’interpretazione lito-stratigrafica all’interno dell’area di intervento esistono, entro i primi 8,0 metri, delle discontinuità stratigrafiche e litologiche nei terreni del sottosuolo dovute a variazioni locali con eteropie di facies fra gli orizzonti coesivi (palustri) e granulari (dunali).

Dal punto di vista idrogeologico, nel sottosuolo è presente una circolazione idrica freatica nei sedimenti recenti; il livello piezometrico della I falda freatica risale fino a quote prossime al piano campagna.

In sintesi sono presenti terreni coesivi e granulari, con caratteristiche geomeccaniche basse fino a profondità di -6/8 metri per poi aumentare decisamente negli orizzonti incoerenti addensati e cementati più profondi.

I valori medi per gli orizzonti individuati sono stati elencati nella seguente tabella:

<u>ORIZZONTI</u>	Rp KPa	γ kN/m ³	ϕ (°)	Dr %	Cu KPa	Mo KPa
“Depositi dunali – da”	4000-12000	18,0-19,0	38-40	60-80	-	20000
“Depositi palustri – e3a”	200-300	15,0-16,0	-	-	10-15	2000
Sabbie Rosse di Donoratico – “QSD”	>-6000-rifiuto	19,0-20,0	30-34	50-60	70	10000
Calcareniti di Castiglioncello – “QPC”	Rifiuto	21,0-22,0	>40	80-100	-	50000

Legenda: **Rp**= Resistenza di punta, γ = Peso di volume, ϕ = Angolo di attrito interno, **Dr**= Densità relativa, **Cu**= Coesione non drenata, **Mo**= Modulo di deformazione edometrica.

F – ASPETTO SISMO-STRATIGRAFICO E CARTA MOPS

La precedente classificazione sismica (DM del 19/03/81) collocava il territorio comunale di Rosignano M.mo in Categoria II con grado di sismicità $S=9$; la recente riclassificazione (OPCM n.3274 del 20/03/03 e succ. mod.e integr.) colloca il territorio in "Zona 3S" con accelerazione convenzionale pari a 0.25 g.

Nelle nuove norme assumono notevole importanza i profili stratigrafici del sottosuolo, che, secondo le caratteristiche di spessore e di rigidità sismica possono amplificare il moto sismico in superficie rispetto a quello indotto alla loro base.

Le indagini effettuate hanno permesso di evidenziare quanto segue:

- La caratterizzazione geometrica delle formazioni in termini di potenza risulta congruente con le informazioni geologiche e stratigrafiche desunte sia dal rilievo geologico che dai dati di base a disposizione;
- L'attribuzione litostratigrafica ai vari orizzonti risulta coerente con i valori di velocità sismiche registrati;
- Lo studio dei microtremori (HVSR) ha permesso l'individuazione di un substrato rigido e la stima della profondità ($H=V_{s_{medio}}/4v_0$); il contrasto di impedenza sismica registrato ha consentito inoltre di osservare un graduale aumento delle frequenze fondamentali procedendo dal mare verso monte, confermando la riduzione in termini di potenza della copertura. Lungo l'allineamento parallelo alla linea di costa si registrano valori di frequenza pressoché identici che confermano la medesima profondità del bedrock sismico (Tav.9).
- Il dato sismico e stratigrafico discretezza 3 sismostrati: i depositi costieri/dunali, palustri (da + e3a) di esiguo spessore (da 4,0 a 8,0 m e $V_s < 180-200$ m/sec), un deposito di copertura costituito dalle Sabbie rosse di Donoratico (QSD) con spessori di 10-15 m. Al di sotto è presente un livello di spessore al momento non definibile (presumibilmente di almeno 10-12 m) di Panchina (Calcarenite sabbiosa cementata – QPC) che in quest'area assume certamente le caratteristiche di un bed-rock sismico (valori registrati di V_s durante le indagini a rifrazione di 800-1100 m/sec) sicuramente a causa dell'elevato grado di cementazione. Al di sotto della Panchina è probabile che sia presente la formazione delle Sabbie ed Argille ad *Artica Islandica* (ART) che rappresenta il substrato non roccioso dell'area (vedi sondaggi di correlazione in All.3).
- I primi 4,0-8,0 metri di copertura sono caratterizzati da depositi sabbiosi mediamente addensati (da) e da limi-argillosi (e3a) a bassissima consistenza con falda freatica prossima al piano campagna.

Le caratteristiche sismo-stratigrafiche sopra individuate hanno portato alla ricostruzione della Carta delle Microzone Omogenee in Prospettiva Sismica (MOPS) riportata in Tav.10.

Lo studio non individua la presenza di "Zone stabili" prive di amplificazione sismica, pertanto l'ambito è stato suddiviso in:

➤ ZONE STABILI SUSCETTIBILI DI AMPLIFICAZIONI LOCALI

All'interno della classe sono state individuate n.3 Zone (Zona 1, Zona 2 e Zona 3) a seconda della litologia della copertura, della potenza della copertura e della profondità del bed-rock sismico.

➤ **ZONE SUSCETTIBILI DI INSTABILITA'**

Contraddistingue l'intero ambito in quanto caratterizzato da terreni sabbiosi e sabbio limosi con falda freatica prossima al piano campagna.

G – VALUTAZIONI DELLA PERICOLOSITÀ E DELLA FATTIBILITÀ

L'ambito oggetto di variante viene riconosciuto come:

a) area di pianura costiera priva di dissesti in atto o quiescenti, con sottosuolo eterogeneo caratterizzato da parametri geomeccanici da bassi, nei livelli più superficiali della copertura, a buoni oltre i -8/10 m di profondità e con presenza di una falda freatica superficiale entro i primi 2 metri di sottosuolo.

b) area litoranea inserita, quasi interamente, in un contesto inondabile con tempi di ritorno inferiori a 200 anni, come confermato anche dagli studi idrologici-idraulici a supporto del R.U.. Reticolo superficiale a sollevamento meccanico.

c) area con sottosuolo potenzialmente liquefascibile, con miglioramento delle caratteristiche geomeccaniche in profondità e con presenza di un bedrock sismico (QPC), entro i -30 m, con $V_{s,30} > 800$ m/sec.

Pertanto relativamente alla Pericolosità dell'area (vedi Tav.2-3), dal punto di vista sia geologico-geotecnico che idraulico, sono ritenute adeguate le valutazioni fatte all'interno dello studio geologico di supporto al R.U. del Comune di Rosignano M.mo.

Dovendo adeguarsi alle prescrizioni ed alle legende inserite nel DPGR 53/R, si assegnano le seguenti Classi di Pericolosità (vedi Tavola 12):

Classe di Pericolosità Geologica	G.3	Elevata
Classe di Pericolosità Idraulica	I.4-I.3	Molto Elevata - Elevata
	I.2	Media

Pericolosità geologica elevata (G.3): ... aree con potenziale instabilità connessa alla giacitura, all'acclività, alla litologia, alla presenza di acque superficiali e sotterranee; aree interessate da intensi fenomeni erosivi e di subsidenza; aree interessate da terreni con scadenti caratteristiche geotecniche.....

Pericolosità idraulica molto elevata (I.4): Aree interessate da allagamenti con $Tr \leq 30$ anni.

Pericolosità idraulica elevata (I.3): Aree interessate da allagamenti per eventi compresi tra $30 < Tr \leq 200$ anni.

Pericolosità idraulica media (I.2): *Aree interessate da allagamenti per eventi compresi tra $200 < Tr \leq 500$ anni.*

Riguardo alla Pericolosità sismica sulla base dell'analisi di micro zonazione sismica di livello "1" è stata redatta la Carta della Pericolosità Sismica Locale riportata in Tavola 11.

L'intero ambito ricade in :

Classe di Pericolosità Sismica Locale	S.3	Elevata
---------------------------------------	------------	----------------

Pericolosità sismica locale (S.3): *... zone con terreni di fondazione particolarmente scadenti che possono dar luogo a cedimenti diffusi; terreni suscettibili di liquefazione dinamica; zone di contatto fra litotipi con caratteristiche fisico meccaniche significativamente diverse; ... zone stabili suscettibili di amplificazioni locali caratterizzati da un alto contrasto di impedenza sismica atteso tra copertura e substrato rigido entro alcune decine di metri.*

Considerate le condizioni geologiche in senso lato e vista la destinazione d'uso complessiva dell'intero ambito (Turistico ricettiva), per l'area si ritiene corretto assegnare le seguenti classi di Fattibilità (Tav.12):

"ZONA A"

Classe di Fattibilità Geologica	F.G.3	Condizionata
Classe di Fattibilità Idraulica	F.I.3	Condizionata
Classe di Fattibilità Sismica	F.S.3	Condizionata

"ZONA B"

Classe di Fattibilità Geologica	F.G.3	Condizionata
Classe di Fattibilità Idraulica	F.I.4	Limitata
Classe di Fattibilità Sismica	F.S.3	Condizionata

Fattibilità Condizionata (F.3): *Si riferisce alle previsioni urbanistiche ed infrastrutturali per le quali, ai fini della individuazione delle condizioni di compatibilità degli interventi con le situazioni di pericolosità riscontrate, è necessario definire la tipologia degli approfondimenti di indagine da svolgersi in sede di predisposizione dei piani complessi di intervento o dei Piani Attuativi o, in loro assenza, in sede di predisposizione dei progetti edilizi.*

Fattibilità Limitata (F.4): *Si riferisce alle previsioni urbanistiche ed infrastrutturali la cui attuazione è subordinata alla realizzazione di interventi di messa in sicurezza che vanno definiti ed individuati in sede del medesimo Regolamento Urbanistico, sulla base di studi, dati da attività di monitoraggio e verifiche atte a determinare gli elementi di base utili per la predisposizione della relativa progettazione.*

G – INDICAZIONI DI FATTIBILITA'

Qui di seguito si riportano le indicazioni e le prescrizioni a supporto della fattibilità urbanistica per l'ambito oggetto di variante al R.U. denominato "La Città al Mare":

- Aspetti idraulici, morfologici ed idrogeologici

Rientrando gran parte delle aree in Classe di Pericolosità Idraulica Molto Elevata secondo il vigente R.U. e in PIME secondo il P.A.I. Bacino Toscana Costa, l'attuazione di nuove edificazioni sarà vincolato alla contestuale o preventiva realizzazione di interventi di messa in sicurezza idraulica sui corsi d'acqua o sulle cause dell'insufficiente drenaggio (all. A art. 3.2.2.1 del DPGR 53/R).

Le opere di messa in sicurezza idraulica sono inoltre indispensabili per consentire l'attuazione degli interventi in accordo a quanto indicato dall'art 2 comma 3 lett. f della L.R. 21/2012 che sottopone la realizzazione di interventi edilizi alla preventiva esecuzione di opere di messa in sicurezza idraulica che possano declassificare le aree ad una pericolosità idraulica inferiore.

Il Piano Attuativo dovrà pertanto progettare compiutamente gli interventi di messa in sicurezza idraulica con lo scopo di creare un nuovo sistema di regimazione idraulica a servizio per l'area oggetto di variante urbanistica predisposto fino ad eventi con $Tr=200$ anni.

Il progetto preliminare redatto dallo Studio Prima – Ing. P. Chiavaccini prevede l'alleggerimento dell'afflusso sull'esistente idrovora del Fosso del Molino con benefici per l'abitato della Mazzanta. In particolare è prevista la realizzazione di un nuovo impianto idrovoro alla foce del Fosso Tesorino in modo da sollevare le acque sino al mare. La rete di canali afferente al nuovo impianto sarà sconnessa dalla rete di bonifica del Botro del Molino e della Mazzanta e servirà il solo territorio oggetto della variante urbanistica. Saranno previste la risagomatura dei canali afferenti alla rete di bonifica con lievi innalzamenti degli argini, la realizzazione di casse di espansione per compensare parte dei volumi di acqua che affluiscono alla rete alleggerendo il compito delle nuove idrovore, la realizzazione di nuovi canali di guardia e di modeste arginature a difesa delle aree di interesse.

La disposizione dei nuovi corpi da realizzare dovrà consentire l'impianto di opere di allontanamento delle acque reflue e meteoriche superficiali (fognatura "nera" e "bianca"), evitando in concomitanza di intensi eventi meteorici il ristagno ed il mancato allontanamento verso le aste idriche principali o verso la pubblica fognatura.

La disposizione dei fabbricati dovrà privilegiare gli alti morfologici esistenti, lasciando eventuali porzioni più basse alla naturale destinazione (area a verde); allo stato attuale delle conoscenze il piano del pavimento finito del primo solaio fuori terra non potrà essere impostato a quota inferiore di +1.00 metri rispetto al livello medio mare.

Si sconsiglia la realizzazioni di vani e/o locali tecnici interrati e semi-interrati.

Non sarà consentita l'apertura di nuovi pozzi superficiali per fini potabili o irrigui che captino la I falda freatica.

- Aspetti geologici, geotecnici e sismici

In sede di Piano Attuativo e/o in sede di predisposizione dei progetti edilizi si dovranno realizzare opportune indagini geognostiche e geotecniche di laboratorio su campioni indisturbati per la corretta verifica dei cedimenti, per la definizione del coefficiente di sicurezza relativo alla liquefazione dei terreni e della profondità di appoggio dei piani fondazionali.

Si dovranno inoltre eseguire sondaggi a carotaggio continuo ed indagini geofisiche (sismica a rifrazione o prove in foro) finalizzate all'individuazione esatta della profondità del substrato rigido ed alla definizione della categoria di suolo sismico.

Dott. Geol. Sergio Crocetti

N. 988 Ord. Reg. Toscano

