

Provincia di Grosseto

Comune di Orbetello

**PRP DI TALAMONE
E CONTESTUALI VARIANTI AL PS E AL RU**

RELAZIONE GEOLOGICA DI FATTIBILITA'

Luglio 2017



Emesso da: *Dr. Massimo Pellegrini*

A handwritten signature in black ink, appearing to be "Massimo Pellegrini", written over a dotted line.

INDICE

	Pag.
1. - PREMESSA	3
2. - NORMATIVA DI RIFERIMENTO	5
3. - QUADRO GEOLOGICO	6
4. - QUADRO GEOMORFOLOGICO	11
5. - QUADRO IDROGEOLOGICO	14
6. - QUADRO GEOTECNICO	18
7. - FRAGILITA' SISMICA	25
8. - FRAGILITA' IDRAULICA	27
9. - PERICOLOSITA' GEOMORFOLOGICA, SISMICA E IDRAULICA	34

1. - PREMESSA

Sono state svolte indagini e valutazioni geologiche geotecniche e idrogeologiche di supporto alla redazione del Piano Regolatore Portuale di Talamone e ad alcune contestuali varianti al Piano Strutturale e al Regolamento Urbanistico del Comune di Orbetello (GR). In particolare le varianti sono:

- la variante per la Riconfigurazione della foce del Canale Collettore Occidentale di Talamone;
- la variante per la trasformazione dell'approdo di Talamone in porto turistico.

La realizzazione del Porto turistico secondo quanto previsto dal PRP è subordinata all'esecuzione dei lavori di riconfigurazione idraulica della foce del Canale Collettore Occidentale di Talamone e al loro collaudo.

La presente relazione illustra in particolare il percorso attraverso il quale, tenendo conto del quadro geologico conoscitivo e dei vari temi ambientali specifici, si è pervenuti alla definizione delle aree a diversa pericolosità, sia in termini di rischio geologico e sismico sia in termini di rischio idraulico e quindi, tenuto conto delle ipotesi progettuali del piano e delle varianti, sono state definite le specifiche condizioni di fattibilità

Il presente elaborato è stato sviluppato in riferimento anche a dati di base di tipo geologico e idrogeologico, prodotte a supporto di precedenti Strumenti Urbanistici del comune di Orbetello, in particolare del Piano Strutturale (2007), del R.U. (2011) e della stessa Variante per il Porto Turistico di Talamone (2009). Lo studio in particolare ha previsto il seguente programma operativo:

Fase 1: raccolta dati esistenti, sia di carattere generale sia relativi ad indagini già svolte nell'area più specificatamente interessata dal piano e dalle varianti. Analisi dei documenti e quadro di sintesi dei dati di base.

Fase 2: attività di aggiornamento sul terreno e di affinamento del quadro conoscitivo.

I documenti utilizzati per la ricostruzione del quadro geologico-idrogeologico, geomorfologico, geotecnico e sismico dell'area sono i seguenti:

- a) Rilievo geologico del territorio toscano in scala 1:10.000, reperibile in rete. Foglio 342 Orbetello, rilevato dall'Università di Pisa per la Regione.
- b) Sondaggi geognostici in terraferma e in mare eseguiti da Tecnosol srl nel 1976 per il Ministero LL.PP. - Ufficio Genio Civile - OO.MM. quale supporto alla costruzione del

primo tronco del molo che si appoggia alla terraferma sul promontorio del faro e si spinge in mare con direzione ENE.

- c) Prove geotecniche di laboratorio sempre eseguite da Tecnosol nel 1976 su campioni prelevati nei sondaggi.
- d) Verifiche geotecniche e calcolo dei cedimenti inseriti nella Relazione Geologica del dicembre 2000 eseguita da Ministero LL.PP. – Ufficio Genio Civile per le OO.MM., Roma (a cura del capo sezione Dr. Ing. D. Tagliaferri ed Altri) a supporto della costruzione del secondo braccio del molo sopraflutto del porto di Talamone.
- e) Regione Toscana. Il Piano Regionale di gestione integrata della costa ai fini del riassetto idrogeologico. Cap. 2: Evoluzione recente delle spiagge toscane. L.E. Cipriani, S. Ferri, P. Iannotta, S. Mannori e E. Pranzini, 2004.
- f) MCDM Cala De' Medici Servizi S.r.l. Approdo turistico di Talamone. Progetto Preliminare ai sensi del D.M. 509/97. Relazione Geologica. GETAS PETROGEO S.r.l. Luglio 2005.
- g) Indagini geologiche di supporto al Piano Strutturale del Comune di Orbetello, Studio Geologico Dott. Geol. S. Fiaschi e Dott. Geol. A. Murratzu, 2006.
- h) Indagine geologico tecnica di supporto alla Variante del porto turistico di Talamone (D.P.G.R.T. N° 26/R/2007). Dott. Geol. S. Bianchi e Dott. Geol. F. Fanciulletti, 2009.
- i) Studio preliminare per la messa in sicurezza delle aree interessate dagli interventi per la riqualificazione del Porto di Talamone. Prof. P.L. Aminti, 2009.
- j) Database of Individual Seismogenic Sources (DISS, 2009).
- k) Catalogo dei forti terremoti italiani, 461 a C al 1997. Boschi, Guidoboni, Ferrari, Mariotti, Valensise e Gasperini. Ann. Geofis., 43, 609-868.
- l) Indagini Geologico-Tecniche di supporto al Regolamento Urbanistico (L.R. 1/2005 - D.P.G.R. 27/04/2007 n.26/R - Piano Assetto Idrogeologico del Bacino Regionale Ombrone - Piano Territoriale di Coordinamento della Provincia di Grosseto) Relazione e schede di fattibilità geologica. GHEA Geologi associati Dott. Luca Pagliuzzi, 2011.
- m) Indagini Idrologico Idrauliche di supporto al Regolamento Urbanistico del Comune di Orbetello ai sensi del regolamento di attuazione n. 26/R dell'art. 62 della legge regionale 1/2005". A. Benvenuti 2011.

2. – NORMATIVA DI RIFERIMENTO

Le norme di riferimento sono contenute in:

- Regione Toscana Direttiva Alluvioni: P.G.R.A. (Area Talamone).
- L.R. 3 gennaio 2005 n. 1 (Norme per il governo del territorio).
- L.R. 21 maggio 2012, n. 21 (Disposizioni urgenti in materia di difesa dal rischio idraulico idraulico e tutela dei corsi d'acqua).
- OPCM n. 3519 del 28.04.2006.
- Deliberazione di G.R. del 19.06.2006, n. 431 e successive m. e i. – Classificazione sismica regionale.
- DPGR 25 ottobre 2011 n.53/R –Regolamento di attuazione dell'articolo 62 della legge regionale 3 gennaio 2005, n. 1 (Norme per il governo del territorio) in materia di indagini geologiche.
- DPGR 9 luglio 2009 n. 36/R - Regolamento di attuazione dell'articolo 117, commi 1 e 2 della L.R. 3 gennaio 2005 n. 1 (Norme per il governo del territorio). Disciplina sulle modalità di svolgimento delle attività di vigilanza e verifica delle opere e delle costruzioni in zone soggette a rischio sismico."
- D.M. 14 gennaio 2008 - Norme tecniche per le costruzioni
- Circolare 2 febbraio 2009, n. 617 - Istruzioni per l'applicazione delle "Nuove norme tecniche per le costruzioni" di cui al D.M. 14 gennaio 2008.
- L. R. 10 novembre 2014, n. 65 Norme per il governo del territorio.
- Piano di Indirizzo Territoriale con valenza di Piano Paesaggistico Deliberazione Consiglio Regionale 2 luglio 2014, n.58.
- L.R. n. 79 del 27/12/2012.
- L.R. . 60 del 28/15/2013.
- L.R. 21/2012.
- D. Lgs. 152/2006, D.Lgs. 4/2008 art. 185-186 e s.m.i. ("terre e rocce da scavo").
- DPGR n.46/R del 2008, Regolamento di attuazione L.R. n.20/2006 (Norme della tutela delle acque dall'inquinamento) titolo V (Disciplina delle acque meteoriche dilavanti) e L.R. n.18 del 2010 e s. m. e i. .
- L.R. 76/R del 17.12.2012.

3. - QUADRO GEOLOGICO

Il promontorio su cui è ubicato il paese di Talamone si trova all'interno di un'area, la Toscana meridionale, che, nell'ambito della storia geologica dell'Appennino settentrionale, ha subito un'evoluzione tettonica del tutto peculiare che ha condizionato in maniera rilevante l'assetto sia paleogeografico che sismico dell'area.

La catena a falde dell'Appennino settentrionale si è originata dalla deformazione polifasica che, in età terziaria, ha interessato un'ampia fascia di crosta continentale ercinica e la sua copertura sedimentaria. In questa fascia, ubicata al margine della micro-placca Adria, si è generato, per collisione con la placca Europea (o Blocco Sardo-Corso), un prisma d'accrescimento con la creazione di un edificio strutturale costituito dall'impilamento di unità tettoniche derivanti dal dominio paleogeografico dell'Oceano Ligure-Piemontese e del margine continentale adriatico. La fase compressiva si è sviluppata sotto il carico delle unità tettoniche precedentemente impilate, costituite dalla Falda Toscana e dalle sovrastanti Unità Liguri, già sovrascorse su quest'ultima, dando luogo in alcune unità tettoniche a fenomeni di metamorfismo.

A partire dal Neogene una fase tettonica distensiva polifasica ha interessato il prisma orogenico a partire dal Tirreno settentrionale e, nella sua progressiva migrazione verso la catena, ha creato più sistemi di strutture a horst e graben, dando origine ad una serie di bacini sedimentari neogenici e a fenomeni quali il magmatismo e a differenziazione degli spessori crostali.

In questo contesto estensionale si sarebbe formata la cosiddetta "serie toscana ridotta", caratteristica della Toscana meridionale, che consiste nella sovrapposizione diretta delle Unità Liguri sulle formazioni basali della Falda toscana come il Calcere Cavernoso o direttamente sul Verrucano (Lazzarotto A. 1973 - Decandia F.A., Lazzarotto A. et al. 1981 - Bertini G. et al., 1991).

Di seguito si riassume una descrizione delle caratteristiche stratigrafiche e giacimentologiche delle singole formazioni/unità presenti nell'area di studio:

- Depositi quaternari
- Unità Liguri e Sub-liguri
- Unità della Falda Toscana
- Unità Toscane Metamorfiche

Depositi quaternari

I depositi quaternari sono caratterizzati da terreni di varia origine: antropica, fluviale recente o attuale a tessitura variabile da limi argillosi a ciottolami, con facies di spiaggia/eolica, o di ambiente di transizione e di retro spiaggia. Stratigraficamente queste formazioni giacciono in discordanza sulle formazioni delle Unità Toscana e/o Liguri. Di seguito si dà una descrizione dei depositi presenti nell'area di studio.

Terreni di riporto

Questi depositi sono costituiti da terreni di riporto di origine antropica. Si tratta di riporti realizzati in tempi storici e/o recenti e per lo più legati alla necessità di conquistare terra al mare nella zona dell'abitato e del porto di Talamone.

Sono per lo più formati da terreni eterogenei senza un qualsiasi assetto stratigrafico definito: frammisti a sabbie, limi e argille si rilevano clasti e frammenti litoidi eterometrici e di laterizi. Tali depositi, come in precedenza descritto, sono per lo più concentrati in prossimità e/o entro le aree urbanizzate. Sondaggi eseguiti nell'area portuale hanno evidenziato spessori di copertura variabili, generalmente metrici (1.5-2 m).

Depositi detritici (dt)

Depositi incoerenti costituiti da clasti di varia forma e dimensione in matrice limoso argillosa derivati dal disfacimento delle formazioni affioranti ed accumulatisi ai piedi dei versanti per azione prevalentemente gravitativa e/o legata a trasporto breve da parte delle acque superficiali, unitamente a depositi a granulometria più fine individuati in prossimità degli impluvi e delle piccole valli, di origine colluviale. Si rilevano tali depositi ai piedi della vallecola che si apre alle spalle del locale cimitero.

Depositi di spiaggia ed eolici (g2a)

Sabbie di spiaggia attuali e di duna con tessitura omogenea e colore prevalentemente da grigio a giallo-ocra. Localmente tali depositi, che si presentano particolarmente fini e "terrosi", sono poco sviluppati e costituiscono la sottile striscia che si estende verso Fonteblanda, a delimitare verso mare l'area interna della bonifica. La spiaggia nei tratti a ridosso di Talamone e Fonteblanda è protetta/contenuta verso mare da basse barriere di scogli. Nella zona più a ridosso del porto di Talamone sondaggi eseguiti nel 1996 hanno rilevato presenza di tali depositi anche sotto ai terreni di riporto che caratterizzano la zona. In genere sono stati rilevati spessori fino a 6-7 metri di sabbie da medie fini a fini limose grigie azzurrognole talora con clasti/pezzame calcareo.

Depositi fluvio-lacustri e lagunari, di retro spiaggia e alluvionali (ea)

Comprendono terreni a granulometria fine, costituiti per lo più da limi, limi argillosi e sabbiosi, talora torbosi, di ambiente prevalentemente lagunare o palustre. Sono depositi per lo più di colmata, alluvionali in prossimità dei corsi d'acqua. Localmente Sono prevalentemente terreni con scadenti caratteristiche geotecniche. Le aree con tali depositi sono in genere caratterizzati da fenomeni di ristagno d'acqua.

Alluvioni fluviali recenti (bn1)

Depositi alluvionali costituiti prevalentemente da limi sabbiosi alternati a sabbie e argille sabbiose. Costituiscono una ristretta fascia per lo più adiacente al collettore occidentale.

Unità di Canetolo (Dominio sub-ligure)

Le formazioni di seguito descritte appartengono ad una delle unità tettoniche delle Liguridi s.l.. Tali unità, che sormontano l'unità della Falda Toscana, nell'area di studio sono rappresentate dalla formazione delle "Argille e calcari di Canetolo" appartenenti al dominio Sub-ligure, un dominio paleogeografico di transizione tra quello oceanico Ligure s.s. e quello di margine continentale della Falda Toscana.

Argille e calcari di Canetolo (ACC)

La formazione è costituita da torbiditi calcareo-marnose in strati da spessi a molto spessi (ACCa). Alla litofacies calcareo argillitica, tipica delle torbiditi, si alternano orizzonti a facies argillitica, siltitica e a calcari micritici (ACCb). L'età della formazione è riferibile al Paleocene-Eocene.

Unità della Falda Toscana

Nell'area, compaiono formazioni con caratteristiche stratigrafico-strutturali tipiche della Serie Toscana ridotta, in particolare:

Macigno (MAC)

L'ambiente di sedimentazione della formazione del Macigno (MAC) è quello tipico delle torbiditi sinorogenetiche. La formazione è costituita da una sequenza torbiditica di arenarie quarzoso-micacee e feldspatiche di colore marrone-giallastro, in strati anche di notevole spessore, spesso intensamente fratturati e in cui è facilmente riconoscibile una gradazione granulometrica, che passa da arenacea grossolana, alla base, a fine, siltitica e argillitica grigiastra, al tetto dello strato (livelli C-E della sequenza torbiditica di Bouma). La sua età viene in genere riferita all'Oligocene.

Scaglia Toscana – Membro delle Calcareniti di Montegrossi (STO3)

La formazione della Scaglia Toscana, suddivisa nella recente letteratura e nella cartografia ufficiale dell'ISPRA (Ex Servizio Geologico – APAT) in numerosi membri e litofacies, è qui rappresentata dal Membro delle Calcareniti di Montegrossi (STO3) costituito da calcareniti, calciruditi con macroforaminiferi, calcari con selce, calcari marnosi e marne. La litofacies più

diffusa in affioramento è costituita da strati di 30-50 centimetri di calcari marnosi rosati e da bancate di marne calcaree rosse o rosate con rare intercalazioni decimetriche di siltiti grigio verdi. Con riferimento alla zona di studio, si rilevano affioramenti in prossimità di Torre Talamonaccio, dove la formazione mostra una giacitura stratigrafica media a direzione ovest, e a nord di Talamone. (Eocene medio)

Calcarea Cavernoso (CCA)

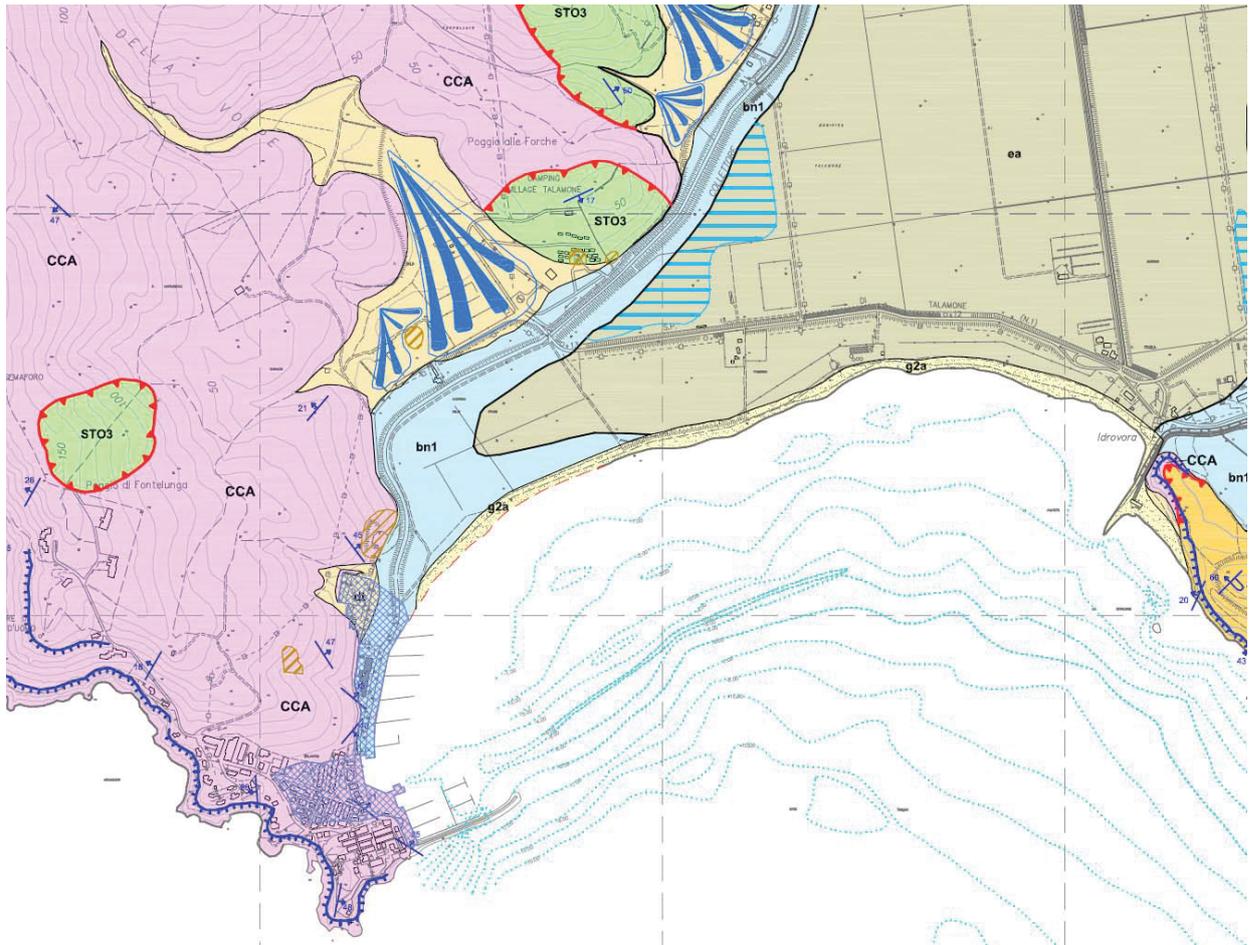
Il Calcarea Cavernoso (cv) è formato da calcari e calcari dolomitici di colore grigio, da massicci a fortemente brecciati e dall'aspetto vacuolare in superficie e da brecce poligeniche cementate. Sono presenti plaghe più cementate e altre costituite da ammassi dolomitici polverulenti (cenerone). In alcune zone sono presenti le evaporiti originariamente intercalate alle dolomie. Il Calcarea Cavernoso è spesso caratterizzato da avanzati processi di carsismo. Tale formazione rappresenta sicuramente il litotipo più diffuso e significativo nell'area e costituisce lo stesso rilievo su cui sorge l'abitato di Talamone. La giacitura media degli strati varia da traverpoggio/reggipoggio ad ovest-nord di Talamone a lieve franapoggio ad est verso l'area portuale. L'età della formazione è riferita al Trias superiore.

Unità Toscane Metamorfiche

Verrucano Auct.

Le unità toscane metamorfiche sono rappresentate nel territorio di Talamone dal Verrucano Auct., in particolare dalla Formazione del Monte Verruca (VEU2) costituita da filladi quarziticomuscovitiche da grigio chiare a grigio verdi, talora violacee, con intercalazioni di meta conglomerati e filladi scure. Si tratta di sedimenti clastici interessati da metamorfismo di basso grado e caratterizzati da estrema variabilità sia come litofaces sia spessore dei vari termini litologici. Tale formazione affiora estesamente nei rilievi a nord di Talamone, dove dà origine alle tipiche falesie caratterizzanti il tratto di costa. (Trias medio-superiore).

Il quadro geologico con gli affioramenti delle formazioni descritte, è illustrato dalla Carta Geologica di FIG. 1.



LEGENDA

Depositi continentali quaternari

-  Frane di crollo quiescenti
-  Detriti indifferenziati; di versante, colluviale, debris flow
-  Depositi lagunari, lacustri, palustri - ea
-  Depositi alluvionali fluviali recenti - bn1
-  Depositi di spiaggia ed eolici - g2a

Dominio subligure

-  Argille e calcari di Canetolo - ACC

Unita' tettoniche toscane

-  Macigno - Arenaria quarzoso-micacea - MAC
-  Scaglia toscana - Calcareniti a Nummuliti - STO3
-  Calccare cavernoso - CCA

Unita' toscane metamorfiche

-  Formazione della Verruca. Filadri quarzitiche - VEU2

Simboli

-  Misure di strato
-  Contatto stratigrafico
-  Contatto tettonico
-  Orlo di scarpata per frana
-  Scarpata morfologica
-  Conoide
-  Cave
-  Aree soggette a ristagni d'acqua
-  Terreni di riporto e forme antropiche

Fig. 1 Carta Geologica (da P.S. Comune di Orbetello modificata)

4. - QUADRO GEOMORFOLOGICO

Il quadro geomorfologico dell'area di Talamone è strettamente condizionato dall'assetto geostrutturale delle formazioni affioranti: il rilievo degrada verso est con pendenze contenute, che diventano decisamente più accentuate verso ovest e ciò in accordo con il quadro geostrutturale e la giacitura stratigrafica del Calcare Cavernoso che localmente immerge mediamente verso est. Ne deriva quindi un paesaggio caratterizzato da una costa "alta" con falesie ad ovest dell'abitato di Talamone (Molinaccio) che diventa più degradante ed aperta ad est (zona ad est e nord-est dell'abitato). Sotto il profilo della Pericolosità Geomorfologica, come è possibile evincere dalle cartografie di rischio allegate al P.S. ed al P.A.I., l'attuale zona portuale e la quasi totalità dell'abitato ricadono in area a Pericolosità elevata G3. Zone a Pericolosità molto elevata (P.F.M.E. per il PAI) sono segnalate solo in corrispondenza delle scarpate/falesie che contornano il promontorio del faro e presenti ad est dell'abitato (Molinaccio). Il versante che si affaccia sulla piana della Bonifica di Talamone, FIG.2, è quindi caratterizzato da colline dal declivio più dolce, con presenza di ampie porzioni coltivate, in prevalenza olivi, e di qualche casale. La piana che si affaccia sul golfo di Talamone è caratterizzata da un paesaggio frazionato e regolato dalla bonifica; per lo più coltivata, essa presenta infatti una fitta rete, spesso ortogonale, di percorsi carrabili e canali irrigui.

Il litorale ad est di Talamone è costituito da una sottile striscia sabbiosa che si estende verso Fonteblanda, tra i due promontori rocciosi: a nord di Talamone, a sud di Talamonaccio, a delimitare verso mare l'area della bonifica.

Da un punto di vista geomorfologico i principali processi morfogenetici responsabili del modellamento del territorio sono essenzialmente legati, a luoghi, a dinamica costiera, di versante, fluviale, antropica. Nel territorio analizzato, la linea generale, la tipologia di costa può essere suddivisa in:

- costa sabbiosa bassa;
- costa alta in roccia.

La costa ad ovest di Talamone si presenta come una costa alta, in roccia, dove le falesie, esposte all'azione delle onde possono essere definite come "falesie vive". Questa tipologia di costa è ovviamente molto ricca di scarpate morfologiche attive che sono state evidenziate nella carta geomorfologica. Quasi tutto questo tratto di costa, da Talamone fino Punta del Corvo, viene classificato come PFME (pericolosità geomorfologica molto elevata) dal (PAI) del Fiume Ombrone. Le forme di dissesto individuate, oltre alle scarpate morfologiche, sono essenzialmente frane da crollo o miste e interessano soprattutto il tratto di costa, a circa 1.5 km a nord ovest di Talamone, dove affiora la formazione del Verrucano. Nei rilievi collinari a nord di Talamone la formazione del substrato litoide più diffusa risulta essere il Calcare Cavernoso e questo riduce la propensione alla franosità che risulta essere modesta mentre, come già detto, è più accentuata sulla falesia costiera. Il processo morfogenetico preponderante risulta essere quello erosivo con lo sviluppo di conoidi di deiezione allo sbocco delle piccole valli presenti.

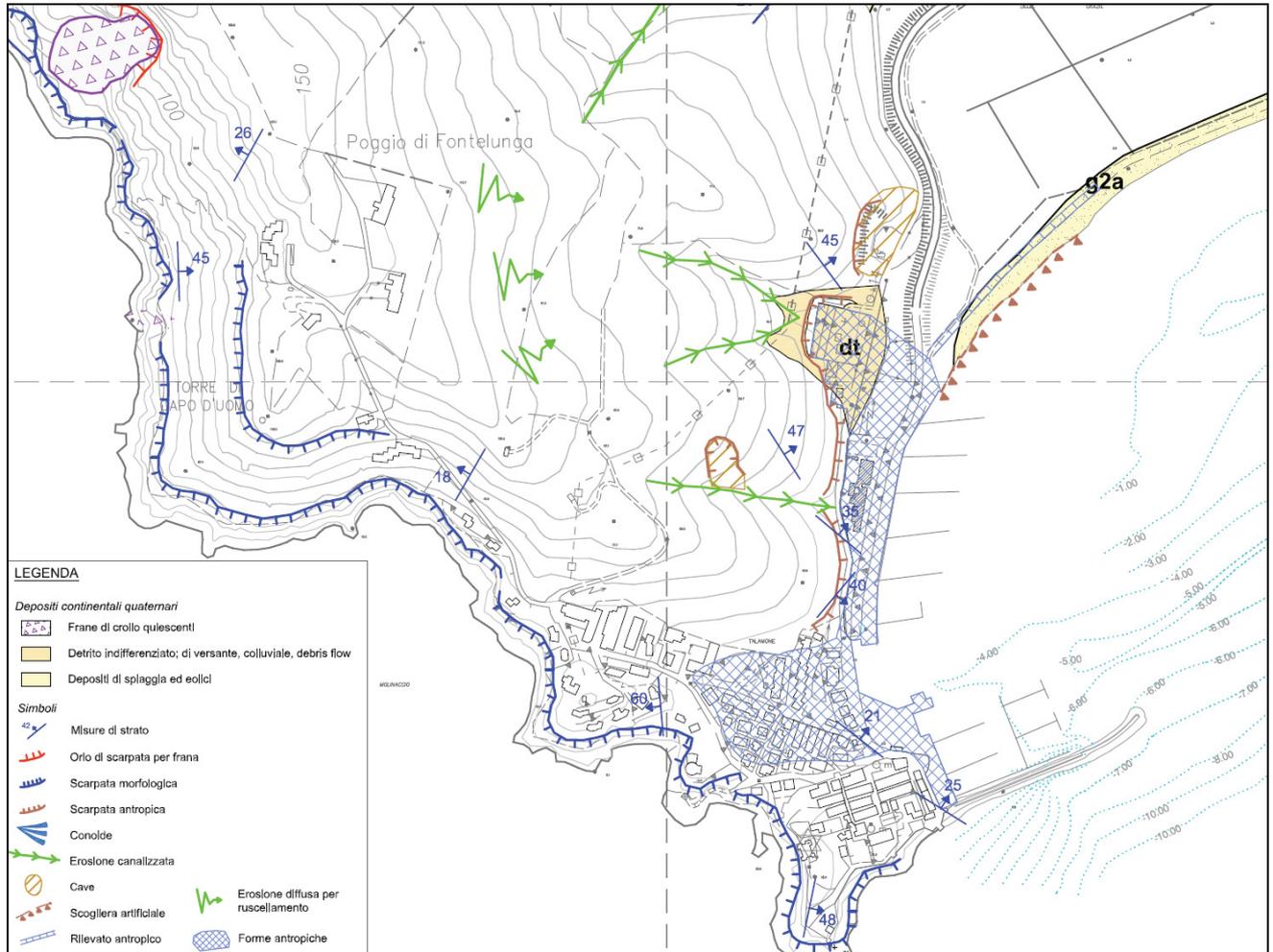


Fig. 2 Carta Geomorfologica (da P.S. Comune di Orbetello modificata)

4.1 - Dinamica costiera

La costa ad est di Talamone, come già anticipato, si presenta invece come una costa bassa, sabbiosa alle cui spalle era presente un area paludosa oggetto di opere di bonifica. L'esigua spiaggia nei tratti a ridosso di Talamone e Fonteblanda è protetta/contenuta verso mare da basse barriere di scogli di origine antropica. La spiaggia è stata in passato interessata da fenomeni di erosione. Attualmente sembra stabile e/o in leggera controtendenza evolutiva.

Il Piano Regionale di gestione integrata della costa ai fini del riassetto idrogeologico (cap. 2: Evoluzione recente delle spiagge toscane L.E. Cipriani, S. Ferri, P. Iannotta, S. Mannori e E. Pranzini, 2004) relativamente alla spiaggia di Talamone riporta testualmente quanto segue: "La spiaggia che orla il Golfo di Talamone risultava in leggera erosione dagli anni Settanta e fra il 1979 e il 1984 aveva perso in media 2.5 metri di arenile (-0.51 metri/anno). L'ultimo rilievo, effettuato nel 2001, ci mostra un litorale fondamentalmente stabile, con una espansione dell'arenile di 1.2 metri, (0.07 metri/anno). Le uniche variazioni morfologiche significative registrate in questo golfo sono quelle dovute all'attività antropica con la costruzione di

attracchi per le barche all'estremità settentrionale, al riparo delle strutture foranee che si innestano sui promontori.”.

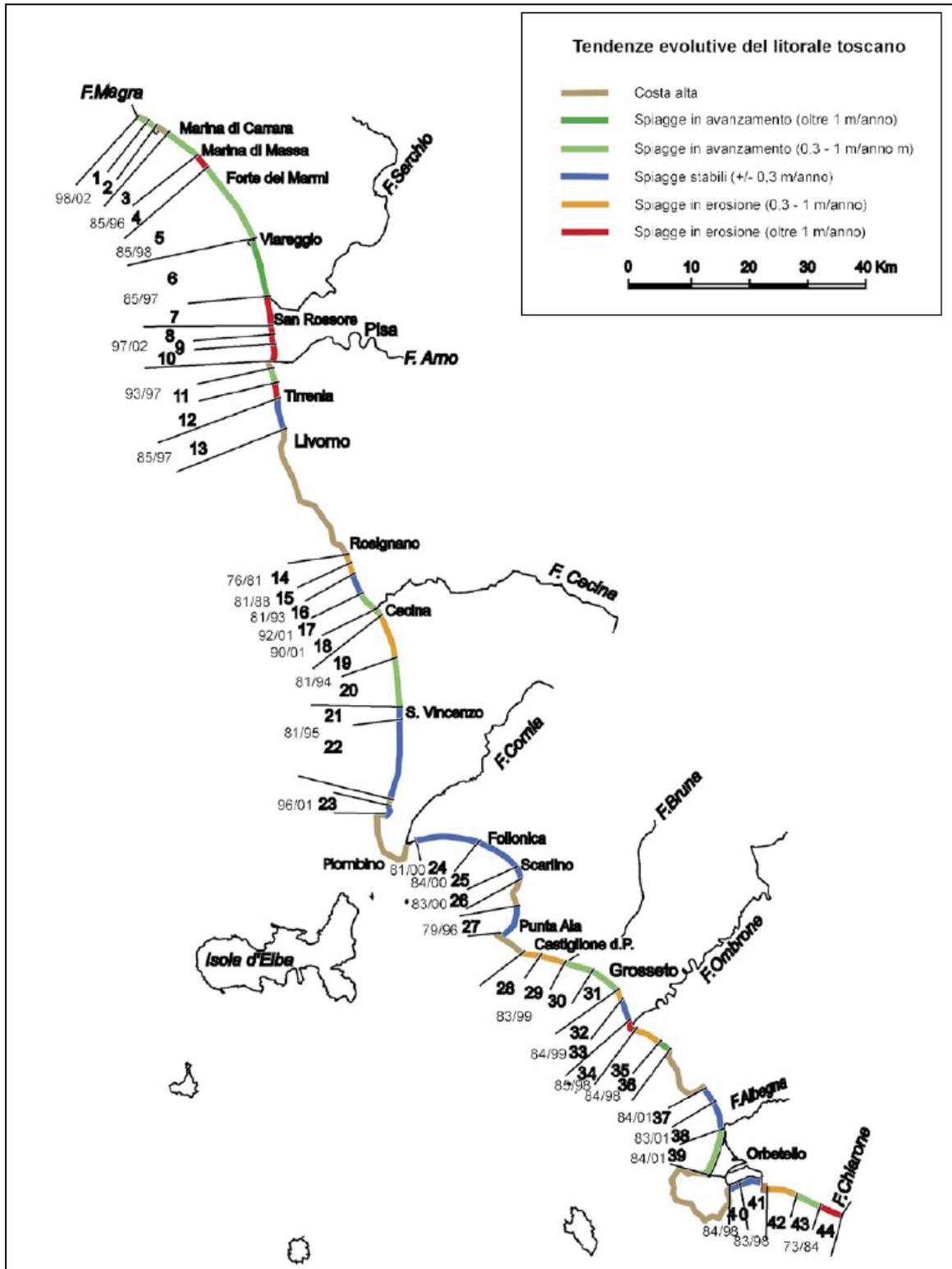


Fig. 3 - Mappa con tendenza evolutiva delle coste toscane (da E. Cipriani et Ali.)

5. - QUADRO IDROGEOLOGICO

La pianura di bonifica di Talamone è caratterizzata da due domini distinti: l'area collinare con il Calcere cavernoso, caratterizzato da una permeabilità di tipo secondario per fratturazione e/o carsismo, e l'area di pianura con depositi prevalentemente marini-alluvionali, caratterizzata da permeabilità da media ad elevata per porosità.

Il settore della pianura di Talamone, analogamente alla vicina e più ampia pianura tra il T.te Osa e il F. Albegna è sede di un acquifero multistrato costituito da orizzonti sabbiosi intervallati a livelli limosi argillosi, che oggi vede fortemente compromesso il suo utilizzo a seguito del forte stress idrico per sovrasfruttamento cui è stato sottoposto nel tempo e da un accentuato fenomeno di ingressione del cuneo salino che si estende in profondità nell'entroterra.

La formazione del Calcere Cavernoso, costituisce il più significativo acquifero dell'area. In prossimità dei principali lineamenti tettonici l'acquifero calcareo risulta anche influenzato da una alimentazione idrogeologica profonda di origine termale, come suggeriscono alcune manifestazioni idrotermali presenti poco a sud di Talamonaccio (zona di Bagnacci).

La FIG. 4, rappresenta la Carta Idrogeologica (ricavata da "P.S. Comune di Orbetello Studio Geologico Dott. S Fiaschi e A. Murratzu, 2006") e riporta oltre alla distribuzione delle varie formazioni distinte per classi di permeabilità, l'andamento della superficie piezometrica. In particolare, partendo dall'estremo lembo nord-ovest dell'area, dal collettore occidentale verso quello orientale, si rileva in generale un andamento piatto e depresso della superficie piezometrica sia centralmente alla valle che nelle aree prossime alla linea di costa con livello piezometrico medio coincidente con quello del mare. Procedendo verso le colline le linee piezometriche si dispongono con andamento parallelo ai rilievi, evidenziando un fronte di alimentazione dal massiccio calcareo laterale. Lo stesso fronte di alimentazione si rileva nei pressi di Fonteblanda.

Tale morfologia sembra fortemente condizionata da prelievi nelle zone agricole più retrostanti rispetto all'area costiera, che determinerebbero in tali zone una condizione di depressione estesa della falda con richiami fino alla zona più verso mare. Tale fenomeno si inserisce in un quadro che per cause naturali (fronte di ingressione marina dal mare, possibili interazioni con circuiti idrotermali profondi), e antropiche (rete locale dei corsi d'acqua di bonifica) è caratterizzato da problemi di eccessiva salinità, sia delle acque superficiali sia della falda, estesi profondamente all'interno della piana di bonifica, per alcuni chilometri dalla linea di costa. Sulla carta di FIG. 4, è riportato il limite dell'area interessata da intrusione salina (da P.S. Comune di Orbetello).

Nell'area di pianura più prossima alla costa, i pozzi sono abbastanza rari. I sopralluoghi eseguiti sui pochi pozzi rintracciati non hanno permesso di rilevare livelli e/o procedere a campionamenti in quanto sono risultati non ispezionabili (flangiati in testa e/o di tipo Norton collegati

direttamente a pompe esterne) e quasi ovunque è stato negato l'accesso dai proprietari. Solo in un caso è stato possibile ispezionare e campionare un pozzo, di tipo romano, in località Podere Casacce lungo la stretta striscia alluvionale compresa tra le colline e il Collettore occidentale. Nel pozzo profondo 3.5 metri, quindi indicativo per l'acquifero freatico superficiale, è stato misurato un livello statico stimabile, in base alla quota del piano campagna, intorno a $+0.3\div+0.5$ m s.l.m., sostanzialmente in accordo con il quadro piezometrico conosciuto. Il campionamento eseguito ha permesso di rilevare una conducibilità elettrica pari a $1900\mu\text{S}$, valore che segnala una relativa contaminazione salina e quindi come sostanzialmente il fenomeno di insalinamento della falda superficiale sia ben esteso all'interno.

Al fine di verificare la penetrazione del cuneo salino nell'entroterra favorita dal sistema di canali esistente, si è proceduto ad un campionamento delle acque superficiali lungo la estesa rete di fossi e canali presenti nella piana, con particolare riguardo al Collettore occidentale, quello collegato direttamente all'area portuale di Talamone.

Oltre al Collettore suddetto sono state campionate anche le acque del fosso che si sviluppa parallelo alla costa, lungo la S.P. 1 di Talamone, lungo la S.P. "Valentina" oltre a qualche altro punto significativo per ricostruire il quadro di intrusione marina.

La posizione dei campionamenti e l'andamento della conducibilità rilevata - in rapporto alla presenza anche di paratie, soglie e/o altre opere idrauliche - è riportato nella carta di FIG. 5, dove la variazione della conducibilità rilevata lungo i corsi d'acqua campionati è evidenziata con una opportuna scala cromatica.

Dalla carta, con riferimento al Collettore occidentale, appare evidente come l'intrusione delle acque marine si spinga per circa 2 km nell'interno fino all'altezza della località Podere Casacce, dove una soglia idraulica di fatto blocca la risalita del cuneo salino: a valle è stata rilevata una conducibilità pari a $4300\mu\text{S}$, immediatamente a monte di $860\mu\text{S}$ risalendo ancora la conducibilità tende a diminuire ulteriormente arrivando a valori di $430\mu\text{S}$ (podere San Giuseppe). A valle della soglia idraulica la conducibilità aumenta relativamente e passa dai $4300\mu\text{S}$ fino ai $6130\mu\text{S}$, all'altezza del Camping Talamone, punto dal quale tuttavia si registra un repentino aumento dei valori di salinità.

Nel breve tratto compreso tra il camping e il ponte della provinciale la conducibilità passa dai circa $6000\mu\text{S}$ a oltre $13000\mu\text{S}$; sembra pressoché ininfluente la soglia idraulica presente a ridosso del ponte, che appare probabilmente danneggiata. Scendendo ulteriormente verso mare l'effetto dell'intrusione assume maggiore rilevanza. All'altezza di Madonna delle Grazie, circa 300 metri più a valle, la conducibilità arriva a $18100\mu\text{S}$. Nell'arco di altri 400 metri (all'altezza dell'ex cava sulla provinciale) la conducibilità è già a $35000\mu\text{S}$ per poi arrivare rapidamente a superare i $45000\mu\text{S}$ alle prime case lungo il canale ormeggiabile, dove ormai si può parlare di acqua marina a tutti gli effetti.

Il fosso che corre in fregio alla S.P. di Talamone, separato dal collettore occidentale da una chiusa all'altezza del ponte sulla provinciale, mostra anch'esso nel settore prossimo al citato collettore, valori di conducibilità elevata anche se relativamente più bassi: variabili da $8500\mu\text{S}$ a $13000\mu\text{S}$. Lo stesso fosso alla confluenza col canale che scorre centralmente alla piana,

parallelamente alla S.P. Valentina, segna valori di conducibilità decisamente inferiore nell'ordine dei $3000\mu\text{S}$. Tale situazione sostanzialmente di minore risalita salata si mantiene anche più a monte dove lungo il canale la conducibilità sembra assumere valori non superiori ai $4500\mu\text{S}$. Tale situazione sembra favorita dal fatto che il sistema costituito dei fossi lungo la S.P. di Talamone e la S.P. Valentina, a differenza del Collettore occidentale, sono sbarrati a mare da un sistema di paratie che di fatto impediscono la risalita verso monte dell'acqua marina. La comunicazione con il mare e il livello di bonifica sono garantiti da un sistema di idrovore.

Sostanzialmente il quadro di conducibilità ricostruito, significativo special modo per la zona del Collettore occidentale, mette in evidenza una situazione di marcata compromissione da salinizzazione delle acque superficiali e di riflesso delle acque di falda con cui esse sono in stretta connessione ed equilibrio.

Significativo appare l'effetto di ostacolo alla risalita d'acqua salata offerto dalla soglia in località Casacce, che mette in evidenza come la realizzazione di un'opera analoga anche più a valle, potrebbe mitigare notevolmente la risalita del cuneo salato.

Il rilievo ha altresì permesso di verificare come lo stesso effetto della marea e/o come lo spirare di brezze da mare favoriscano un'accentuata risalita di acqua salata lungo il collettore: misure di conducibilità eseguite al mattino in località Madonna delle Grazie e al ponte sulla S.P. hanno rilevato valori di conducibilità rispettivamente di $15180\mu\text{S}$ e $6900\mu\text{S}$, decisamente più bassi rispetto a quelli misurati nel pomeriggio a poche ore di distanza (18100 e $13200\mu\text{S}$).

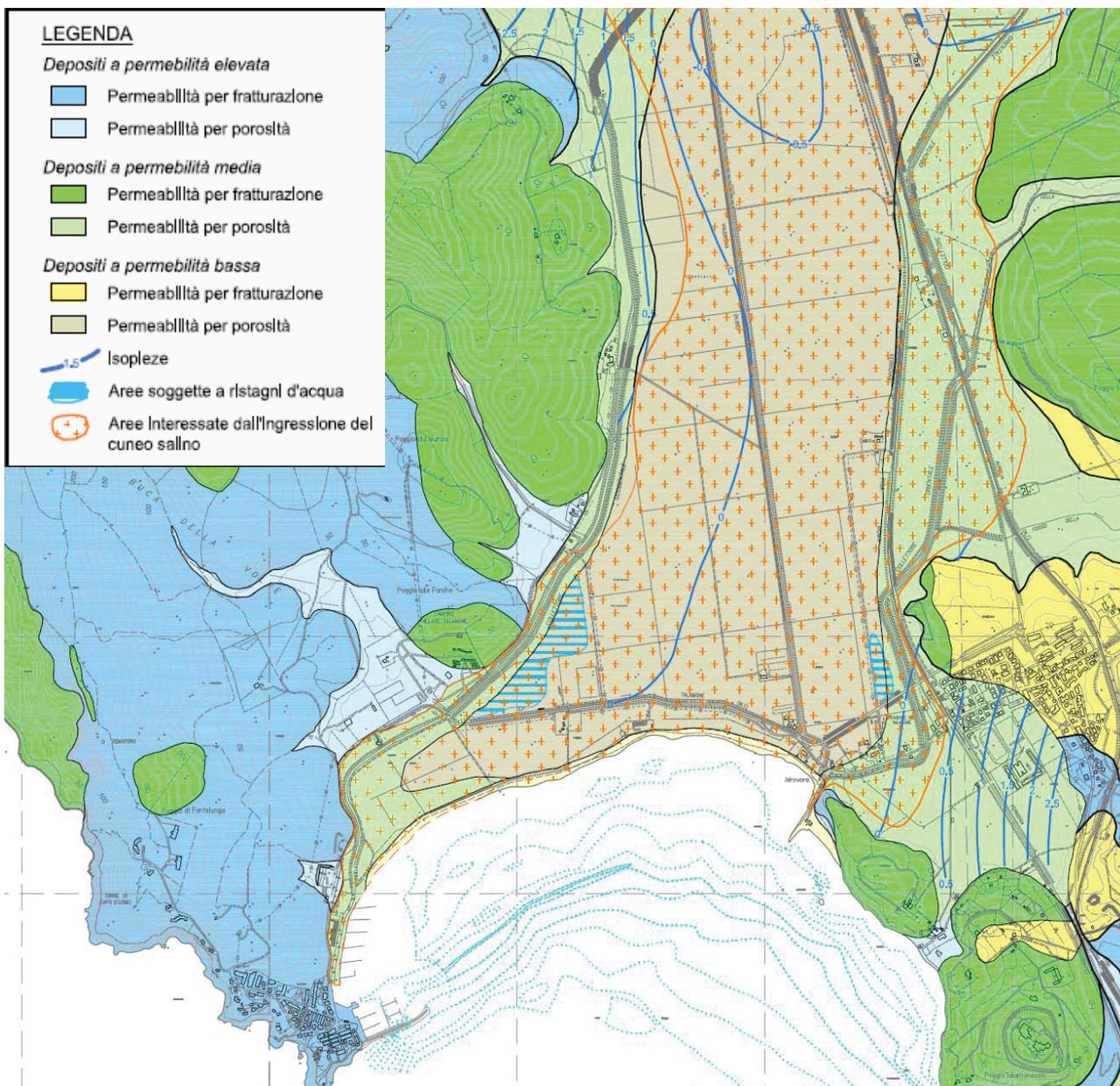


Fig. 4 Carta Idrogeologica (da P.S. Comune di Orbetello modificata)

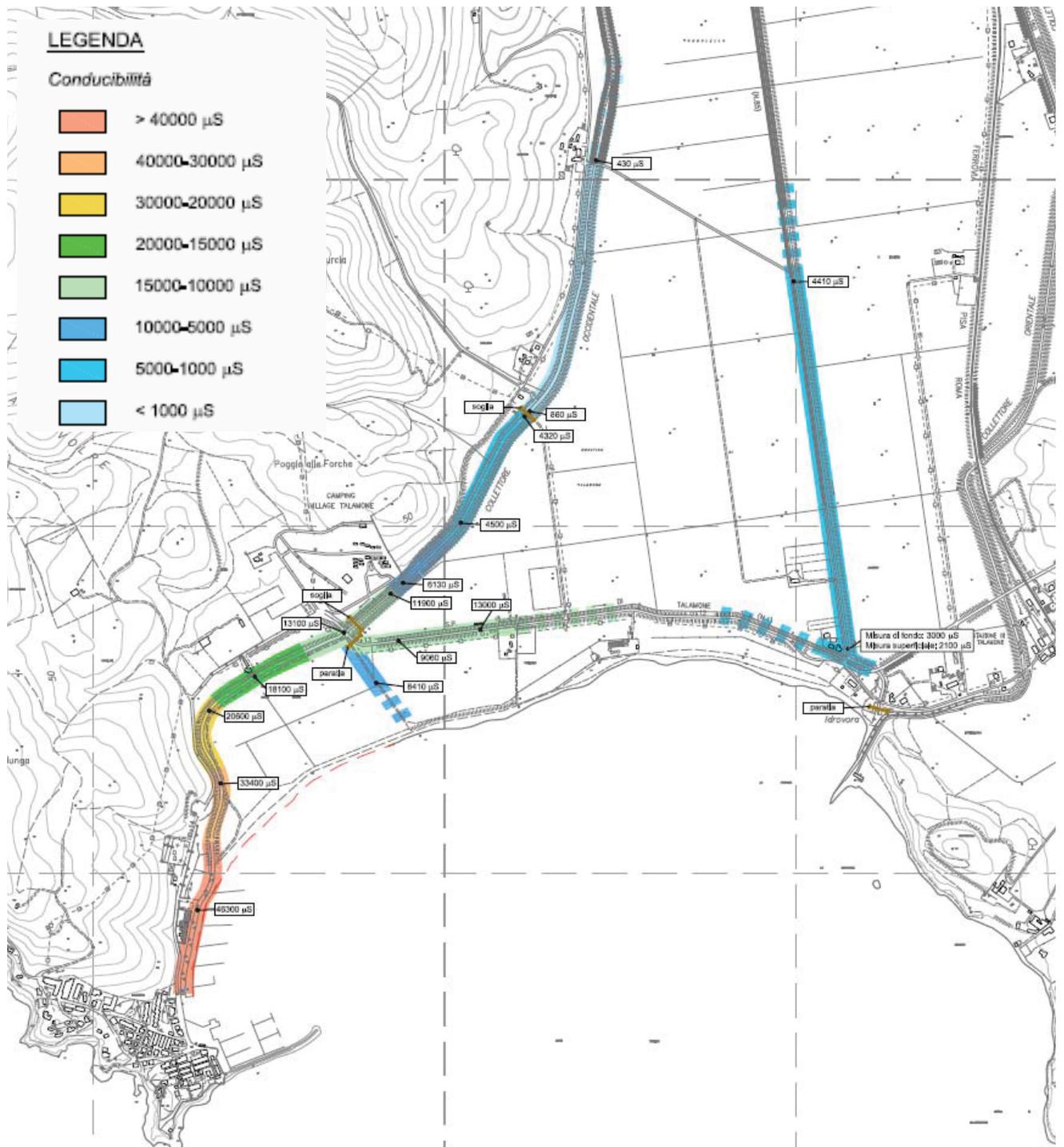


Fig. 5 Carta Conducibilità acque superficiali (rilievi 2010)

6. - QUADRO GEOTECNICO

Il Calcere cavernoso rappresenta il litotipo più diffuso e significativo nell'area e costituisce il rilievo su cui sorge l'abitato di Talamone. La giacitura media degli strati varia da traverspoggio/reggipoggio ad ovest-nord di Talamone a lieve franapoggio ad est verso l'area portuale.

Tale assetto geostratigrafico giustifica la costante presenza del tetto dei calcari rilevata, a diverse profondità, nei sondaggi eseguiti sia in terra che in mare nell'ambito della campagna geognostica realizzata da Tecnosol nel 1976 per conto del Ministero LL.PP. – Ufficio Genio Civile – OO.MM. in relazione al progetto di prolungamento del molo di frangiflutto.

Tale campagna geognostica è consistita di 6 sondaggi ubicati in terraferma e di 8 sondaggi in mare. Con riferimento ai dati stratigrafici e litotecnici ricavabili da tali indagini si può ricostruire quanto segue:

- Nei sondaggi in terraferma i calcari sono stati incontrati tra una profondità minima di 2 metri ed una massima di 8.50 dal p.c.,. I calcari, più o meno alterati, compaiono sotto una copertura rappresentata da riporto (max 2 metri) oppure da uno spessore variabile tra 6.00 e 8.50 metri di sabbia medio fine, da poco addensata a bene addensata, quest'ultima con "pezzame" calcareo.
- Nei sondaggi a mare i calcari sono stati incontrati a profondità variabili. In acque basse (qualche decimetro di profondità) il tetto si trova tra 8 e 9 m s.l.m. sia in M7 che in M8 ed a 14.60 metri in M6; in acque più alte, alcuni metri di profondità (tra 5 e 7 metri) il tetto è stato incontrato tra un minimo di 10 metri ed un massimo di 17 metri (M2), Fig. 7.
- La copertura sui calcari mostra una litologia di due tipi: il primo, generalmente in posizione più superficiale, è un deposito sabbioso da medio-fine a fine limoso, debolmente addensato, con resti vegetali e conchigliari; il secondo è invece costituito da "pezzame" calcareo, talora con ciottoli, in matrice sabbiosa molto addensata; quando, a luoghi, manca il "pezzame" calcareo la sabbia risulta sempre molto addensata.

Durante la perforazione dei suddetti sondaggi furono prelevati alcuni campioni indisturbati oggetto poi di specifiche analisi di laboratorio geotecnico. In particolare furono prelevati due campioni dai sondaggi M2 e M3 eseguiti nell'area poi interessata dal prolungamento del molo di frangiflutto.

Le prove di laboratorio eseguite sui campioni sono le seguenti:

Caratteristiche fisiche:

- Contenuto naturale d'acqua
- Peso di Volume
- Peso specifico granuli
- Porosità
- Analisi granulometrica
- Limiti di Atterberg

Caratteristiche meccaniche:

- Prova di Taglio diretta tipo CD

Il riassunto sintetico dei principali parametri ricavati dalle prove è riassunto dalla tabella che segue. Per il dettaglio si rimanda all'allegato con i certificati delle prove di laboratorio (in copia).

Sondaggio M2 – campione prof. 9.60 – 10.20

Sondaggio M3 – campione prof. 10.00 – 10.60

Parametro	U.M.	M2	M3
Contenuto d'acqua naturale	%	22.6	21.8
Peso di vol. materiale saturo (γ_s)	g/cmc	2.01	2.01
Peso specifico granuli	g/cmc	2.67	2.61
Indice di Porosità		0.6	0.57
Grado di saturazione	%	--	99
Limite liquido	%	26	n.d.
Limite plastico	%	23.2	n.d.
Indice di Plasticità		4.3	n.d.
Angolo di attrito interno (ϕ')	°	33	28
Coesione (c')	kg/cm ²	0	0.25

Tab. 1. Parametri geotecnici caratteristici

Facendo quindi riferimento alla campagna geognostica e ai risultati delle prove geotecniche di laboratorio si può ricostruire il quadro geognostico parametrico sia per la zona di terra ferma che per quella a mare entrambe interessate dalle previsioni del Piano Regolatore Portuale.

Zona terra ferma (sondaggi Tecnosol T1 ÷ T6)

- 0.00m - 6.0÷8.5m sabbia con "pezzame" calcareo e/o sabbia da media fine a fine limosa, debolmente addensata, con resti vegetali (alghe) e con raro ghiaino. (**Orizzonti A e A'**)
- 6.0÷8.5m - <10.0m calcare molto fratturato.
Trias superiore: calcare cavernoso, unità di Talamone. (**Orizzonte B**)

Nella zona più a ridosso del promontorio e del molo di frangiflutto il calcare compare più superficiale e direttamente sottostante una copertura di materiale di riporto eterogeneo di spessore variabile da 1.5 a 2 metri (Sondaggi T1 e T2). Talora tra il riporto ed il calcare compare un livello ghiaioso di esiguo spessore (Sondaggio T2). Verso est lo strato di riporto superficiale diviene meno importante e tende a confondersi con il sottostante orizzonte sabbioso fine, che diviene decisamente significativo allontanandosi dalla zona del promontorio (Sondaggi T3÷T6).

Zona mare (sondaggi Tecnosol M1 ÷M6)

0.00m	- 6.60m	mare
6.60m	- 8.5÷12.70m	sabbia da media fine a fine limosa, debolmente addensata, con resti vegetali (alghe) e con raro ghiaino. Deposito recente, superficialmente rimaneggiato dai moti ondosi. (Orizzonte A')
8.5÷12.70m	- 17.00m	sabbia media con "pezzame" calcareo, molto addensata. (Orizzonte A)
17.00m	<- 18.00m	calcare molto fratturato. Trias superiore: calcare Cavernoso. (Orizzonte B).

Nell'ambito delle presenti indagini si è cercato di analizzare anche la qualità dei sedimenti direttamente presenti sul fondo del porto, tuttavia non è stato possibile prelevare campioni. Si è tuttavia osservato come il Collettore occidentale sia caratterizzato da un basso fondale, mediamente la lama d'acqua, in condizioni idrologiche normali, non supera il metro, tranne nel tratto di sfocio al mare, con fondo pressoché caratterizzato superficialmente da fango e/o comunque di sedimenti finissimi. Lo stesso canale, durante i sopralluoghi eseguiti lontani da periodi di pioggia, presentava comunque acque caratterizzate da elevata torbidità quindi abbondante sedimento fine in sospensione.

E' quindi da attendersi, specie nell'area portuale più direttamente a ridosso dello sfocio del canale in mare, una prevalenza sul fondo di depositi più fini limosi e/o sabbiosi limosi. Del resto dalle descrizioni stratigrafiche degli stessi sondaggi Tecnosol, specie di quelli eseguiti nelle aree a basso fondale, si evince come le sabbie dell'Orizzonte A' presentino sempre una non trascurabile percentuale di fine. L'unica analisi granulometrica eseguita sul campione prelevato entro i 3 metri dal fondo marino nel sondaggio M2, mostra le seguenti percentuali granulometriche:

- sabbia media 30%
- sabbia fine 30%
- limo + arg. 40%

che confermano appunto come la componente sabbiosa fine e/o limosa nell'Orizzonte A' sia significativa. La stessa esigua spiaggia presente ad est dell'area portuale appare caratterizzata, almeno superficialmente, da sabbie fini, presumibilmente non dissimili da quelle attraversate dai sondaggi TECNOSOL nei primi metri dal fondo marino.

L'area di piana alle spalle è anch'essa caratterizzata superficialmente da depositi prevalentemente sabbiosi fini di facies alluvionale che verso nord-est passano lateralmente a depositi più di facies lacustre e più fini argillosi limosi.

I parametri rilevati in laboratorio si riferiscono comunque a due soli campioni prelevati nell'ambito della campagna geognostica citata e hanno riguardato intervalli di profondità e sedimenti riferibili al solo Orizzonte A'. Le prove, come già in parte descritto, indicano parametri medi caratteristici di un deposito sabbioso fine a tratti limoso, sostanzialmente poco addensato e di caratteristiche di resistenza a taglio da medie a mediocri, specie nelle zone dove la frazione fine limosa aumenta. Non si hanno dati relativamente al terreno di riporto più superficiale per il quale, data l'eterogeneità, non si possono che supporre caratteristiche variabili e sostanzialmente mediocri.

La sezione di Fig. 6 rappresenta lo schema stratigrafico della zona mare, mentre la sezione di Fig. 7, rappresenta uno schema stratigrafico secondo l'allineamento dall'abitato di Talamone verso il mare (allineamento indicativo lungo il molo).

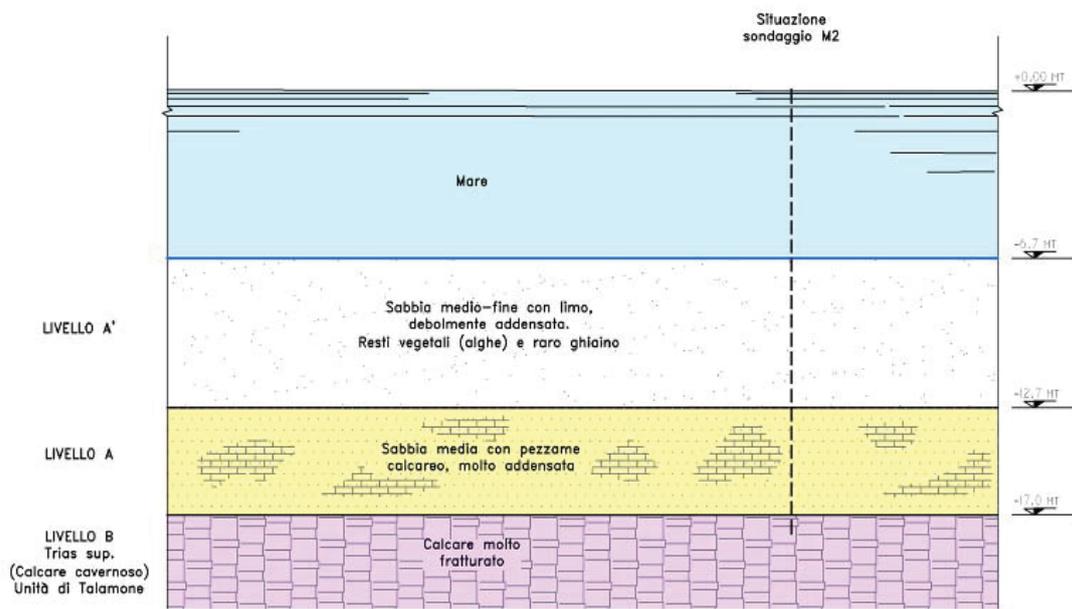


FIG. 6 – Schema stratigrafico zona mare

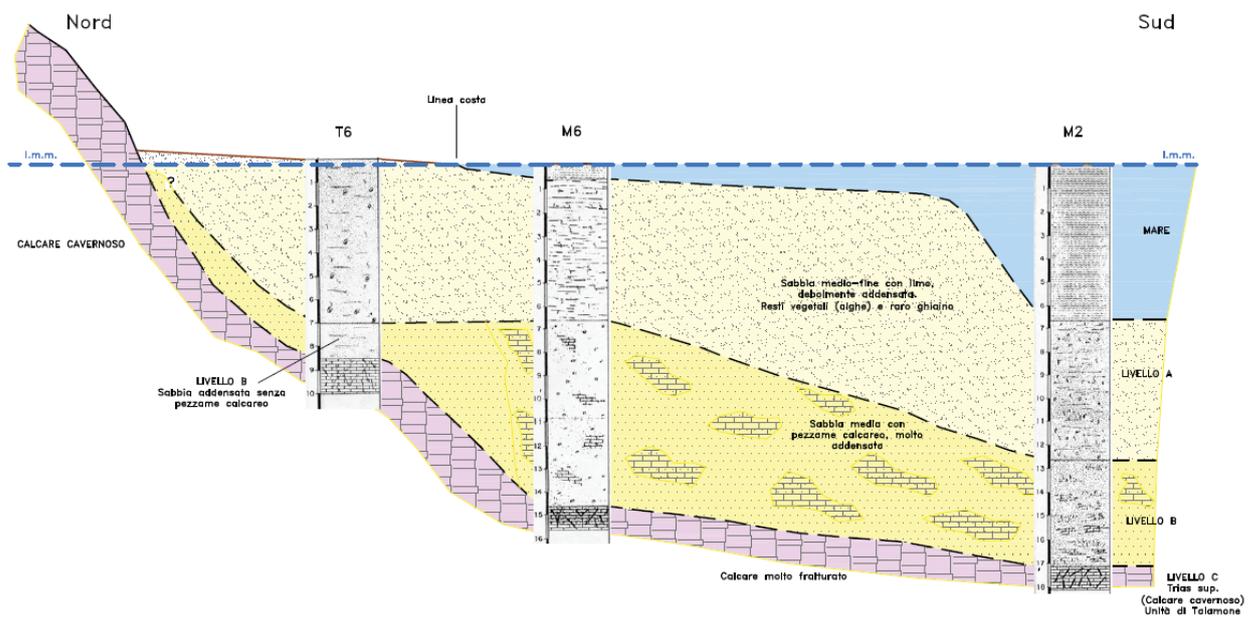


FIG. 7- Schema stratigrafico lungo allineamento Talamone-Molo
(distanze non in scala, sondaggi proiettati secondo batimetria originaria)

7. – FRAGILITA' SISMICA

Il Comune di Orbetello (codice ISTAT 2001 – 0905318) , in base alla OPCM n° 3274/03, è inserito in classe 4 di sismicità. Tale classificazione è stata mantenuta anche nella Deliberazione di Giunta Regionale n. 431 del 19 giugno 2006 "Riclassificazione sismica del territorio regionale: Attuazione del D.M. 14.09.2005 e Ord. PCM 3519 del 28.04.2006 pubblicata sulla G.U. dell'11.05.2006".

Come mostra la carta di FIG.8 (estratto da Database of Individual Seismogenic Sources DISS, 2009), la zona di Talamone non risente di sismicità propria. Le sorgenti sismiche significative sono poste più a ridosso della catena appenninica e come possibile evincere dalla stessa carta e dalla distribuzione degli eventi significativi avvenuti storicamente, FIG.9, l'area di Talamone non compare fra quelle interessate da sismicità significativa, come del resto lo stesso territorio di Orbetello. Come dimostrano pubblicazioni del C.N.R., della Regione Toscana e di altri Enti, per il territorio di Orbetello, la frequenza di eventi sismici, dall'anno 1000 al 1980 è inferiore ai 10 eventi, con profondità ipocentrale entro i 30 Km, ed intensità massima del VI grado MCS.

Si evidenzia quindi una scarsa sismicità dell'area e quindi la bassa probabilità del verificarsi di fenomeni superficiali correlati (frane, liquefazione e cedimenti differenziali per effetto di sisma).

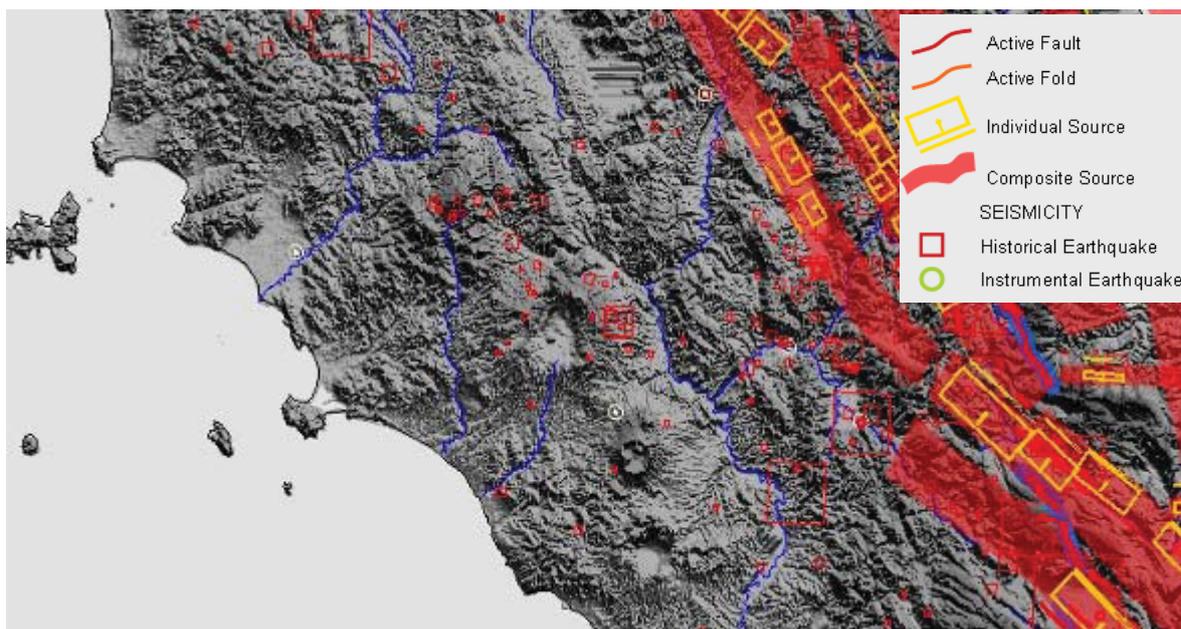


FIG. 8 - "Database of Individual Seismogenic Sources" (DISS, 2009)

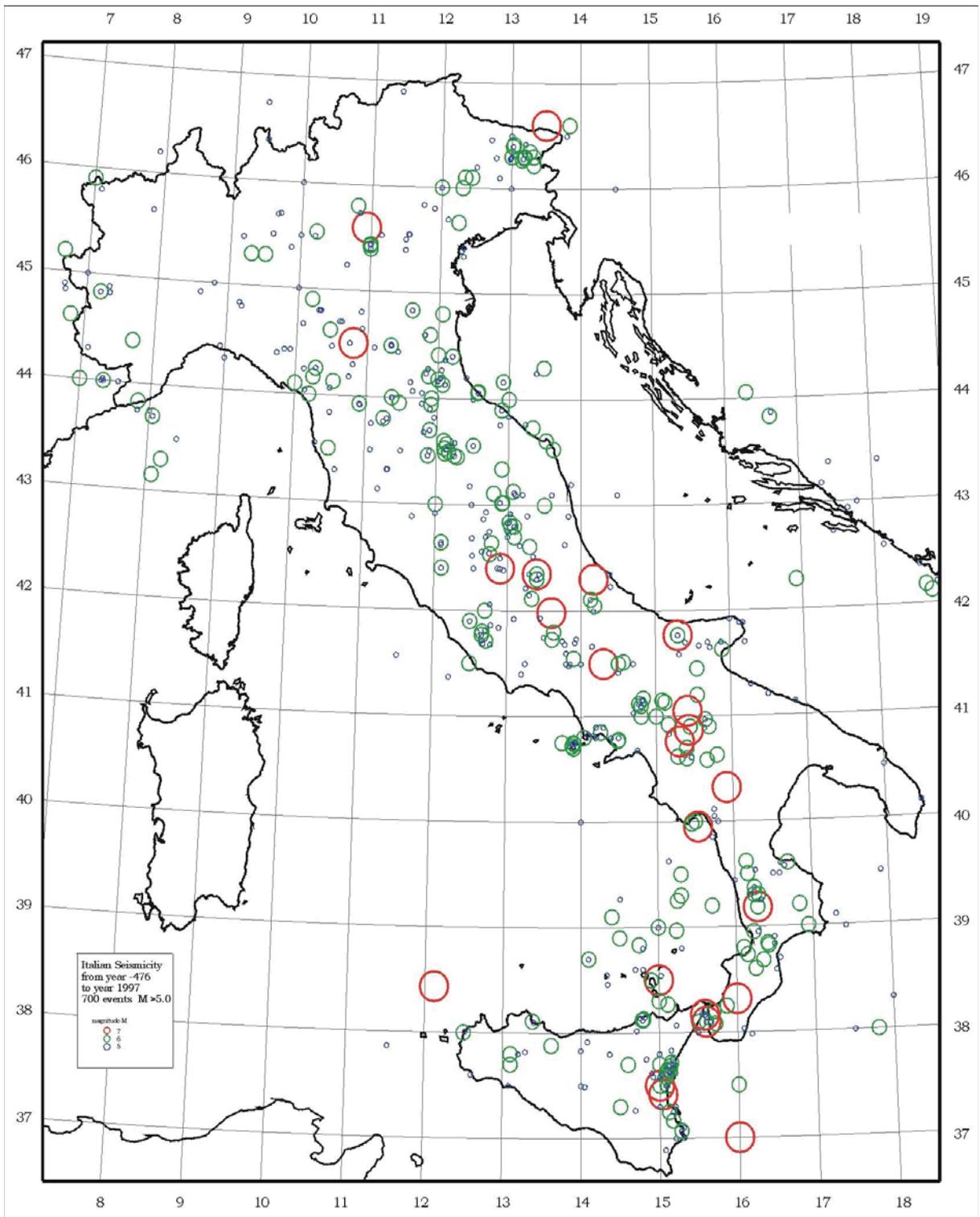


FIG. 9 - Sismicità dell'Italia dal 476 AC al 1997 DC (eventi con $M_w > 5$)

La redazione degli studi di MS di livello 1, e quindi della Carta M.O.P.S. è obbligatoria per tutti i comuni tranne quelli classificati in zona sismica 4, pertanto è stata omessa la redazione della suddetta carta.

8. – FRAGILITA' IDRAULICA

La fragilità idraulica si pone come uno degli aspetti fondamentali nel governo del territorio; la crescente interazione tra la dinamica delle reti idrologiche e le attività antropiche necessita infatti di un'attenta analisi delle condizioni di rischio cui sono sottoposti beni e persone. Tale condizione di rischio può scaturire in conseguenza di fenomeni di trasporto in alveo legati a fenomeni di esondazione (trasporto di massa liquida) e/o di dinamica d'alveo (trasporto di massa solida). Il rischio idraulico può altresì essere dovuto a fenomeni di ristagno dovuti a difficoltà di drenaggio da parte della rete scolante, favorite anche da condizioni geomorfologiche locali particolari (aree depresse ecc.). La condizione di rischio idraulico, nella cui casistica ricade il vincolo che riguarda l'ambito territoriale in oggetto, attualmente trae origine principale dalla eventualità che l'area sia invasa dalle acque fuoriuscite dalla rete idrografica per insufficiente capacità di smaltimento delle portate in transito nella stessa, in particolare dal Collettore occidentale e dalla rete di acque basse ad esso connessa.

Sia il P.S./R.U. di Orbetello sia il PAI (Piano di Assetto Idrogeologico) vigente, nella piana della bonifica fino alla fascia costiera, evidenziavano aree a rischio idraulico, FIG. 10, estratta dal R.U. del comune di Orbetello.

Tale cartografia di pericolosità è stata recentemente superata dalle direttive del P.G.R.A. della Regione Toscana, che nella sostanza riprende la stessa cartografia, Fig.11.

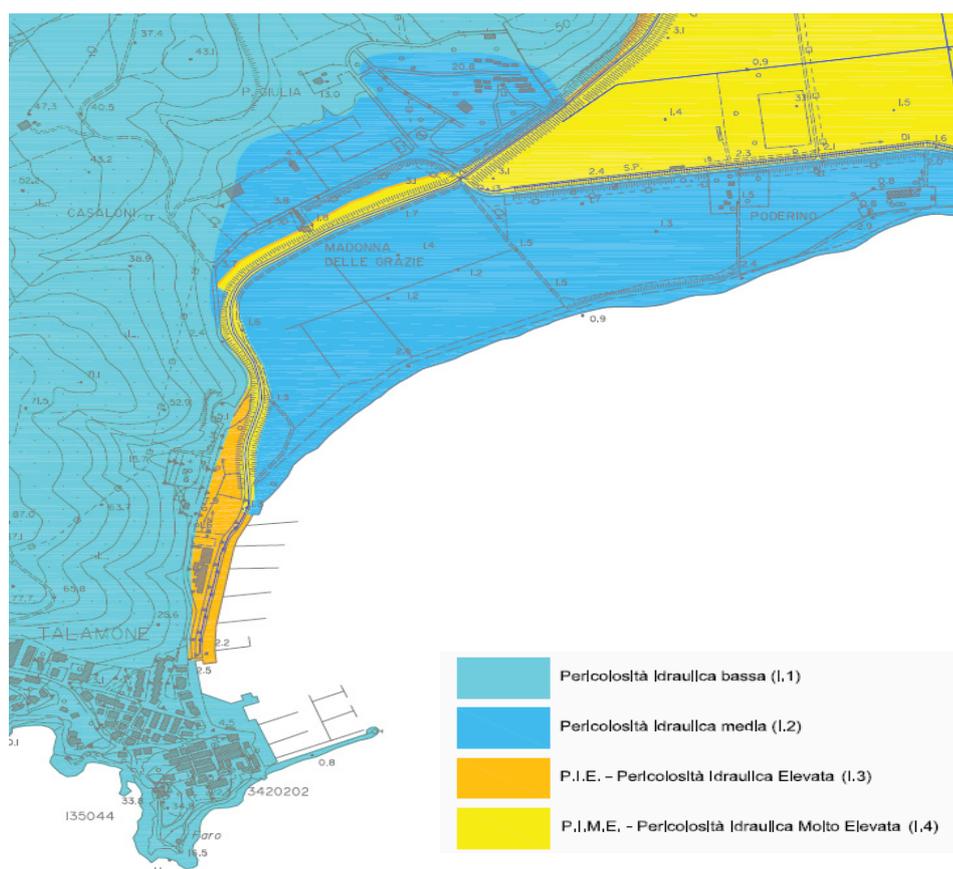
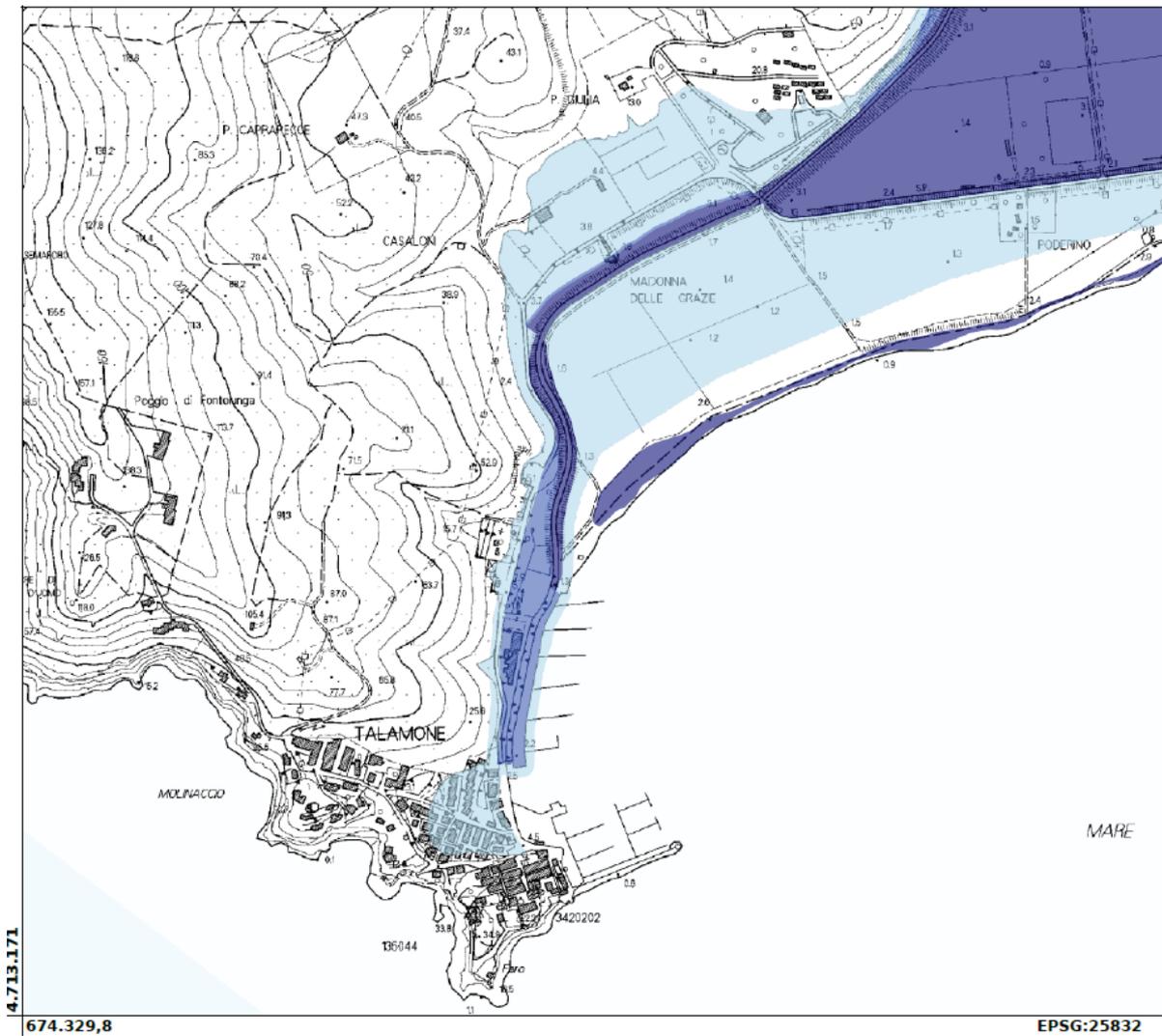


FIG. 10 - Carta delle pericolosità idrauliche

(da Indagini Geologiche-Tecniche di supporto al Regolamento Urbanistico Tav 50a - 2011)

Scala 1 :10.000



LEGENDA

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

FIG. 11 - Carta della pericolosità idraulica (da P.G.R.A. Regione Toscana)

Dal confronto tra le due carte emerge come il PGRA consideri in classe di Pericolosità bassa P1 (alluvioni rare e di estrema intensità) le stesse aree che il PS comunale in base alla LRT 53/R considerava a Pericolosità Media I2. Le aree che secondo il PS erano considerate in classe di Pericolosità Elevata I3 (PIE), sono adesso ricomprese dal PGRA in classe a Pericolosità Media P2 (alluvioni poco frequenti), mentre le aree a Pericolosità molto elevata I4 (PIME) sono oggi ricomprese in classe di Pericolosità Elevata P3 (alluvioni frequenti). Sostanzialmente nell'area le perimetrazioni sono pressoché coincidenti. C'è una relativa maggiore ampiezza della classe P1 nella zona dell'abitato.

Nella tabella che segue si riporta un quadro di raffronto tra le classi di pericolosità idraulica così come emergono dall'esame sinottico delle varie cartografie per l'area di Talamone:

Classi di Pericolosità LRT 53/R	P.A.I.	Classi di Pericolosità Direttiva Alluvioni P.G.R.A.
I1	--	--
I2	--	P1
I3	PIE	P2
I4	PIME	P3

Tab. 2 Confronto classi di Pericolosità

L'area ad est del promontorio roccioso di Talamone è stata bonificata in tempi recenti ed è drenata naturalmente dal Collettore occidentale e da altri canali artificiali con sollevamento meccanico per mezzo dell'idrovora ubicata alla Puntata sotto il Poggio di Talamonaccio.

Il Piano Regolatore Portuale, con le sue previsioni, interferisce con zone drenate naturalmente dal Canale Collettore, potenzialmente inondabili e considerate nel PS a Pericolosità Idraulica Elevata (PIE) e/o Molto Elevata (PIME) e dalla nuova direttiva PGRA a pericolosità rispettivamente media P2 ed elevata P3.

L'area che è invece interessata dalla riconfigurazione della foce del collettore e delle opere connesse, ricade sostanzialmente in una zona considerata in classe di pericolosità I2 media (P1 per PGRA). Una relativa fascia a pericolosità P3 è evidenziata lungo la spiaggia ad Est dell'abitato di Talamone, probabilmente legata al rischio di allagamenti per forti mareggiate.

Nel 2005, a cura dell'Ing. Valentina Lanini, nell'ambito di un progetto di riqualificazione di un'area privata (loc. Poderino) è stato prodotto uno studio idraulico¹ che interessa il tratto terminale del Collettore occidentale per una lunghezza di circa 3 km, fino allo sfocio nel porto. I risultati di tale studio evidenziano come eventi di piena provochino allagamenti per soprizzo arginale nella zona a monte della S.P. di Talamone, già a partire dalla località Podere San Giuseppe (circa 1.5 km a monte del ponte della S.P. di Talamone), con portate corrispondenti a tempi di ritorno pari a 20 anni. Le zone allagabili si estendono verso valle fino a comprendere un'area molto ampia della piana di bonifica e ciò in accordo con quanto cartografato anche dal PAI.

Più recentemente sia supporto del PRP del Porto di Talamone proposto e a supporto della Variante di Riconfigurazione della foce del collettore, sono stati eseguiti uno Studio Idrologico ed uno Studio Idraulico. Più in particolare tali studi si sono articolati nelle fasi seguenti:

- definizione e caratterizzazione del bacino idrografico mediante l'individuazione dei principali parametri morfologici quali: area, lunghezza dell'asta principale, quote massima, minima e media;

¹ "Analisi della pericolosità idraulica indotta dal Collettore Occidentale sulle aree poste in località Poderino nel Comune di Orbetello". Ing. Valentina Lanini, 2005.

- determinazione degli afflussi meteorici mediante il metodo della regionalizzazione delle precipitazioni della Toscana;
- caratterizzazione dei bacini relativamente ai parametri influenzanti la trasformazione afflussi-deflussi quali: la litologia, la pedologia, la copertura e la permeabilità;
- calcolo delle portate di massima piena per diversi tempi di ritorno mediante modelli di trasformazione afflussi deflussi.

Lo studio idrologico, si è riferito agli studi di "Regionalizzazione delle precipitazioni", (redatti dalla Regione Toscana e il Dipartimento di Ingegneria Civile e Ambientale dell'Università degli Studi di Firenze, per lo sviluppo di attività di ricerca sulla Mitigazione del Rischio Idraulico nella Regione Toscana) ed è stato affrontato in accordo con le indicazioni e i metodi consigliati nelle "Linee guida per la redazione degli studi idrologico-idraulici che accompagnano le richieste di revisione delle aree a rischio idraulico da parte delle Amministrazioni Comunali ai sensi della Deliberazione del Consiglio Regionale n. 1212/1999" della Regione Toscana Direzione Generale delle Politiche Territoriali e Ambientali Bacino Regionale Toscana Nord".

Le portate di piena sono determinate per tempi di ritorno di 20, 30, 200 e 500 anni; per il progetto del porto, in particolare, è stato assunto un valore della portata di piena corrispondente alla probabilità di accadimento di 200 anni.

Lo studio idrologico è stato propedeutico alle analisi di compatibilità idraulica delle opere del porto al loro corretto dimensionamento e verifica delle opere medesime. Tali temi sono stati quindi trattati nello Studio idraulico citato. Per il dettaglio sia relativi alle varie ipotesi e modelli sviluppati si rimanda agli specifici studi.

Come in precedenza precisato l'attuale Collettore Occidentale esistente, scorre adiacente alle infrastrutture portuali esistenti, che vengono quindi a ricadere in aree caratterizzate da pericolosità idraulica variabile che comprendono buona parte dell'attuale area portuale con anche il suo contermine abitato.

Lo studio è stato quindi indirizzato ad individuare soluzioni progettuali di deflusso che non aumentassero la pericolosità idraulica del Collettore Occidentale né a monte né a valle delle opere presenti e previste e che portassero ad un'eliminazione delle condizioni di rischio sia per le future opere che per tutta l'area, compreso l'abitato contermine.

Le verifiche idrauliche hanno riguardato il tratto terminale dell'attuale Collettore Occidentale dal ponte sulla strada provinciale n 1 di Talamone, in prossimità del Camping-Village Talamone, fino alla foce in corrispondenza del porto e sono state condotte a moto permanente considerando le condizioni ante e post operam.

Per le condizioni al contorno delle verifiche idrauliche (sezioni d'alveo e degli attraversamenti, portate massime di piena, coefficienti di scabrezza e livelli idrici di monte e di valle) si è fatto riferimento allo studio Allegato 2 "Risultati della modellistica ideologico-idraulica" dello "Studio Indagini ideologico idrauliche di supporto al regolamento urbanistico del Comune di Orbetello ai

sensi del regolamento di attuazione n. 26/R dell'art. 62 della legge regionale 1/2005" di A. Benvenuti 2011.

Come precedentemente detto sono stati studiati sia la situazione attuale che due lay-out alternativi. In particolare i due Lay-Out prospettati dallo studio sono:

- la foce del collettore è posta nella posizione attuale, la viabilità e i parcheggi di progetto sono posti ad una distanza di circa 10 m dal ciglio attuale del Collettore ad una quota di almeno 0,5 m sopra al massimo livello di piena, Lay-out condizioni attuali;
- la foce del Collettore è deviata a monte del porto lungo la sua curva naturale, con sbocco a mare alla quota di -0,5 m s.l.m. mediante due pennelli penetranti in mare per circa 70 m, Fig. 7.2, Lay-out di progetto.

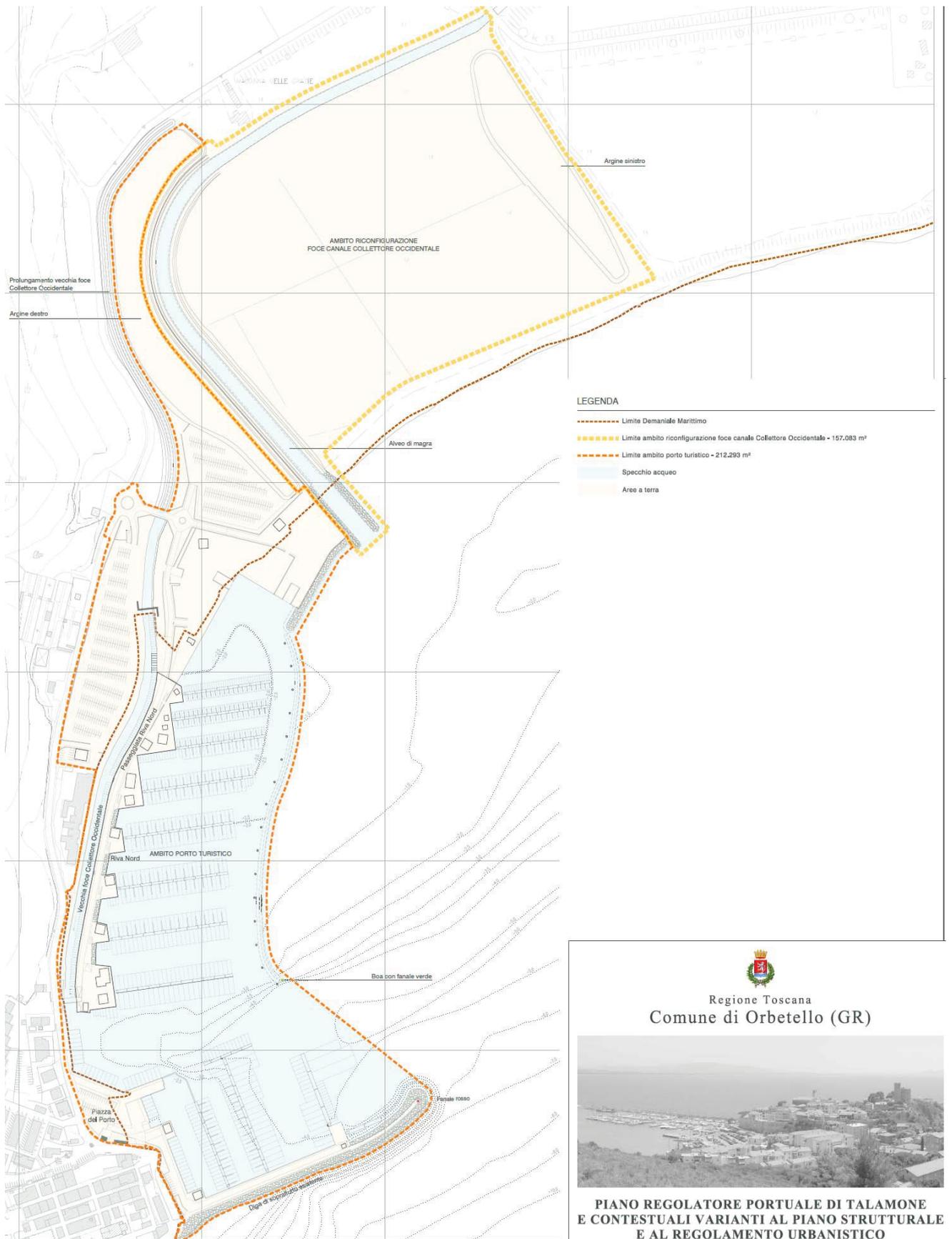
Lo studio idraulico condotto ha evidenziato alcune importanti caratteristiche del tratto vallivo del Collettore Occidentale a partire dal ponte sulla SP n.1 di Talamone, riconfermando alcune di quelle già evidenziate nell'Allegato2 "Risultati della modellistica idrologico-idraulica" dello "Studio Indagini ideologico idrauliche di supporto al regolamento urbanistico del Comune di Orbetello ai sensi del regolamento di attuazione n. 26/R dell'art. 62 della legge regionale 1/2005" di A. Benvenuti 2011. In particolare:

- le portate di piena ventennali e cinquecentennali differiscono molto poco a causa dell'invaso delle acque in aree di esondazione a monte, tale fatto evidenzia come le portate idrologiche non siano in relazione con quelle di progetto lungo tale tratto di Collettore;
- le aree di pertinenza del Collettore Occidentale attualmente presentano pericolosità idraulica molto elevata (PIME/P3), mentre le aree destinate a parcheggi e viabilità a servizio del Porto e parte dell'abitato contermina, attualmente ricadono in ree di pericolosità idraulica elevata (PIE/P2);
- l'attraversamento della SP n.1 di Talamone non consente il libero deflusso della portata massima di piena con tempo di ritorno 200 anni;
- il ponte in prossimità della foce del porto consente il libero deflusso della portata massima di piena con tempo di ritorno 200 anni, sia considerando il deflusso lateralmente a mare della portata nel tratto terminale del collettore, sia considerando il deflusso dell'intera portata duecentennale nella sezione del ponte;
- la presenza delle infrastrutture portuali previste a 10 m di distanza dal ciglio del Collettore Occidentale ad una quota superiore di 0,5 m dal livello di massima piena (Lay out condizioni attuali), determina l'inalveazione della portata di piena fino alla foce del collettore all'interno del porto e l'aumento del livello idrico a monte valutato nella sezione a valle del ponte sulla SP n.1 di Talamone di circa 10 cm rispetto alla condizione attuale;
- la deviazione del Collettore Occidentale a monte del porto lungo la sua curva naturale (Lay-Out di progetto), determina la riduzione di circa 387 m della lunghezza del collettore, con aumento massimo di velocità nel collettore di soli 0,02 m/s e una riduzione

del livello idrico a monte valutabile in 6 cm nella sezione a valle della SP n. 1 di Talamone;

- la realizzazione della deviazione comporta la realizzazione di due pennelli di circa 70 m di lunghezza fino a raggiungimento della profondità di circa -0,5 m sul l..m.m;
- anche considerando l'ostruzione della foce da parte del moto ondoso con formazione di una barra posta alla profondità di 0,00 m s.l.m. si determinerebbe per il deflusso della portata duecentennale una riduzione del livello idrico a monte valutabile in 4 cm nella sezione a valle della SP n. 1 di Talamone;
- per il deflusso della portata di piena idrologica duecentennale dello scenario futuro oltre alla realizzazione del canale nel tratto deviato e dei pennelli sopra detti che costituiranno l'alveo di magra è necessario realizzare due nuovi argini con quota di coronamento +3,20 m sul l.m.m. per contenere la piena; posti ad una distanza di circa 400 m tra loro;
- la deviazione della foce comporta anche il prolungamento a monte di circa 80 m del fosso che attualmente sfocia all'interno del porto e che riceve le acque del Collettore Occidentale;
- per consentire il deflusso delle portate duecentennali con un franco di 0,5m, il prolungamento del fosso di Talamone è previsto che sia realizzato mediante un canale trapezio con base di 2 m, scarpate 3/2 ed altezza di 2,0 m nel tratto di monte, di 2,5m nel tratto di valle.

In conclusione, come messo in evidenza dai citati studi e in particolare dall'analisi a moto permanente eseguita, per le portate di piena con $Tr = 200$ anni in condizioni ante e post operam, la soluzione proposta con il Lay-Out di progetto, porta ad una eliminazione della pericolosità idraulica sia della zona interessata dalle opere previste dal PRP sia per tutta l'area portuale con l'abitato contermini e quindi del rischio idraulico.



9. – PERICOLOSITA' GEOMORFOLOGICA, SISMICA E IDRAULICA

Il D.P.G.R. 53/R, indica i criteri che portano a definire il grado di pericolosità di un territorio sotto il profilo geologico, sismico e idraulico. Il PS comunale di Orbetello comprende le Carte della Pericolosità, geologica, sismica e idraulica di tutto il territorio. Questi elaborati esprimono il diverso grado di pericolosità per il territorio in funzione delle caratteristiche litotecniche e geotecniche dei terreni, delle condizioni geomorfologiche, idrogeologiche e di sicurezza sismica e idraulica dell'area, delimitando le aree potenzialmente vulnerabili al verificarsi di eventi critici.

9.1 - Pericolosità Geologica-Geomorfologica

Nel caso di Orbetello, viste le peculiarità del territorio, la pericolosità si riferisce fondamentalmente alle condizioni geomorfologiche delle aree collinari e allo stato fisico-litotecnico del terreno ed in particolare alle sue caratteristiche di resistenza e compressibilità, che condizionano le opere in termini di carichi ammissibili e cedimenti assoluti o differenziali. La tabella che segue definisce i criteri generali per l'attribuzione del grado di pericolosità geologica-litotecnica e geomorfologica di un territorio così come definito dal D.P.G.R. 53/R.

Classe	Pericolosità	Caratteristiche
G.1	BASSA	Aree in cui i processi geomorfologici e le caratteristiche litologiche, giaciture non costituiscono fattori predisponenti al verificarsi di processi morfologici.
G.2	MEDIA	Aree in cui sono presenti fenomeni franosi inattivi e stabilizzati (naturalmente o artificialmente); aree con elementi geomorfologici, litologici e giaciture dalla cui valutazione risulta una bassa propensione al dissesto; corpi detritici su versanti con pendenze inferiori al 20%.
G.3	ELEVATA	Aree in cui sono presenti fenomeni quiescenti; aree con indizi di instabilità connessi alla giacitura, all'acclività, alla litologia, alla presenza di acque superficiali e sotterranee, nonché a processi di degrado di carattere antropico; aree interessate da intensi fenomeni erosivi e da subsidenza; aree caratterizzate da terreni con scadenti caratteristiche geotecniche; corpi detritici su versanti con pendenze superiori al 20%.
G.4	MOLTO ELEVATA	Aree in cui sono presenti fenomeni attivi e relative aree di influenza, aree interessate da soliflussi.

Tab. 3 – Classi di Pericolosità Geologica-Geomorfologica

Con riferimento all'area di Talamone e a il Lay out del Piano portuale e area della riconfigurazione della foce del collettore, il quadro di rischio geologico-geomorfologico locale è illustrato dalla carta di FIG. 13, estratta dal P.S. del comune di Orbetello e opportunamente controllata e integrata con quanto emerso dai presenti studi. Tale carta classifica la piana della bonifica e di colmata e le

zone dove compaiono riporti significativi a pericolosità geologica G3 (media) in relazione a caratteristiche litotecniche dei terreni superficiali mediocri e in quanto soggette potenzialmente a subsidenza. Sempre in classe 3 sono comprese le aree con difficoltà di drenaggio e possibili ristagni e le zone soggette a erosione superficiale diffusa. Sotto il profilo della Pericolosità Geomorfologica, come è possibile evincere dalla suddetta carta, l'attuale zona portuale e la quasi totalità dell'abitato ricadono in area a Pericolosità elevata G3. Tali zone sono classificate inoltre dal PAI in P.F.E. (Pericolosità di frana molto elevata). Tale classificazione sembra trovare giustificazione nella presenza a monte della strada provinciale di alcuni canali soggetti ad attività erosiva torrentizia e da un'area segnalata come debris flow a monte del cimitero comunale. Da sopralluoghi eseguiti non sembrano tuttavia riscontrarsi elementi tali da giustificare tale penalizzante classificazione. Zone a Pericolosità molto elevata (P.F.M.E. per il PAI) sono segnalate solo in corrispondenza delle scarpate/foesie che contornano il promontorio del faro e presenti ad est dell'abitato (Molinaccio) e comunque fuori dall'area di previsione del nuovo PRP.

Le opere ipotizzate dal PRP così come le opere connesse alla riconfigurazione della foce del collettore occidentale, come mostra la carta, vengono per lo più ad inserirsi in un contesto geologico stratigrafico caratterizzato da depositi di facies alluvionale costituiti da limi sabbiosi prevalenti alternati a sabbie e argille sabbiose. I livelli più superficiali appaiono in genere caratterizzati da minore addensamento e quindi con necessità di tenere conto in fase progettuale l'eventualità di cedimenti dei terreni di appoggio sotto i carichi rappresentati specie dalle future strutture a servizio dell'area portuale. Fondamentalmente quindi tali opere vanno ad interessare un contesto caratterizzato da terreni con caratteristiche geotecniche medio basse e quindi da una Pericolosità Geologica-Geomorfologica elevata G3. Per quanto concerne il PRP, solo uno dei previsti parcheggi a raso, quello a monte del canale collettore ricade su un area considerata a livello di PAI in P.F.E. Non si hanno invece interferenze tra PAI e previsione della riconfigurazione della foce del collettore sotto l'aspetto geomorfologico.

9.2 - Pericolosità Sismica

La tabella che segue definisce i criteri generali per l'attribuzione del grado di pericolosità Sismica di un territorio così come definito dal D.P.G.R. 53/R.

Classe	Pericolosità	Caratteristiche
S.1	PERICOLOSITÀ SISMICA LOCALE BASSA	Zone stabili caratterizzate dalla presenza di litotipi assimilabili al substrato rigido in affioramento con morfologia pianeggiante o poco inclinata e dove non si ritengono probabili fenomeni di amplificazione o instabilità indotta dalla sollecitazione sismica
S.2	PERICOLOSITÀ SISMICA LOCALE MEDIA	Zone suscettibili di instabilità di versante inattiva e che pertanto potrebbero subire riattivazione dovuta ad effetti dinamici quali possono verificarsi in occasione di eventi sismici; zone stabili suscettibili di amplificazioni locali (che non rientrano tra quelli previsti per la classe S3)

S.3	ELEVATA	Zone suscettibili di instabilità di versante quiescente e che pertanto potrebbero subire riattivazione dovuta ad effetti dinamici quali possono verificarsi in occasione di eventi sismici; 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; aree interessate da deformazioni legate alla presenza di faglie attive e faglie capaci (faglie che potenzialmente possono dare deformazioni in superficie); zone stabili suscettibili di amplificazioni locali caratterizzate da un alto contrasto di impedenza sismica atteso tra copertura e substrato rigido entro alcune decine di metri;
S.4	MOLTO ELEVATA	Zone suscettibili di instabilità di versante attiva e che pertanto potrebbero subire un accentuazione dovuta ad effetti dinamici quali possono verificarsi in occasione di eventi sismici; terreni suscettibili di liquefazione dinamica in comuni classificati in Zona Sismica 2;

Tab. 4 – Classi di Pericolosità Sismica

La valutazione preliminare degli effetti locali o di sito ai fini della riduzione del rischio sismico è rappresentata attraverso uno studio di Microzonazione Sismica di 1° Livello, secondo i criteri definiti all'o,d.p.c.m. 3907/2010. La cartografia da produrre a supporto della microzonazione (vedi anche Cap.5) è costituita dalla Carta MOPS (Microzonazione Omogenea in Prospettiva Sismica), da realizzare in corrispondenza delle aree urbane e/o di possibile espansione urbanistica significative per il comune. Tuttavia la redazione degli studi di MS di livello 1, e quindi della Carta M.O.P.S. è obbligatoria per tutti i comuni tranne quelli classificati in zona sismica 4, pertanto in questo caso è stata omessa la redazione della suddetta carta.

Comunque considerazioni di carattere generale, nelle situazioni particolari in cui si ricade l'area di Talamone, in base a quanto previsto dalla LR 53/R, possono essere fatte: si può considerare una Pericolosità sismica locale media (S2) per le aree geomorfologicamente caratterizzate da presenza di fenomeni di instabilità attiva e/o quiescenti e generalizzata pericolosità sismica bassa (S1) nella zona della piana, dove non si riconoscono, in virtù delle basse accelerazioni attese, elementi di possibile amplificazione dell'onda sismica. Gli interventi ipotizzati e previsti dal nuovo Piano Portuale e dalla Variante di Riconfigurazione della Foce del collettore occidentale, di fatto ricadono tutti in classe di Pericolosità Sismica bassa S1.

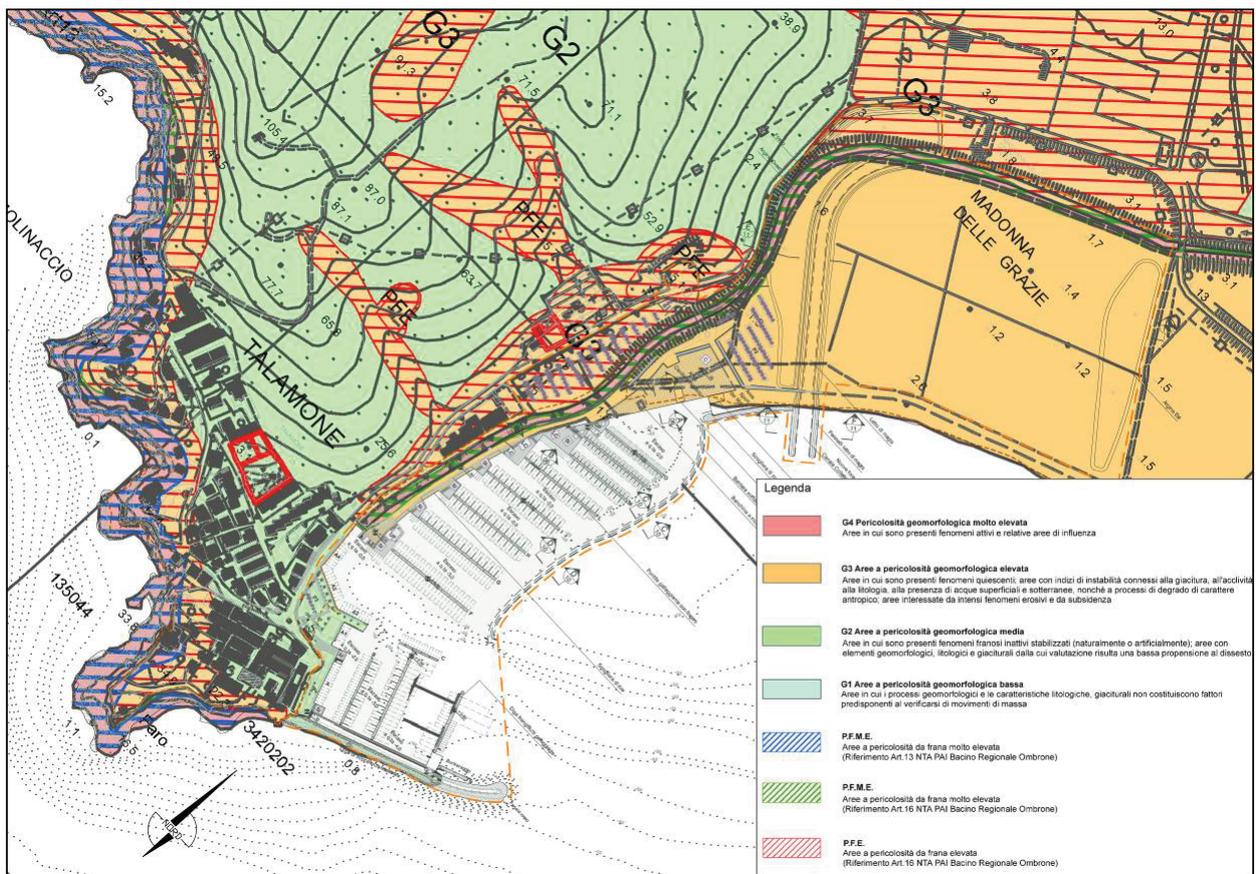


FIG. 13 - Carta della pericolosità geomorfologica
(estratta da Indagini Geologiche-Tecniche di supporto al regolamento Urbanistico Tav 2a - 2011)

9.3 - Pericolosità Idraulica

La pericolosità idraulica di un territorio trae origine principale dalla eventualità che questa sia invasa dalle acque fuoriuscite dalla rete idrografica per insufficiente capacità di smaltimento delle portate in transito nella stessa. Di seguito, in tabella, tenuto conto delle direttive della D.P.G.R. 53/R (Regolamento di attuazione dell'articolo 62 della Legge Regionale 3 gennaio 2005, n.1 Norme per il governo del territorio in materia di indagini geologiche.) si riportano i criteri che portano a definire il grado di pericolosità idraulica di un territorio.

Classe	Pericolosità	Caratteristiche
I.1	BASSA	Aree collinari o montane prossime ai corsi d'acqua per le quali ricorrono le seguenti condizioni: non vi sono notizie storiche di inondazioni; sono in situazioni favorevoli di alto morfologico, di norma a quote altimetriche superiori a metri 2 rispetto al piede esterno dell'argine o, in mancanza, al ciglio di sponda.
I.2	MEDIA	Aree interessate da allagamenti per eventi compresi tra $200 < Tr \leq 500$ anni. Fuori dalle UTOE potenzialmente interessate da previsioni insediative e infrastrutturali, in presenza di aree non riconducibili agli ambiti di applicazione degli atti di pianificazione di bacino e in assenza di studi idrologici idraulici rientrano in classe di pericolosità media le aree di fondovalle per le quali ricorrono le seguenti condizioni: non vi sono notizie storiche di inondazioni; sono in situazione di alto morfologico rispetto alla piana alluvionale adiacente, di norma a quote altimetriche superiori a metri 2 rispetto al piede esterno dell'argine o, in mancanza, al ciglio di sponda.
I.3	ELEVATA	Aree interessate da allagamenti per eventi compresi tra $30 < Tr \leq 200$ anni. Fuori dalle UTOE potenzialmente interessate da previsioni insediative e infrastrutturali, in presenza di aree non riconducibili agli ambiti di applicazione degli atti di pianificazione di bacino e in assenza di studi idrologici idraulici, rientrano in classe di pericolosità elevata le aree di fondovalle per le quali ricorra almeno una delle seguenti condizioni: vi sono notizie storiche di inondazioni; sono morfologicamente in situazione sfavorevole di norma a quote altimetriche inferiori rispetto alla quota posta a metri 2 sopra il piede esterno dell'argine o, in mancanza, sopra il ciglio di sponda.
I.4	MOLTO ELEVATA	Aree interessate da allagamenti per eventi con $Tr \leq 30$ anni. Fuori dalle UTOE potenzialmente interessate da previsioni insediative e infrastrutturali, in presenza di aree non riconducibili agli ambiti di applicazione degli atti di pianificazione di bacino e in assenza di studi idrologici e idraulici, rientrano in classe di pericolosità molto elevata le aree di fondovalle non protette da opere idrauliche per le quali ricorrono contestualmente le seguenti condizioni: vi sono notizie storiche di inondazioni; sono morfologicamente in situazione sfavorevole di norma a quote altimetriche inferiori rispetto alla quota posta a metri 2 sopra il piede esterno dell'argine o, in mancanza, sopra il ciglio di sponda

Tab. 5 – Classi di Pericolosità Idraulica

Come già descritto nel paragrafo relativo alla Fragilità Idraulica, sia il P.S./R.U. di Orbetello sia il PAI (Piano di Assetto Idrogeologico), nella piana della bonifica fino alla fascia costiera, evidenziavano aree a rischio idraulico. Tuttavia come detto tali cartografie di pericolosità sono state recentemente superate dalle direttive del P.G.R.A. della Regione Toscana (vedi precedente Fig.11).

Dal confronto tra le varie e successive cartografie emerge come il P.G.R.A consideri in classe di Pericolosità bassa P1 (alluvioni rare e di estrema intensità) le stesse aree che il PS comunale in base alla LRT 53/R considerava a Pericolosità Media I2. Le aree che secondo il PS erano considerate in classe di Pericolosità Elevata I3 (PIE secondo il PAI), sono adesso ricomprese dal P.G.R.A. in classe a Pericolosità Media P2 (alluvioni poco frequenti), mentre le aree a Pericolosità molto elevata I4 (PIME per il PAI) sono invece ricomprese in classe di Pericolosità Elevata P3 (alluvioni frequenti).

Nella tabella che segue si riporta il confronto tra le classi di pericolosità idraulica così come emergono dal confronto tra le varie cartografie nell'area di Talamone:

Classi di Pericolosità LRT 53/R	P.A.I.	Classi di Pericolosità Direttiva Alluvioni P.G.R.A.
I1	--	--
I2	--	P1
I3	PIE	P2
I4	PIME	P3

Tab. 6 Confronto classi di Pericolosità

La Carta della Pericolosità Idraulica, costruita tenendo quindi conto del quadro di pericolosità evidenziato dal P.G.R.A. con le opere e gli interventi legati alle previsioni del Piano portuale e alla Variante di Riconfigurazione della foce del canale collettore occidentale, è riportata in Fig14. Come emerge da tale carta il PRP, con le sue previsioni, interferisce con zone attualmente potenzialmente inondabili e considerate originariamente nel PS, ai sensi della LRT 53/R, a Pericolosità Idraulica Elevata (PIE) **I3** e/o Molto Elevata (PIME) **I4** e dalla nuova direttiva PGRA a pericolosità rispettivamente media P2 ed elevata P3. Più in particolare l'area del collettore risulta essere i **I4** (P.I.M.E/P3), mentre l'area retro portuale con l'abitato contermina, risulta essere in **I3** (P.I.E./P2) e **I2** (P1). La Variante di Riconfigurazione della foce del collettore, prevede il nuovo collettore deviato che si svilupperà, tranne per il tratto di foce ricadente in **I4**, in classe di pericolosità **I2**. Il previsto argine in destra idrografica ricade in buona parte in **I2** e solo nel tratto di terminale a mare in **I4**. L' argine in sinistra idrografica, si svilupperà invece in zona considerata in classe **I2**.

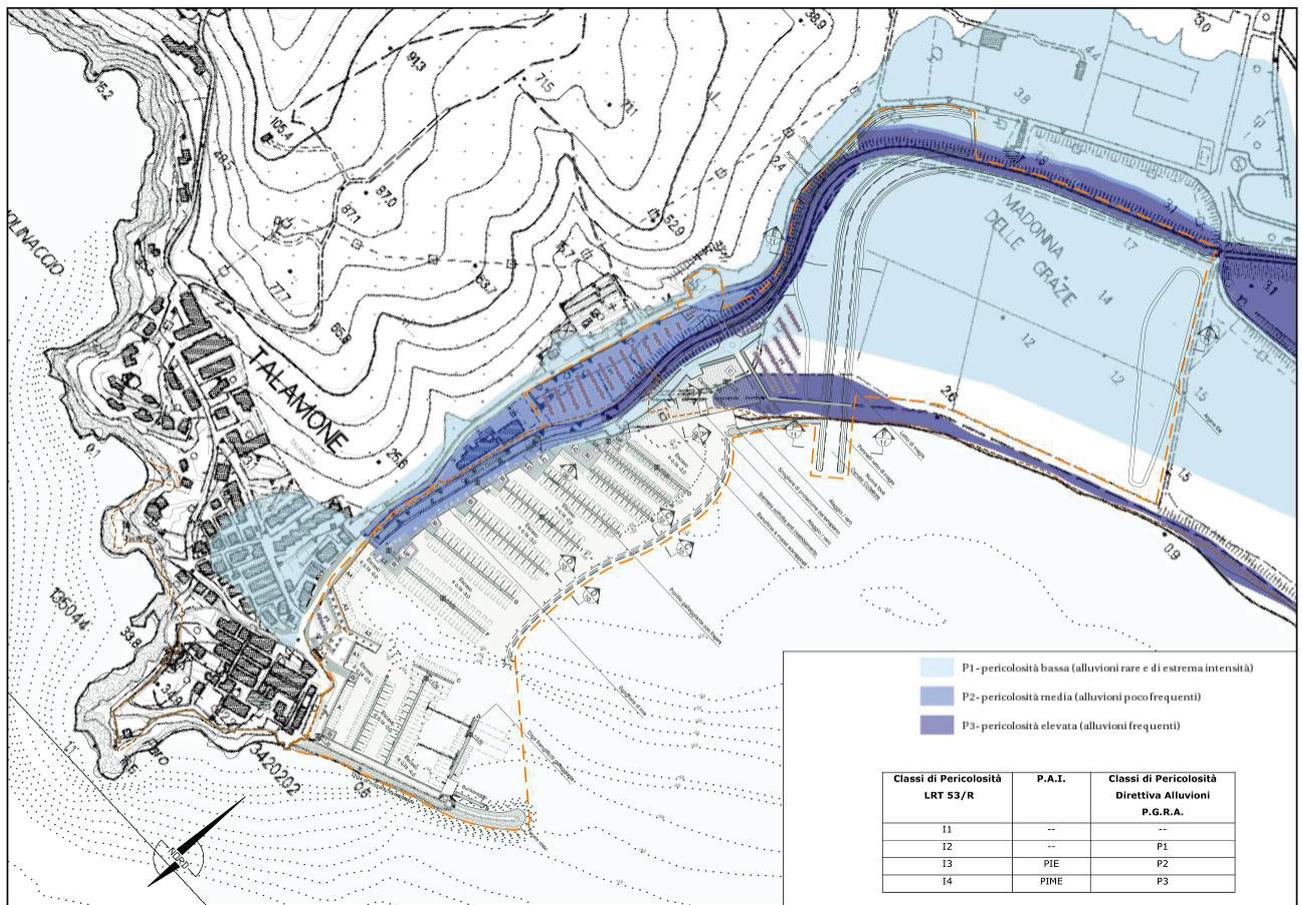


FIG. 14 - Carta della pericolosità idraulica

11. FATTIBILITA'

Le limitazioni e le prescrizioni per le diverse classi di pericolosità che condizionano la fattibilità degli interventi sono riportate nelle disposizioni contenute nel DPGR n.53-R -Regolamento di attuazione dell'articolo 62 della legge regionale 3 gennaio 2005, n. 1 (Norme per il governo del territorio). In particolare, la fattibilità è espressa mediante una codifica alfanumerica di cui a seguire si riportano le definizioni delle singole classi :

Classe	Fattibilità	Caratteristiche
F1	Fattibilità senza particolari limitazioni	Si riferisce alle previsioni urbanistiche ed infrastrutturali per le quali non sono necessarie prescrizioni specifiche ai fini della valida formazione del titolo abilitativo all'attività edilizia.
F2	Fattibilità con normali vincoli	Si riferisce alle previsioni urbanistiche ed infrastrutturali per le quali è necessario indicare la tipologia di indagini e/o specifiche prescrizioni ai fini della valida formazione del titolo abilitativo all'attività edilizia.
F3	Fattibilità condizionata	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.
F4	Fattibilità limitata	Si riferisce alle previsioni urbanistiche ed infrastrutturali la cui attuazione è subordinata alla realizzazione di interventi di messa in sicurezza che vanno individuati e definiti in sede di redazione del medesimo regolamento urbanistico, sulla base di studi e verifiche atti a determinare gli elementi di base utili per la predisposizione della relativa progettazione.

Tab. 7 – Classi di Fattibilità (L.R.T. 53/R)

11.1 – Previsioni del P.R.P. e della Variante di Riconfigurazione della Foce del collettore

Il Comune di Orbetello ha avviato la redazione del PRP volendo inquadrare l'approdo di Talamone entro le previsioni del Masterplan "La rete dei porti toscani", che gli riconosce una capacità ricettiva massima di 600 posti barca, definendo però la domanda nautica estiva attuale pari a 700-800 unità da diporto per lo più di medie dimensioni.

In risposta al quadro delle esigenze e delle criticità esistenti, specie sotto l'aspetto del rischio idraulico, l'Amministrazione di Orbetello contestualmente al PRP, propone alcune varianti sia legate alla trasformazione dell'approdo di Talamone a Porto turistico sia, principalmente, mirate, alla realizzazione della nuova foce del Collettore Occidentale a nord del Porto, per la messa in sicurezza di tutta l'area portuale e dell'abitato contermino.

11.1.1 - PRP

Il piano prevede la realizzazione di una viabilità carrabile dedicata, di parcheggi di servizio, la realizzazione di una barriera soffolta anti insabbiamento e di delimitazione dello specchio acqueo verso est, la revisione del sistema degli ormeggi, dragaggi, la predisposizione di un'area per la cantieristica nautica e per gli sport del mare e la riqualificazione del fronte mare di Talamone.

L'ambito portuale occupa una superficie di 208.540 m² di cui 113.815 m² di specchio acqueo (di cui 27.280 m² ormeggiabili) e 82.613 m² di aree a terra. La profondità del fondale oscilla tra - 2,5 m e - 3 m s.l.m.m. Il porto è protetto dalla diga esistente (lunga 300 m) e da una barriera soffolta anti insabbiamento (lunga 440 m) che delimita il bacino portuale contenendo il ondoso residuo e salvaguarda il fondale scavato dai fenomeni di interrimento. Tale barriera soffolta anti insabbiamento ha quota di coronamento posta a - 0,50 m s.l.m.m.; è costituita da un imbasamento in geotessuto, un nucleo in tout-venant di cava e una mantellata in massi naturali da 500 - 1.500 kg posti in doppio strato per uno spessore di 1,50 m. La larghezza del coronamento è pari a 2,25 m.

L'imboccatura portuale, rivolta ad oriente, è larga circa 180 m.

Il piano degli ormeggi conta 688 posti barca di lunghezza fuori tutto compresa tra 7 m e 50 m compresi quelli destinati alla nautica sociale.

L'ambito portuale è articolato in due zone:

- la zona nord, che comprende la nuova viabilità carrabile di accesso e servizio, la viabilità ciclabile, i parcheggi, l'area della cantieristica delle riparazioni e della manutenzione "fai da te", della sosta a secco e dell'alaggio/varo delle imbarcazioni, la zona portuale vera e propria con le piazzole presso le quali sono radicati i pontili per l'ormeggio delle imbarcazioni, denominata Riva nord;
- la zona sud che comprende il piazzale retrostante l'articolata banchina di riva, il molo e la diga di sopraflutto esistente.

Nella zona nord la viabilità carrabile e ciclabile, in corrispondenza dell'area cantieristica, confluiscono in un'unica viabilità pedonale che prosegue fino al ponte sud. Tale viabilità pedonale

è percorribile dai mezzi elettrici di servizio al porto, dai mezzi di soccorso e delle Pubbliche Amministrazioni.

La nuova linea di riva realizzata a scogliera si svilupperà per complessivi 350 m comprendendo anche le piazzole presso le quali sono radicati i pontili galleggianti. Tali piazzole si trovano alla medesima quota della viabilità pedonale retrostante. Saranno realizzate su pali mediante pulvini prefabbricati in c.a., dalle prefabbricate, travi di collegamento e travi di bordo solidarizzate mediante getto in opera in c.a. I pali di diametro phi 600 mm sono posti secondo una maglia quadrata di lato pari a 3,5 m.

I 9 pontili per l'ormeggio delle unità da diporto hanno lunghezza variabile tra 68,25 m e 104,40 m e larghezza anch'essa variabile in funzione delle dimensioni delle imbarcazioni ormeggiate (minimo 2,5 m, massimo 4 m).

Anche l'area cantieristica, accessibile direttamente dalla viabilità di servizio è posta alla quota di + 1,20 m s.l.m.m.; ivi è prevista la delocalizzazione del servizio di alaggio/varo oggi effettuato presso il piazzale del Porto. L'area cantieristica dispone di una banchina, della tipologia a massi sovrapposti, imbasata alla profondità di -3 m s.l.m.m. (-2,50 m + un franco di sicurezza pari a 0,5 m in caso di eventuali futuri sviluppi).

I parcheggi contengono, complessivamente, 645 posti auto, ossia un numero maggiore di posti auto rispetto a quello minimo imposto dall'applicazione dell'indice di 0,8 posti auto/posti barca (480).

Nella zona sud del Porto il piazzale, a prevalente fruizione pedonale, si allunga fino alla diga di sopraflutto. Il Piano prevede la riqualificazione di quest'area che dovrà diventare la piazza a mare di Talamone. Presso la banchina di riva è previsto l'ormeggio di unità da diporto, da pesca e dei mezzi della Pubblica Amministrazione.

Il banchinamento del lato interno (8 m) della diga consente di radicarvi 3 pontili di lunghezza variabile tra 100,20 m e 128,50 m. L'impianto di buncheraggio è situato presso la testa della diga di sopraflutto.

11.1.2 - Variante di Riconfigurazione della foce del collettore

La Variante di Riconfigurazione della foce del collettore, nella soluzione scelta, prevede la deviazione della foce del Collettore Occidentale a nord del porto e il mantenimento della foce esistente (denominata "vecchia" foce) in quanto segno caratteristico del paesaggio. Questa soluzione consente di mantenere inalterato il profilo costiero esistente. Il tratto terminale del Collettore deviato è protetto a mare da due pennelli lunghi circa 70 m realizzati mediante un'opera a gettata di tipologia simile a quella della scogliera soffolta prevista davanti all'area portuale, ma con una quota di coronamento pari a circa + 1,70 m s.l.m.m.. Contestualmente sono previste due arginature in sinistra e destra idrografica rispetto alla nuova foce.

11.2 – Fattibilità delle previsioni del PRP e della Variante di Riconfigurazione della foce del canale collettore occidentale

11.2.1 - PRP

Le soluzioni progettuali del PRP, prevedono fra gli interventi più significativi proposti, escavazioni/dragaggio del fondo marino, per spessori variabili da 0.5 ai 2.0 metri max, nello specchio d'acqua a nord-est dello sfocio in mare attuale del canale Collettore occidentale, dove di fatto è prevista la maggiore espansione dell'approdo turistico. L'area è già attualmente interessata da attività portuali con presenza di banchine galleggianti collegate allo stretto pennello di terra che separa il mare dal collettore.

Opere a terra

- Previsioni progettuali

Le varie infrastrutture previste nell'area a terra del porto (parcheggi, locali commerciali, uffici e locali a servizio e un area per cantieristica navale), comportano relativi avanzamenti verso mare con creazione di banchine sullo stretto pennello di terra in sinistra idrografica e sistemazioni con parcheggi sia in destra che in sinistra idrografica dell'attuale canale collettore. Il quadro delle previsioni edificatorie è di seguito schematicamente riassunto:

- servizi di supporto all'operatività portuale (ormeggio, servizi igienici, servizi tecnici, deposito, ecc.): 620 m²
- servizi di supporto all'operatività portuale (ormeggio, servizi igienici, servizi tecnici, deposito, ecc.), servizi di accoglienza e amministrazione: 612,6 m²
- Pubbliche Amministrazioni: 334,8 m²
- servizi di supporto all'operatività portuale (ormeggio, servizi igienici, servizi tecnici, deposito, ecc.), servizi di accoglienza e amministrazione, servizi di pronto soccorso, servizi di sicurezza e controllo, attività ricettive, attività educative, museali, convegnistiche: 222 m²
- commercio al dettaglio: 243,85 m²

E' previsto altresì un adeguamento del sistema viario con la realizzazione di un collegamento diretto tra SP di Talamone e la nuova area portuale attraverso un ponte sul canale collettore, nel tratto compreso tra la ex cava e il locale cimitero. Tali opere vengono ad inserirsi in un contesto geologico stratigrafico caratterizzato da depositi di facies alluvionale costituiti da limi sabbiosi prevalenti alternati a sabbie e argille sabbiose. I livelli più superficiali appaiono caratterizzati da minore addensamento e quindi con necessità di tenere conto in fase progettuale l'eventuale possibilità di cedimenti dei terreni di appoggio sotto i carichi rappresentati specie dalle future strutture a servizio dell'area portuale.

L'area è considerata interessata da potenziale subsidenza.

- Condizioni di Pericolosità:

Pericolosità Geologica – Geomorfologica (FIG.13): G3

La zona su cui è previsto il parcheggio a monte dell'esistente collettore è classificata dal PAI come **PFE**. Tale classificazione sembra trovare giustificazione nella presenza a monte della strada provinciale di alcuni canali soggetti ad attività erosiva torrentizia e di un'area segnalata come debris flow a monte del cimitero comunale. Da sopralluoghi eseguiti non sembrano tuttavia riscontrarsi elementi geomorfologici tali da giustificare tale penalizzante classificazione.

Pericolosità Sismica: S1

Pericolosità Idraulica (FIG.14)

Il recente PGRA inserisce l'area interessata dalle varie previsioni in zone a Pericolosità bassa P1, P2 e P3. Con riferimento alla LRT 53/R e tenuto conto delle varie previsioni, si individuano le seguenti classi di pericolosità:

Area Parcheggio Est	classe di pericolosità idraulica I4
Area Parcheggio Ovest	classe di pericolosità idraulica I3
Area Cantiere navale	classe di pericolosità idraulica I4
Area Locali Commerciali, Locali servizi e Uffici	classe di pericolosità idraulica I3
Nuova viabilità	classe di pericolosità idraulica I3/I4/I2

- Condizioni di Fattibilità:

Fattibilità Geologica – Geomorfologica: F3.

L'attuazione degli interventi, è subordinata all'esito di idonei studi geologici, idrogeologici e geotecnici finalizzati alla verifica delle effettive condizioni litotecniche dell'area ed alla prevenzione di fenomeni geomorfologici e di subsidenza.

Fattibilità Sismica: F1

(Nelle situazioni caratterizzate da Pericolosità sismica locale bassa (S1) non è necessario indicare condizioni di fattibilità specifiche per la fase attuativa a meno della definizione della Categoria di suolo di fondazione.

Fattibilità Idraulica:

Area Parcheggio Est	classe di fattibilità idraulica F4
Area Parcheggio Ovest	

classe di fattibilità idraulica **F4**
Area Cantiere navale
classe di fattibilità idraulica **F4**
Area Locali Commerciali, Locali servizi e Uffici
classe di fattibilità idraulica **F4**
Nuova viabilità
classe di fattibilità idraulica **F4**

Per quanto riguarda la classe di fattibilità idraulica **F4** (Fattibilità limitata), si deve tuttavia precisare che, come già precisato in premessa, al Piano portuale è strettamente correlata la Variante di riconfigurazione della foce del collettore e prevista la deviazione del tratto finale del collettore. Il nuovo collettore, così come previsto dalla Variante con lo sbocco a mare ad Est dell'area portuale è supportato da studi sia idrologici sia idraulici che ne hanno verificato la fattibilità ai sensi delle vigenti normative. La soluzione proposta con il Lay-Out di progetto, porta alla eliminazione della pericolosità idraulica della zona interessata dalle opere previste dal PRP, per tutta l'area portuale e l'abitato contermina, e quindi al superamento per tali aree delle problematiche di rischio idraulico oggi esistenti.

La realizzazione del Porto turistico secondo quanto previsto dal PRP e dalla relativa Variante, è subordinata all'attuazione delle previsioni della Variante di Riconfigurazione della foce del Canale Collettore Occidentale.

- Altre prescrizioni:

I materiali scavati data la natura litologica, previa caratterizzazione, potranno essere in parte riutilizzati per la costruzione degli argini. In caso di terreni non compatibili con un loro riutilizzo nel cantiere e/o contaminati e non conformi a quanto previsto dal D.Lgs. 152/2006, si dovrà procedere al loro smaltimento.

In fase di progetto definitivo/esecutivo delle varie opere, saranno necessari approfondimenti di carattere stratigrafico, geognostico-geotecnico oltre che sismico, in accordo a quanto previsto dalle NTC 2008 e dalla L.R. 36/R 2009. Per quanto concerne l'aumento delle superfici impermeabilizzate a seguito di creazione di aree a parcheggio etc., si potrà contenere il fenomeno con l'adozione di sistemi di pavimentazioni semipermeabili che permettano la parziale reinfiltrazione delle acque di corrivazione superficiale.

Dragaggi e scavi nelle zone dei nuovi ormeggi (nuove darsene)

- Previsioni progettuali

Le soluzioni progettuali proposte nel PRP, prevedono escavazioni/dragaggio del fondo marino, sia per la creazione delle nuove darsene che per realizzare le infrastrutture legate all'attività portuale, per spessori variabili da 0.5 a 2.0 metri max, nello specchio d'acqua a nord-ovest dello sfocio in mare attuale del canale Collettore occidentale, dove di fatto è prevista la maggiore espansione dell'approdo turistico. Come già descritto, specie nell'area portuale più direttamente a

ridosso dello sfocio del canale in mare, ci si deve attendere un fondo marino con una relativa prevalenza di depositi più fini limosi e/o sabbiosi limosi.

La campagna geognostica Tecnosol (1996), evidenzia come le sabbie dell'Orizzonte A' più superficiale presentino sempre una non trascurabile percentuale di fine. L'analisi granulometrica eseguita su un campione prelevato entro i 3 metri dal fondo marino, evidenzia percentuali granulometriche che confermano una significativa componente sabbiosa fine e/o limosa nell'Orizzonte A'. La striscia di spiaggia presente ad est dell'area portuale appare caratterizzata, almeno superficialmente, da sabbie fini, non dissimili da quelle attraversate dai sondaggi TECNOSOL nei primi metri dal fondo marino.

L'escavazione prevista per la realizzazione dei nuovi ormeggi, che come detto potrà investire spessori fino a 2.0 metri dal fondo marino attuale, interesserà quindi sedimenti che potranno essere anche riutilizzati per ripascimenti della limitrofa spiaggia. La compatibilità chimico-fisica e granulometrica dei sedimenti, andrà confermata con opportuni campionamenti ed analisi da realizzare in sede di progetto esecutivo.

- Condizioni di Pericolosità e Fattibilità:

Per tali interventi non si ravvedono particolari condizioni né in termini di pericolosità né di fattibilità sotto il profilo geologico.

Realizzazione delle opere marittime di protezione

- Previsioni progettuali

La previsione progettuale prevede la realizzazione di una lunga barriera soffolta segnalata da briccole, a protezione della nuova zona ormeggi. Come già descritto, ci si deve attendere un fondo marino con una relativa prevalenza di depositi più fini limosi e/o sabbiosi limosi.

Quest'opera andrà necessariamente ad interferire con i depositi sabbiosi più superficiali dell'Orizzonte A', caratterizzati da contenuto addensamento. Sono quindi possibili cedimenti e rifluimenti degli strati più superficiali dell'orizzonte, quelli sicuramente più sciolti e soggetti a rimaneggiamenti anche da parte dei moti ondosi, di cui si dovrà opportunamente tenere conto nella progettazione. Sono da ritenersi sostanzialmente trascurabili invece gli eventuali assestamenti indotti dai possibili carichi al sottostante Orizzonte A, sia per la presenza del "pezzame" calcareo che per il maggiore addensamento delle sabbie.

- Condizioni di Pericolosità e Fattibilità:

Per tali interventi non si ravvedono particolari condizioni né in termini di pericolosità né di fattibilità sotto il profilo geologico.

- Altre prescrizioni:

L'escavazione e il dragaggio previsti per la realizzazione dei nuovi ormeggi interesserà sedimenti che, viste le caratteristiche litologiche e granulometriche, potranno essere anche riutilizzati per ripascimenti delle limitrofe spiagge e/o in parte anche nell'ambito dei cantieri. La compatibilità chimico-fisica e granulometrica dei sedimenti, andrà comunque confermata con opportuni campionamenti ed analisi da realizzare in sede di progetto esecutivo. La caratterizzazione dei

sedimenti avverrà prelevando più aliquote rappresentative di terreno suddividendo le aree oggetto di escavazione/dragaggio in maglie regolari in cui eseguire i campionamenti. Ogni campione dovrà essere sottoposto a determinazioni analitiche di laboratorio volte alla determinazione dei parametri fisico granulometrici e di traccianti riconducibili ad eventuali contaminazioni.

Per la fase di dragaggio andrà eventualmente valutata la necessità di prevedere l'installazione di vasche di decantazione preventivamente allestite ed impermeabilizzate ove stoccare il materiale dragato. Le acque di dewatering opportunamente raccolte, dovranno essere caratterizzate a loro volta ed eventualmente convogliate verso un impianto di trattamento delle acque reflue.

Le operazioni di escavazione/dragaggio dovranno avvenire adottando sistemi antitorbidità e adozione di tecniche di dragaggio ambientale (uso di benne ecologiche) per contenere al massimo potenziali fenomeni di diffusione del sedimento in sospensione nell'ambiente marino circostante, e con attivazione di un monitoraggio ambientale del comparto abiotico marino sia in fase realizzativa che post operam. Si dovrà considerare quanto espressamente previsto dal Manuale per la movimentazione dei sedimenti marini redatto da ICRAM – APAT che integra la normativa Vigente e che si configura come un supporto alle norme attualmente vigenti per la sperimentazione di metodologie e criteri condivisi a livello nazionale a cui far riferimento per impostare le fasi di caratterizzazione, di monitoraggio delle attività di dragaggio nell'ottica di una gestione ecosostenibile del materiale sedimentario in ambito marino-costiero.

Altra opera importante, come descritto, è la deviazione del tratto terminale del collettore, in particolare per il tratto a monte del porto lungo la sua curva naturale, spostando anche la foce più a nord rispetto all'attuale, ottenendo l'effetto di contenere le piene e preservare l'area portuale da eventuali esondazioni e quindi dal rischio idraulico ad oggi invece esistente. L'esistente tratto di collettore, tra l'abitato e il porto, verrebbe quindi separato dal nuovo tracciato e costituirebbe di fatto solo un canale, collegato e ad uso funzionale del porto.

Di seguito, in relazione alle varie previsioni progettuali si forniscono indicazioni e/o prescrizioni di carattere geologico tecnico e/o idrogeologico ai sensi della LRT 53/R, in relazione alla Fattibilità delle stesse.

11.2.2 – Variante di Riconfigurazione della foce del canale collettore occidentale

- Previsioni progettuali: nuovo collettore e nuove strutture arginali

Il tratto di deviazione del collettore è previsto al limite fra le aree attualmente interessate da attività portuale e/o ad essa connesse e quelle più prettamente agricole. L'intervento interessa una zona geologicamente caratterizzata da depositi alluvionali costituiti prevalentemente da limi sabbiosi alternati a sabbie e argille sabbiose. L'area è considerata interessata da potenziale subsidenza.

La vecchia foce del Collettore Occidentale, privata della sua originaria funzionalità, rimane quale "segno" del paesaggio, sede degli ormeggi della nautica sociale. Ne è previsto il prolungamento per circa 455 m, ad est della SP Talamonese, avente lo scopo di raccogliere e far defluire a mare

le acque meteoriche provenienti dal territorio che si estende ad ovest dell'attuale approdo turistico.

La sezione di progetto del nuovo collettore, opportunamente dimensionata per la portata con Tr duecentennale, è ottenuta in parte con scavo sotto il livello del mare per l'alveo di magra e regolata con un sistema a doppia arginatura: due argini di magra sopra il livello del mare, che fungeranno anche da corridoio ecologico, due argini di piena, costituiti da due terrapieni molto ampi, posti a circa 400 metri l'uno dall'altro e sempre dimensionati rispetto alla piena con tempi di ritorno 200 anni e a delimitare una vasca di libera esondazione in caso di piena eccezionale. L'argine sinistro, avente andamento ortogonale alla linea di riva, si estende dal ponte sulla SP Talamonese posto all'altezza del Camping Village Talamone fino all'argine costiero percorso dalla pista ciclabile, si eleva alla quota di + 3,20 m s.l.m.m.ed è lungo circa 290 m. L'argine destro ha anch'esso un andamento ortogonale alla linea di riva, ha quota sommitale di + 3,20 m s.l.m.m. ed è lungo circa 470 m.

Lo sbocco a mare dell'alveo sarà protetto da due pennelli di foce allo scopo di limitare l'insabbiamento e mantenere sempre aperto il collegamento fra collettore e mare.

La deviazione del collettore sotto il profilo idrogeologico, non altererà significativamente l'attuale quadro di salinizzazione delle falde, che come hanno mostrato i rilievi eseguiti lungo l'attuale tracciato e nei fossi limitrofi è già marcato da livelli di salinità altissimi anche nell'entroterra, ben oltre l'area di possibile interferenza dei nuovi interventi. Non si ravvedono quindi particolari problematiche connesse alla qualità delle acque sotterranee, già fortemente compromesse da un elevato grado di salinizzazione

- Condizioni di Pericolosità:

Pericolosità Geologica – Geomorfologica (FIG.13): **G3**

Gli interventi previsti dalla Variante, vengono per lo più ad inserirsi in un contesto geologico stratigrafico caratterizzato da depositi di facies alluvionale costituiti da limi sabbiosi prevalenti alternati a sabbie e argille sabbiose. I livelli più superficiali appaiono in genere caratterizzati da minore addensamento e quindi con necessità di tenere conto in fase progettuale l'eventualità di cedimenti dei terreni di appoggio. Fondamentalmente quindi le opere vanno ad interessare un contesto caratterizzato da terreni con caratteristiche geotecniche medio basse.

Pericolosità Sismica: **S1**

Pericolosità Idraulica (FIG.14)

Il recente PGRA inserisce l'area interessata dalla realizzazione del nuovo collettore e delle arginature, in zona a Pericolosità bassa **P1** e solo per la parte terminale in **P3**. Tenuto conto della LRT 53/R si considerano quindi classe di pericolosità idraulica **I2** nel tratto di piana e **I4** nella sola zona di attraversamento della fascia di spiaggia per possibilità di esondazioni a seguito forti mareggiate.

- Condizioni di Fattibilità:

Fattibilità Geologica – Geomorfologica: F3.

L'attuazione degli interventi, è subordinata all'esito di idonei studi geologici, idrogeologici e geotecnici finalizzati alla verifica delle effettive condizioni litotecniche dell'area ed alla prevenzione di fenomeni di subsidenza.

Fattibilità Sismica: F1.

(Nelle situazioni caratterizzate da Pericolosità sismica locale bassa (S1) non è necessario indicare condizioni di fattibilità specifiche per la fase attuativa a meno della definizione della Categoria di suolo di fondazione.

Fattibilità Idraulica: F4 (Fattibilità limitata)

Le opere ricadrebbero in aree con pericolosità idraulica da **I2** a **I4**. Ne deriverebbe quindi una fattibilità sostanzialmente limitata **F4**. Tuttavia, come già in precedenza specificato e illustrato, tali opere (Deviazione collettore, arginature e zona di esondazione) sono previste con l'ottica di proteggere da esondazioni con $Tr=200$ anni tutta l'area portuale di Talamone con l'abitato contermina. La previsione delle varie strutture è supportata da studi sia idrologici sia idraulici che ne hanno verificato la fattibilità ai sensi delle vigenti normative. La sezione di progetto del nuovo collettore è opportunamente dimensionata per la portata duecentennale, è ottenuta in parte con scavo sotto il livello del mare per l'alveo di magra e regolata con due argini sopra il livello del mare, che fungeranno anche da corridoio ecologico. Lo sbocco a mare sarà protetto, contro le mareggiate, da due pennelli di foce che avranno altresì lo scopo di limitare l'insabbiamento e mantenere sempre aperto il collegamento fra collettore e mare.

- Altre prescrizioni:

La sezione del nuovo tratto di collettore sarà in scavo delimitata da strutture arginali. I materiali scavati data la natura litologica, previa caratterizzazione, potranno essere in parte riutilizzati per la costruzione degli argini. In caso di terreni non compatibili con un loro riutilizzo nel cantiere e/o contaminati e non conformi a quanto previsto dal D.Lgs. 152/2006, si dovrà procedere al loro smaltimento. I pennelli di foce dovranno essere realizzati in modo tale da favorire l'apporto dei sedimenti trasportati dallo stesso canale verso le spiagge e/o comunque non alterare significativamente l'attuale regime di trasporto dei sedimenti lungo la costa. Contemporaneamente dovranno essere previsti accorgimenti per impedire accumuli verso l'area portuale in ampliamento. La realizzazione dei due pennelli a mare avverrà su sedimenti (Orizzonte A') caratterizzati da contenuto addensamento. Sono pertanto possibili, sotto l'effetto dei carichi indotti dalle strutture/scogliere, cedimenti e rifluimenti degli strati più superficiali dell'orizzonte, quelli sicuramente più sciolti e soggetti a rimaneggiamenti anche da parte dei moti ondosi, di cui si dovrà opportunamente tenere conto nella progettazione. Sono da ritenersi trascurabili invece gli eventuali assestamenti indotti al sottostante Orizzonte A, dato il maggiore addensamento del deposito. Le condizioni di fattibilità, in relazione alle varie opere previste dal PRP e dalla Variante di Riconfigurazione della foce del canale collettore occidentale, sono sinteticamente riportate nella carta di fattibilità di Fig. 16.

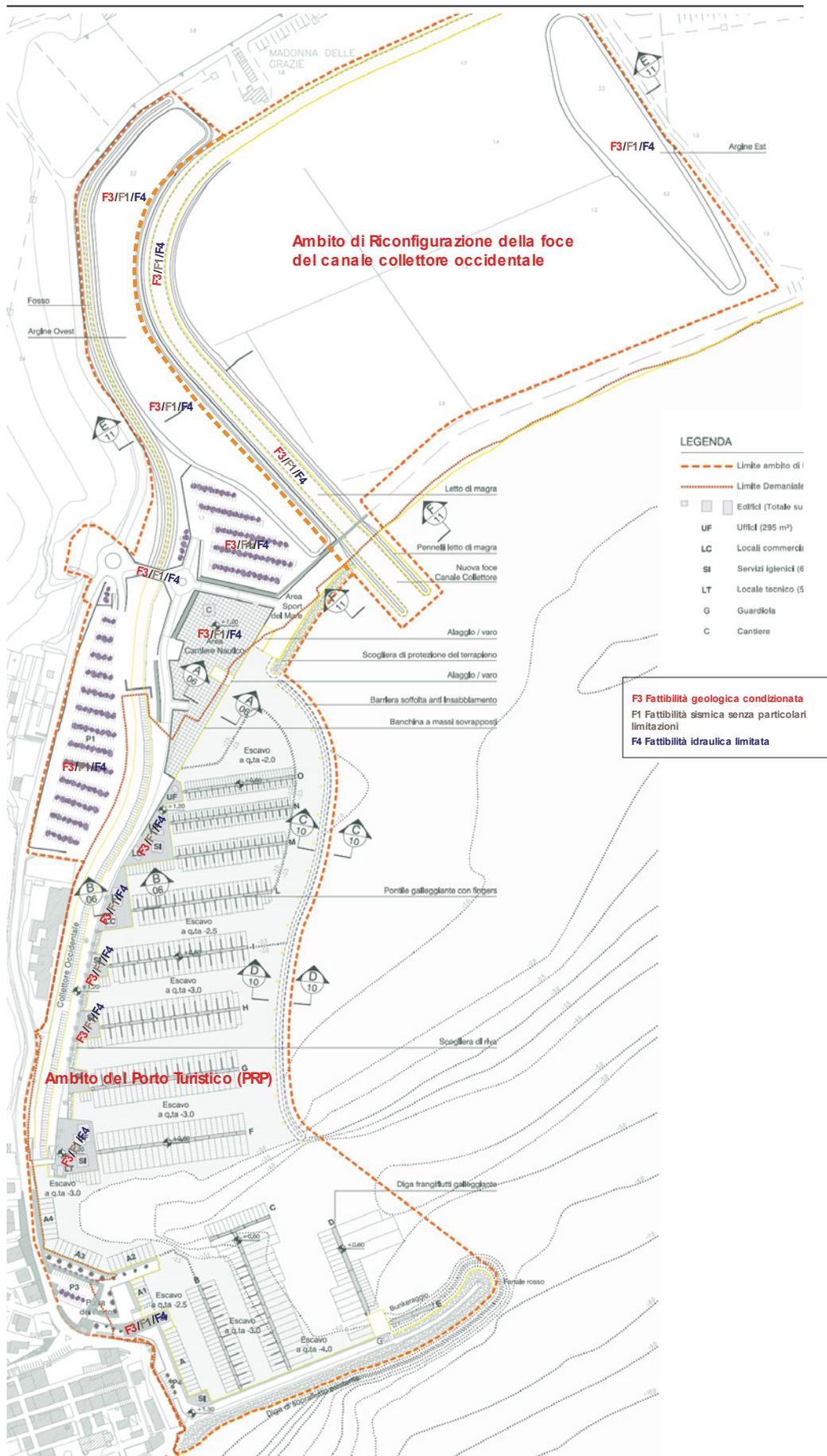


Fig. 16