

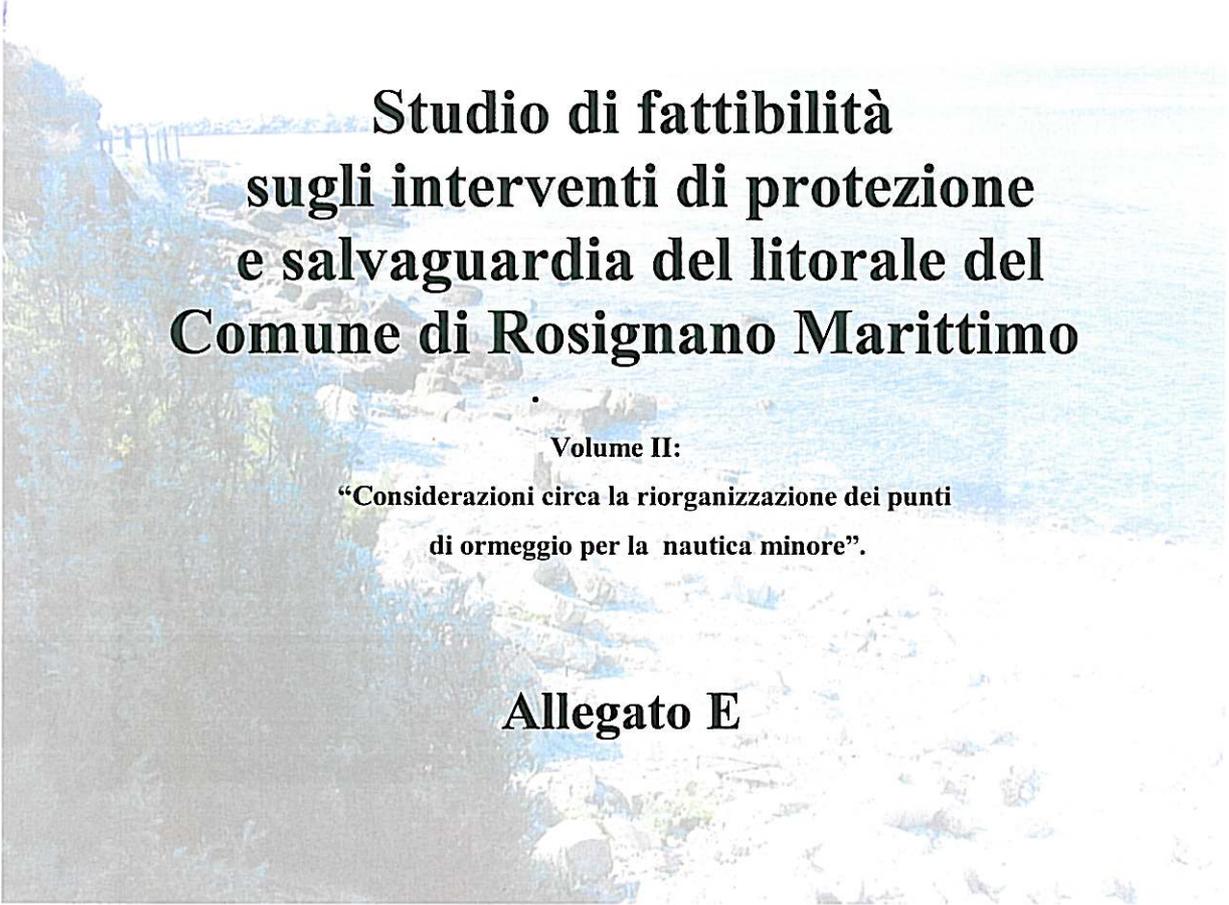


ALLEGATO DELIBERAZIONE C.C.
N. 101 DEL 08 MAG 2007

COMUNE DI ROSIGNANO MARITTIMO
(Provincia di Livorno)

Componente Demanio Marittimo

Quadro conoscitivo



**Studio di fattibilità
sugli interventi di protezione
e salvaguardia del litorale del
Comune di Rosignano Marittimo**

Volume II:

**“Considerazioni circa la riorganizzazione dei punti
di ormeggio per la nautica minore”.**

Allegato E

Redatto da Marina Cala de' Medici S.p.a.
ai sensi dell'art. 16 della convenzione



IL RESPONSABILE DEL PROCEDIMENTO
(Arch. Stefania Marcellini)

MARINA CALA DE' MEDICI SPA

Uffici Porto Tel. 0586764884 Fax 0586764553 E-mail: info@calademedici.net www.calademedici.net
Sede Legale Via Cannizzaro, 5 – 56121 PISA - CCIAA Pisa R.I. e C.F. 05957500589 – REA 134300 P.I. 01531100589

Studio di fattibilità

sugli interventi di protezione e salvaguardia del litorale del Comune di
Rosignano Marittimo

Vol. II

**Considerazioni circa la riorganizzazione dei punti di ormeggio
per la nautica minore**



Rosignano Solvay, gennaio 2005



MARINA CALA DE' MEDICI SPA

Uffici Porto Tel. 0586764884 Fax 0586764553 E-mail: info@calademedici.net www.calademedici.net
Sede Legale Via Cannizzaro, 5 - 56121 PISA - CCIAA Pisa - R.I. e C.F. 05957500589 - REA 134300 - P.I. 01531710058

Studio di fattibilità

sugli interventi di protezione e salvaguardia del litorale del Comune di Rosignano Marittimo

Vol. II

Considerazioni circa la riorganizzazione dei punti di ormeggio per la nautica minore

La seguente relazione tecnica, analizza la fattibilità di alcuni interventi sul litorale del Comune di Rosignano Marittimo, mirati alla riorganizzazione dei punti di ormeggio destinati alle unità da diporto di lunghezza inferiore agli 8 m.

Lo studio parte dall'analisi dell'attuale offerta di infrastrutture dedicate alla nautica minore e, nel rispetto delle indicazioni del Piano di Utilizzo del Demanio Marittimo, propone un nuovo assetto dell'uso della costa comunale, concentrando i punti di ormeggio e di rimessaggio presso strutture attrezzate e restituendo pienamente alla balneazione alcuni tratti di spiaggia e di costa.

Marina Cala de' Medici S.p.A.

Ufficio Tecnico

Studio di fattibilità

sugli interventi di protezione e salvaguardia del litorale del Comune di
Rosignano Marittimo

Vol. II

Considerazioni circa la riorganizzazione dei punti di ormeggio per la nautica minore

Sommario

1. INTRODUZIONE.....	5
2. INQUADRAMENTO GENERALE.....	7
2.1 Le infrastrutture dedicate alla nautica minore	7
2.2 Stato attuale delle infrastrutture per l'ormeggio ed il ricovero dei natanti di lunghezza inferiore agli 8 m nel Comune di Rosignano M.mo	9
2.3 Il Piano di Utilizzo del Demanio Marittimo del Comune di Rosignano M.mo.....	13
3. FATTIBILITA' DI NUOVE INFRASTRUTTURE RICETTIVE	17
3.1 Ipotesi di localizzazione nel Comune di Rosignano M.mo	17
3.2 Marina di Vada.....	19
3.3 Punta del Lillatro	21
4. UN'IPOTESI PER L'APPRODO DI PUNTA DEL LILLATRO	23
4.1 Analisi delle problematiche relative alle modificazioni della linea di riva.....	23
4.2 Inquadramento geologico.....	26
4.3 Biocenosi marine.....	27
4.4 Inquadramento meteomarinario	29
4.5 L'onda di progetto e il predimensionamento dell'opera di protezione.....	30
4.6 Il progetto delle opere marittime.....	35
4.7 Calcolo sommario della spesa	37

Bibliografia essenziale

- Atti del "Corso di aggiornamento su regime e protezione dei litorali" – Notiziario AIPCN – PIANC, Roma 1997;
- "Coastal Littoral Transport" – Department of the Army U. S. Corps of Engineers, Washington 1992;
- "Trasporto solido costiero in corrispondenza del progettato approdo turistico Cala de' Medici" – R. Marconi, Roma 1988;
- "Relazione meteomarina" per Marina Cala de' Medici, Porto Turistico – A. Noli, Roma 1988;
- Atti del Convegno "Lo stato degli ecosistemi marini del Tirreno Toscano" – Società Toscana di Scienze Naturali, Pisa 1995;
- "Environmental engineering for coastal protection" – Department of the Army U. S. Corps of Engineers, Washington 1989;
- "L'erosione del litorale livornese e le sue cause" – Relazione per il convegno "Variazioni della linea di riva fra punta di Castiglioncello e Marina di Castagneto" – Aiello, Bartolini, Conedera, Pranzini, Cecina 1979;
- "La dispersione delle spiagge carbonatiche di discarica a Sud di Rosignano Solvay" – E. Pranzini, Studi di geomorfologia costiera;
- "Le barre della spiaggia sottomarina del litorale toscano" – G. Chiabrera, N. Corradi, G. Fierro, CNR 1980;
- "Morfologia e geologia delle secche di Vada" – Aiello, Bartolini, Gabbiani, Mozzanti, Pranzini, Valleri Bollettino della Società Geologica Italiana 1981;
- "Coastal Engineering Manual" – Department of the Army U.S. Corps of Engineers, Washington 2001;
- "La progettazione integrale dei porti turistici" – Atti del corso di aggiornamento, Politecnico di Milano 1996;
- "Raccomandazioni per la progettazione e l'esercizio dei porti turistici" Notiziario AIPCN – PIANC, Roma 1997
- "Istruzioni tecniche per la progettazione delle dighe marittime" – Ministero dei LL. PP. e CNR;
- "Porti Turistici" – Leopoldo Franco, Renato Marconi Maggioli Editore 1999;
- "Spiagge e Porti Turistici" – Berriolo G., Sirito G., Hoepli Milano 1972;
- "Idraulica Marittima" – Boccotti P., UTET 1997;
- "L'utilizzazione dei dati meteorologici per la previsione del moto ondoso al largo delle coste italiane" – Tomasicchio U., Giornale del Genio Civile, Aprile – Maggio – Giugno 1975;
- "Sulla tracimazione dei moli a scogliera" - V. Milano, F. Tognarini - XXIX Convegno di Idraulica e Costruzioni Idrauliche, Trento, 2004;
- "La progettazione dei porti turistici" – Tomasicchio, EDITORIALE BIOS, 2002;
- "Relazione Geologica del Porto Turistico Marina Cala de' Medici", Studio Geotecnico Italiano;
- "Monitoraggio in corso d'opera degli effetti sull'ambiente marino della costruzione del porto turistico Cala de' Medici", I.S.S.D.;

- "Relazione Meteomarina alla base dei calcoli idraulico-marittimi delle strutture del Marina Cala de' Medici", Modimar s.n.c.;
- "Manuale di ingegneria portuale e costiera" , Tomasicchio, EDITORIALE BIOS, 2001

1.INTRODUZIONE

Nel quadro della salvaguardia e della protezione del litorale del Comune di Rosignano, la politica degli approdi e degli ormeggi, lungo la costa e la spiaggia, occupa un posto importante.

La nautica da diporto rappresenta oggi una voce non trascurabile nello sviluppo dell'economia dei paesi che si affacciano sul mare, ed il Comune ha già dato impulso a questo settore favorendo la nascita del Porto Turistico Cala de' Medici, presso Crepatura, una grande infrastruttura marittima che può ospitare 650 imbarcazioni di lunghezza variabile tra i 10 ed 30 m.

Inoltre le tradizionali attività marittime legate alla pesca, al diporto stanziale, alla pratica degli appassionati della vela, costituiscono un patrimonio che non può che essere salvaguardato, ed al quale deve essere dato nuovo vigore, attraverso la creazione di spazi, attrezzati e sicuri, per l'ormeggio ed il rimessaggio.

D'altra parte, il diporto è una attività che condiziona in modo diretto l'uso e la fruibilità del litorale.

Una nautica non regolamentata rischia di defraudare la costa di Rosignano e Castiglioncello di una vocazione, quella turistica e balneare, che ha radici lontane ed illustri.

Già nella seconda metà del 1800 l'attività balneare a Castiglioncello cominciava ad avere un certo rilevanza, ed ancora oggi riveste un ruolo estremamente importante nell'economia locale.

La richiesta di nuovi spazi per la balneazione, e la concomitante crescita della domanda di posti barca, indirizza la pianificazione del litorale verso soluzioni che privilegiano la concentrazione delle imbarcazioni in porti di grandi dimensioni, nell'ottica di lasciare libere per altri usi, fra cui proprio la balneazione, le aree costiere limitrofe, limitando il numero delle rotte di accesso alla costa.

In questo modo il collegamento tra il territorio costiero ed il bacino di mare adibito alla navigazione può considerarsi come il collo di una clessidra, attraverso il quale un numero relativamente alto di persone ha accesso ad una vasta estensione d'acqua (Nichol).

Il caso di Rosignano è emblematico: una lunga teoria di piccoli approdi, campi boe, rimessaggi improvvisati, banchine estemporanee, a volte realizzate con scarsa attenzione verso l'ambiente, sottrae di fatto all'economia turistica una importante fetta del suo patrimonio, senza d'altra parte offrire ai residenti la certezza dell'ormeggio o tantomeno la sicurezza dell'approdo.

Le imbarcazioni di piccole dimensioni, che non trovano spazio a Cala de' Medici, non dispongono di strutture adeguate ed attrezzate, sia per l'ormeggio estivo che per il rimessaggio invernale.

Analoga problematica riguarda le imbarcazioni professionali (pesca e sub), le quali solitamente hanno necessità di disporre di un ormeggio sicuro anche durante la stagione invernale.

Una riorganizzazione dei punti d'ormeggio di tutto il litorale del territorio comunale si rende perciò indispensabile, sia per regolamentare in modo opportuno la nautica minore, da sempre poco considerata, che per potenziare il turismo balneare.

Lo studio di fattibilità sugli interventi per la salvaguardia del litorale, si occupa del problema del riassetto della nautica minore da un punto di vista tecnico, individuando due siti che si prestano, e per contesto ambientale, e per vocazione già conclamata, alla realizzazione di approdi e rimessaggi a terra.

Il primo è Vada, sede di una suggestiva marina protetta da scogliere frangiflutti in massi naturali, la quale potrebbe essere potenziata nel rimessaggio a terra, preservandone tuttavia, e valorizzandone, gli arenili.

Già fonti romane riportano col nome di Vada Volterrana il centro portuale situato nell'area dell'attuale Vada e funzionante da anello di collegamento tra Volterra ed il commercio marittimo sin dall'Età Ellenistica.

L'altro è la punta del Lillatro, estremo nord dell'unità fisiografica sabbiosa, creata dal sedimento di risulta delle lavorazioni Solvay, nota come Spiagge Bianche.

La Punta del Lillatro, per ragioni morfologiche ed idrauliche, potrebbe essere sede di un intervento a mare, della tipologia a bacino esterno, che darebbe risposta alla domanda di un approdo sicuro, anche nella stagione invernale.

2. INQUADRAMENTO GENERALE

2.1 Le infrastrutture dedicate alla nautica minore

Una via di riorganizzazione degli ormeggi della costa e di riqualificazione del litorale è quella di creare nuove strutture per il diporto nautico che accolgano le utenze di lunghezza inferiore agli 8 m, la cosiddetta nautica minore.

La vigente normativa nazionale (D.P.R n.509 02/12/1997) e la normativa regionale (Piano Regionale di Coordinamento dei Porti e degli Approdi Turistici della Toscana) indicano con la dizione di Porto Turistico un complesso di strutture inamovibili, realizzate con opere a terra e a mare allo scopo di servire la nautica da diporto e la cui realizzazione richiede l'osservanza di standards precisi.

Tali standards sono di tipo urbanistico (viabilità, parcheggi, servizi, reti tecnologiche) e nautico (erogazione di acqua, energia elettrica e carburante, illuminazione delle banchine, dei pontili e degli spazi a terra, impianto antincendio, impianto telefonico).

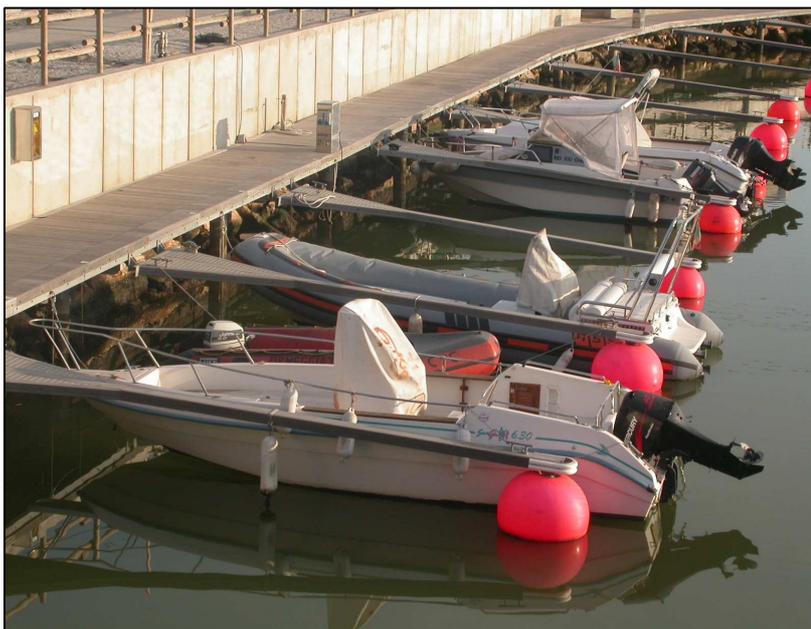
Accanto alle indicazioni di legge vi sono i vincoli ambientali e paesaggistici, che impongono l'analisi dell'opportunità di operazioni che vanno ad incidere, quasi sempre in modo irreversibile, sull'assetto della costa.

Sempre nel D.P.R. n. 509 è riportata la differenza di significato tra Porto ed Approdo Turistico: il primo è una struttura indipendente dedicata al diporto nautico, mentre il secondo è la porzione dedicata al turismo nautico di una struttura più grande e polifunzionale.

E' bene soffermarci su questo aspetto per fare un po' di chiarezza sulle differenti esigenze e problematiche proprie della nautica maggiore o minore.

Nel Piano Regionale di Coordinamento dei Porti e degli Approdi Turistici della Toscana la differenza di significato tra porto ed approdo è posta in questi

termini: l'approdo è sprovvisto, parzialmente o totalmente, delle infrastrutture necessarie e complementari al soddisfacimento delle esigenze degli utenti, presenti invece nel porto turistico.



Questa distinzione risulta poco utile, in quanto nel quadro tecnico, economico ed amministrativo attuale, sarebbe auspicabile una distinzione tra le strutture destinate al ricovero della nautica maggiore e quelle rivolte alle unità da diporto minori.

In questa direzione opera il Piano di Coordinamento dei Porti della Regione Lazio, che distingue i porti e gli approdi in base alla lunghezza delle barche in essi ricoverabili:

"...i porti turistici sono costituiti dalle strutture rivolte ad accogliere la nautica maggiore mentre gli approdi turistici sono costituiti dalle strutture rivolte ad accogliere la nautica minore." Pertanto non viene operata alcuna distinzione in base alla localizzazione delle strutture (interne od esterne a porti polifunzionali) o ai servizi che questa offre.

Per quel che riguarda la Regione Lazio le unità da diporto di lunghezza inferiore agli 8 m trovano accoglienza negli approdi, quelle superiori ai 6 m nei porti.

In Italia le unità di lunghezza inferiore ai 7-8 m rappresentano circa il 90 % dell'intera flotta diportistica e, caratterizzate da un uso prevalentemente stagionale, tendono spesso a sovrapporsi in modo disordinato alle imbarcazioni maggiori, pur avendo esigenze differenti, intasando i porti turistici già affollati a scapito della sicurezza e della gestione economica del porto (fonte Franco, Marconi - "Porti Turistici", Maggioli Editore 1999).

D'altra parte, però, l'elevato costo delle strutture di difesa e dei lavori di dragaggio, quasi sempre indispensabili per l'agibilità degli spazi interni, indirizzano gli interventi verso strutture in grado di accogliere solo la nautica maggiore, in grado perciò di garantire un rientro economico adeguato anche mediante la fornitura di servizi di un certo livello. Questo è giustificato anche dal fatto che un'imbarcazione di grandi dimensioni ha necessariamente bisogno di strutture idonee per il ricovero, mentre natanti di modeste dimensioni hanno esigenze inferiori, che quindi non giustificano l'acquisto di un posto barca in un porto.

E' chiaro perciò come la nautica minore tenda, soprattutto in estate, ad intralciare l'utilizzo balneare della costa; in inverno si pone un problema diverso, anche perché l'assenza totale o parziale di strutture di protezione adeguate, induce i proprietari dei natanti a spostare le proprie imbarcazioni, spesso senza la possibilità di collocarle in aree che ne permettano un agevole utilizzo.

In conclusione, se da un lato la presenza di porti che offrono accoglienza alla nautica maggiore è necessaria per la sopravvivenza del settore e per l'economia locale, dall'altro va trovata una soluzione anche per la nautica minore, che rappresenta la maggior parte delle unità da diporto e crea un ostacolo allo sviluppo del turismo balneare.

2.2 Stato attuale delle infrastrutture per l'ormeggio ed il ricovero dei natanti di lunghezza inferiore agli 8 m nel Comune di Rosignano M.mo

Il quadro attuale è quello di una quantità di punti di ormeggio e piccoli porticcioli, ricavati in baie naturalmente protette o difesi da scogliere artificiali o spesso privi di protezione, che ospitano una flotta di natanti di modeste dimensioni.

Per quasi tutti i porticcioli della costa di Rosignano vale che le strutture di difesa, generalmente dighe in massi naturali, sono insufficienti per garantire alle imbarcazioni un ormeggio sicuro anche nella stagione invernale.

Tali opere, per la scarsa stabilità che le contraddistinguono e per il basso grado di protezione che offrono, possono essere classificate più come opere di difesa del litorale che come dighe di protezione di un porto.

Complessivamente si stima che la flotta ammonti a circa un migliaio di imbarcazioni, di diversa tipologia e di diversa destinazione d'uso.

Nel Volume I dello Studio di Fattibilità sugli Interventi di protezione e Salvaguardia del Litorale del Comune di Rosignano M.mo (TAV. 1, 2, 3) sono indicati quei siti ove siano state realizzate strutture artificiali rigide di difesa di piccoli specchi acquei, nell'intento di favorire l'ormeggio ed il ricovero delle imbarcazioni dalle mareggiate.

Nei riquadri esplicativi, contenuti nelle tavole, si riportano in breve i dati salienti della ricettività di questi punti di ormeggio, in particolare una stima statistica del numero di imbarcazioni ospitate (media fatta sul numero di imbarcazioni individuate all'ormeggio ed al rimessaggio in stagioni diverse), l'ampiezza approssimativa dello specchio acqueo e le opere presenti per permettere l'ormeggio.

Il porticciolo di *Chioma* (TAV.1), ricavato alla foce del torrente omonimo che si trova al confine settentrionale del territorio comunale, è protetto da una scogliera frangiflutti in massi naturali, che chiude la foce radicandosi a nord dell'estuario.



Lo specchio acqueo è piuttosto esteso (circa 13.500 mq), ma la flotta ospitata non è molto numerosa.

Per la zona compresa tra i *Morticini* e la baia del *Quercetano* (TAV.1) l'ormeggio è occasionale ed i dati riportati sono più indicativi della capacità potenziale dei porticcioli che sorgono lungo la costa rocciosa (Porticciolo Rossana e Fortullino) che del loro effettivo utilizzo.

Più a sud invece, nella zona sotto Punta Righini, le spiagge del Porticciolo, del Porto Vecchio e della Caletta sono occupate in buona parte dai natanti, grazie a opere di protezione a scogliera e banchinamenti in cls.



La baia del *Porticciolo* (TAV.1) è interessata da una media annuale di circa 70-75 imbarcazioni, contemporaneamente ormeggiate, con una prevalenza di quelle a vela: infatti questa insenatura, oltre a presentare una

spiaggia tra le più attraenti di Castiglioncello, ospita il Circolo Nautico Castiglioncello, fondato nel 1949.

Leggermente inferiore la media annuale per il *Porto Vecchio* (TAV.2) ove si contano fino a 70 barche presenti contemporaneamente a ridosso delle scogliere artificiali.

Queste insenature presentano delle pocket beaches di vocazione balneare e in alcuni casi ospitano stabilimenti balneari attrezzati.

Ad oggi sono presenti nel territorio comunale una trentina di stabilimenti balneari, con una concentrazione maggiore tra Crepatura ed il Quercetano, nonostante la particolare conformazione morfologica del litorale; questo è dovuto al fatto che i primi stabilimenti di Castiglioncello sono sorti in tale tratto di costa (Piano di Utilizzo del Demanio del Comune di Rosignano M.mo).

L'importante ruolo rivestito sia dal turismo nautico che da quello balneare nell'economia locale, impone un'adeguata risposta alle richieste di spazi e di attrezzature caratteristiche di entrambe le attività.

Certamente si deve prospettare una *separazione tra i due usi*, balneare e di approdo, realizzata verosimilmente dirottando, del tutto o in parte, le imbarcazioni verso strutture appositamente create a questo scopo.

Il *Circolo dei Canottieri* (TAV.2) è l'unica struttura che presenti un bacino interno per l'accoglienza dei natanti (3950 mq per 150 imbarcazioni mediamente presenti), ulteriormente protetto dalle mareggiate dalle tre scogliere ad arco posizionate presso l'imboccatura.



Sotto Pietrabianca si trovano due zone di notevole concentrazione di imbarcazioni da diporto: il pontile *Vittorio Veneto* e la *Marina di Vada* (TAV.2).

Nel primo caso le imbarcazioni si trovano ormeggiate a ridosso del molo presso il pontile Solvay, ed in parte viene sfruttata l'adiacente Marina per il varo; mediamente lo spazio protetto offre ormeggio ad una novantina di natanti.



Nel secondo ci troviamo di fronte ad una struttura che offre sia un ormeggio parzialmente protetto da scogliere foranee in massi naturali, sia un ampio parco di rimessaggio a terra

(con una media di imbarcazioni, tra quelle ormeggiate e quelle tirate in secca di circa 350 unità).

A sud di Vada, sebbene non siano presenti strutture di difesa nate appositamente per la creazione di bacini protetti, si trovano alcuni tratti interessati da punti di ormeggio e rimessaggio stagionale.

In queste zone (Pontile di Bonaposta, Punta del Tesorino e Mazzanta) si concentrano nella stagione estiva circa un centinaio di imbarcazioni.

Facendo riferimento ai dati sulla distribuzione stagionale delle imbarcazioni (Piano di Utilizzo del Demanio del Comune di Rosignano M.mo), sia all'ormeggio che al rimessaggio, si nota che alla riduzione invernale del parco barche ormeggiate nel tratto tra Punta Righini e Caletta, fa riscontro un aumento, circa di pari entità, presso il Circolo dei Canottieri.

Se ne deduce che, non essendo esente da rischi l'ormeggio invernale presso Punta Righini, i frequentatori estivi della fascia costiera sotto Castiglioncello in generale scelgono di fare rimessaggio invernale presso il Circolo dei Canottieri.

Un fenomeno analogo riguarda la Marina di Vada, che vede un incremento significativo (oltre 100 barche) nella stagione invernale, al quale si può collegare la corrispondente riduzione dei natanti ormeggiati lungo la costa a sud della stessa Marina (da Punta del Tesorino fino al Fosso Mozzo).

Basandosi su questa prima analisi della dinamica dei natanti presenti sulla fascia costiera, si può affermare che:

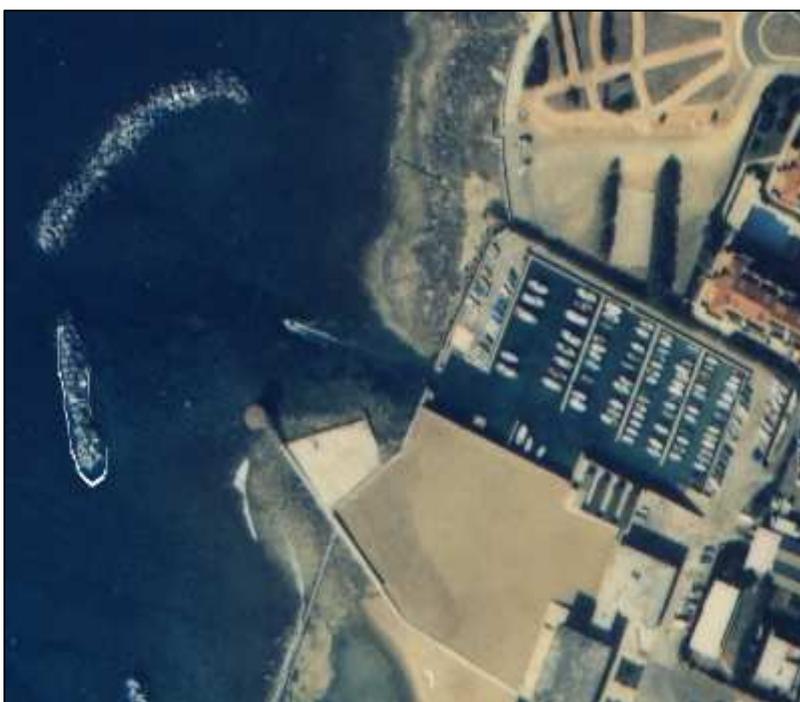
- ad oggi gli unici siti che sono in grado di offrire il rimessaggio invernale delle imbarcazioni sono il Circolo dei Canottieri e la Marina di Vada, che infatti raccolgono la gran parte degli utenti del litorale da Punta Righini al Fosso Mozzo (circa 400 barche).

Una percentuale ben più modesta di utenti tira in secco le proprie imbarcazioni presso la Pinetina ed il Pontile Solvay.

- l'utenza che preferisce il Circolo dei Canottieri proviene in generale dal litorale di Castiglioncello, mentre quella che fa rimessaggio a Marina di Vada frequenta preferibilmente la costa sabbiosa a sud del Lillatro.
- l'ormeggio estivo è molto più distribuito su tutto il litorale, ma molti dei punti di ormeggio presenti sulla costa nella stagione balneare scompaiono quando il clima diventa meno favorevole.

I problemi connessi all'ormeggio estivo sono dunque diversi da quelli legati al ricovero invernale.

Nell'ottica di una razionalizzazione degli approdi e dei punti di ormeggio estivo del litorale, che sia mirata a restituire all'esclusivo uso balneare sia le spiagge della zona di Castiglioncello (Porticciolo, Porto Vecchio, Caletta) sia quelle a sud del Lillatro (Pinetina, Tesorino, Molino a Fuoco), si deve pensare ad un potenziamento, ove



possibile, delle strutture esistenti ed uno sfruttamento degli spazi a terra idonei ad ospitare cantieri di rimessaggio.

In particolare la Marina di Vada avrebbe ampi margini di sviluppo a mare ed a terra, adeguando e ripensando la difesa dello specchio acqueo e l'organizzazione degli ormeggi.

Ciò evidentemente incrementerebbe il bacino di utenza, generando modifiche sull'attrazione che la Marina ha attualmente sui diportisti.

A questa possibilità si affianca naturalmente quella di realizzare nuove strutture ricettive, dedicate all'utenza medio-piccola, che siano pensate per risolvere l'eterogenea distribuzione degli ormeggi durante il periodo estivo, e che offrano nella stessa struttura spazi sufficienti per la messa in secca delle imbarcazioni e per la loro manutenzione.

2.3 Il Piano di Utilizzo del Demanio Marittimo del Comune di Rosignano M.mo

Il lavoro di ricerca effettuato per la redazione del PDM fornisce un quadro ben definito del litorale comunale evidenziando alcune emergenze e necessità.

Per necessità si intende l'espressione di interessi diversi, comunque connessi alla valorizzazione del litorale, sia dal punto di vista economico che sociale.

In questi termini, viene vista come necessità la realizzazione di nuove aree per il rimessaggio dei natanti, anche in seguito all'incremento della navigazione da diporto sul litorale dovuto alla realizzazione del nuovo Porto Turistico Marina Cala de' Medici.

Tra le necessità il Piano del Demanio fa rientrare anche lo sviluppo delle attività legate alla balneazione, di fatto in situazione stazionaria dagli anni '70 ad oggi; tale sviluppo dovrà privilegiare attività di noleggio di sdraio ed ombrelloni, evitando tuttavia l'azzeramento della disponibilità di spiagge libere.

Queste due esigenze, come già detto, vengono soddisfatte entrambe concentrando le unità da diporto minori in un'unica grande struttura ricettiva.

A proposito della creazione di nuove aree per il rimessaggio, nel Piano del Demanio è riportato:

"Al fine di dare risposta a questa nuova prospettiva di sviluppo, sono previste due aree di intervento dove sono già presenti attività simili: l'ambito FRS3 (Area dei Canottieri e del Lillatro) e l'ambito FVM1 (area a Sud degli impianti del Pontile Vittorio Veneto)."

L'ambito FRS3 rientra nella Zona FRS, relativa al tratto di litorale di Rosignano Solvay, il quale ricomprende anche la punta del Lillatro. Per la Zona FRS le Norme Tecniche di Attuazione del Piano del Demanio prevedono:

*Zona di Rosignano Solvay
(art.95 NTA)*

" Tale Zona è la più piccola, ma riveste un importante ruolo nelle strategie di sviluppo previste per il litorale. Non è un caso infatti che sia interamente suddivisa in ambiti.

...Da un punto di vista ambientale, la Zona non presenta particolarità o emergenze tali da richiedere norme specifiche di salvaguardia: sono da considerarsi sufficienti le prescrizioni generali previste per tutto il litorale comunale. L'importanza strategica di intervento è invece determinata da motivazioni economiche ed infrastrutturali. L'Area infatti, per la cui valutazione vanno tenuti distinti i tre ambiti in cui è suddivisa, presenta in ambito FRS1 buone potenzialità di sviluppo ricettivo, determinate dall'indotto derivante dalla futura apertura dell'area portuale; dal buon asservimento delle vie di comunicazione, che a seguito della riprogettazione della viabilità, avranno un collegamento diretto con la superstrada; dalla ottima dotazione di parcheggi. In ambito FRS3 invece il fattore di interesse è un altro: la localizzazione in quest'area di un'area per il rimessaggio dei natanti, che servirà tutta la parte nord del litorale, e assumerà ancor più importanza con l'aumento della domanda di servizi legati agli stessi determinata dalla realizzazione dell'area portuale.

Le scelte dell'amministrazione sono quindi state quelle di prevedere: per l'ambito FRS1 la possibilità di procedere ad interventi di ampliamento e ristrutturazione degli immobili esistenti prevedendo inoltre la realizzazione di una nuova struttura avente ad oggetto: servizi alla balneazione, sugli arenili antistanti il Palazzo del Sirt. Per l'ambito FRS3 invece, tenuto conto della particolarità presentata dall'area, è stato opportuno consentire il potenziamento, in vista del completamento dei lavori di realizzazione dell'area portuale, delle attività di servizio alla diportistica."

Per l'ambito FVM1, rientrante nella Zona FVM, relativa alla zona di Vada e Mazzanta, le Norme Tecniche di Attuazione del Piano del Demanio prevedono:

Zona di Vada e Mazzanta (art.100 NTA)

"...è presente commistione fra attività balneari ed attività dedicate alla nautica da diporto esercitate nello specifico con strutture e manufatti per il deposito, fatiscenti, che richiedono una loro riorganizzazione.

La Zona come si diceva presenta alcune particolarità strategiche che meritano di essere analizzate in modo specifico, facendo riferimento ai singoli ambiti individuati. In ambito FVM1 è localizzata quell'area demaniale in cui dovranno alloggiare tutte le attività di deposito e rimessaggio professionale (non turistico) delle imbarcazioni, le attività legate alla pesca professionale presenti nella Zona, le scuola vela ecc. Sarà

ricosciuto diritto di prelazione all'assegnazione delle nuove concessioni a favore dei concessionari decaduti in altri ambiti per incompatibilità con la destinazione d'uso originaria dell'area ove era allocata la concessione.

La riorganizzazione dovrebbe investire anche l'area ad oggi occupata dal campo sportivo, per razionalizzare ed ampliare l'attività di rimessaggio imbarcazioni che raccoglie la domanda di buona parte del litorale sud. In tale ambito inoltre dovrebbero trovare collocazione anche le sedi dei circoli nautici e velici."

Per avere un'idea più chiara delle previsioni per la zona di Vada, occorre considerare anche le previsioni relative all'ambito FVM2, sede di concessioni in atto:

Zona di Vada e Mazzanta (art.100 NTA)

"...l'ambito FVM2 invece sarà sottoposto ad una corposa riorganizzazione tesa a far aumentare il valore delle strutture ricettive presenti, trasferendo in ambito FVM1 tutti i depositi di attrezzature presenti.

Inoltre si prevede di riorganizzare l'ambito con un'ampia area a verde al fine di creare uno spazio d'ombra antistante gli arenili e riqualificare l'intera area."

Passando all'analisi del Mare Territoriale di competenza, il Piano del Demanio distingue in FMT2 e FMT4, rispettivamente gli specchi acquei davanti alla Punta del Lillatro e a Vada; le previsioni sono:

Zona del Mare Territoriale e del Faro (art.102 NTA)

"...in ambito FMT2, è prevista la possibilità di sviluppare le attività di stazionamento dei natanti in coerenza con la scelta di sviluppare le attività legate alla nautica da diporto.

Nell'ambito FMT4 invece, tenuto conto delle scelte di sviluppo delle attività ricettive presenti negli ambiti costieri di interesse, è prevista la possibilità di ampliare gli specchi acquei in concessione e posizionare strutture mobili negli stessi, arricchendo così di servizi le strutture balneari e migliorarne la qualità."

Si riportano in allegato le tavole 14, 15 e 20 del Piano di Utilizzo del Demanio del Comune di Rosignano M.mo: nelle prime due è rappresentata la zona FRS3 nella quale

ricade la Punta del Lillatro e l'ambito FMT2 della Zona del Mare Territoriale, mentre nell'ultima ci sono la FVM1, la FVM2 e la FMT4, relative a Vada.

3. FATTIBILITA' DI NUOVE INFRASTRUTTURE RICETTIVE

3.1 Ipotesi di localizzazione nel Comune di Rosignano M.mo

Allo stato attuale, e per ragioni che verranno in modo più esteso riportate nelle pagine che seguono, si individuano due siti le cui caratteristiche soddisfano le esigenze di approdo e rimessaggio della nautica cosiddetta minore:

- Punta del Lillatro;
- Marina di Vada.

Entrambi i siti hanno le caratteristiche adatte per ospitare attrezzature a terra ed a mare per il ricovero temporaneo o permanente dei natanti, di piccole e medie dimensioni.

Inoltre la loro collocazione permette il rispetto degli standard urbanistici fissati dal PREPAT.

Nel dettaglio:

1. Viabilità: il porto deve essere collegato al sistema viario principale attraverso vie secondarie le cui caratteristiche dovranno corrispondere all'esigenza di non costituire intralcio alla viabilità principale ed a quella all'interno del centro abitato.
2. Parcheggi: per i porti turistici di nuova costruzione è prevista la realizzazione di almeno 1,25 posti macchina per ogni posto barca.

La normativa regionale vieta che tali parcheggi siano ubicati sulle dighe e sui pontili, ed impone che tra essi ed il filo di banchina vi siano almeno 6 mt.

I siti scelti offrono, a tergo della linea di riva, gli spazi necessari per ospitare le automobili previste.

Il rispetto degli *standards nautici* è invece legato alle dotazioni ed al lay out del futuro porto/approdo:

1. Approvvigionamento idrico: devono essere previsti punti di presa a distanza non superiore a 20 mt dalle imbarcazioni ormeggiate.
2. Raccolta rifiuti solidi: deve essere prevista l'installazione di appositi recipienti lavabili.
3. Illuminazione: deve esser prevista una sufficiente illuminazione dei pontili e dei piazzali durante le ore notturne, tale da garantire l'agevole fruizione della viabilità veicolare e pedonale, nonché dei servizi comuni.
4. Energia elettrica: devono essere previste colonnine per la distribuzione di corrente, disposte sulle banchine e sui pontili, in funzione della tipologia delle imbarcazioni ormeggiate.

5. Impianto antincendio: su ogni pontile e lungo le banchine di ormeggio devono essere disposte apposite postazioni antincendio, ad intervalli che consentano il raggiungimento di tutte le imbarcazioni.
6. Scalo di alaggio: ciascun porto turistico deve essere dotato di uno scalo di alaggio dimensionato in funzione dello standard medio dello scafo ospitato.
In alternativa possono essere previsti opportuni mezzi meccanici di adeguata potenza per il sollevamento dei natanti, in condizioni di sicurezza.
Per i natanti carrellabili deve essere previsto uno scivolo di tipo fisso o galleggiante.

Da un punto di vista nautico ed urbanistico, seppur con le dovute differenze, connaturate alla morfologia della costa, i due siti rispondono potenzialmente in modo equivalente ai requisiti richiesti dalla normativa; tuttavia, la marina di Vada, offre potenzialità, sul versante del turismo balneare, che sembra opportuno valorizzare, sottraendo parte dei suoi arenili, all'occupazione dei punti di ormeggio.

Viceversa la Punta del Lillatro, non presentando una vocazione analoga, presenta caratteristiche tali da poter ospitare una struttura marittima che concentri in un unico sito i flussi delle imbarcazioni da diporto.

La localizzazione di un'infrastruttura ricettiva a Punta Lillatro permetterebbe la centralizzazione delle operazioni di accesso al mare da parte dei diportisti, rendendo utilizzabili per il turismo balneare ampi tratti di costa, da Punta Righini alla Mazzanta; inoltre, riorganizzando l'ambito FVM2 ed utilizzando anche l'ambito FVM1 (TAV. 20 del Piano di Utilizzo del Demanio del Comune di Rosignano M.mo), parte della spiaggia di Vada potrebbe essere recuperata per la balneazione.

3.1 Marina di Vada

La Marina di Vada presenta l'indubbio vantaggio di essere già sede di ormeggio di imbarcazioni da diporto; inoltre le problematiche relative all'equilibrio del litorale, tipiche dell'inserimento di una struttura in una costa sabbiosa, sarebbero in questo caso poco influenti, vista la presenza del Pontile Solvay immediatamente a Nord che in pratica determina l'inizio di una nuova unità fisiografica.

D'altra parte, come già segnalato, le potenzialità dell'arenile suggeriscono un suo recupero per la balneazione.



Oltre quindi a prevedere la rimozione delle imbarcazioni attualmente ricoverate a secco sulla spiaggia sono auspicabili due interventi: 1) la rimozione dei punti di ormeggio a tergo delle scogliere di protezione 2) la creazione di un parco attrezzato per il rimessaggio a terra, che non interferisca con la futura destinazione turistica dell'arenile.

Nella direzione già indicata dall'art. 100 delle NTA del Piano di Utilizzo del Demanio, è dunque da prevedere l'utilizzo in ambito FVM1 di siloscafi che permettano l'impilaggio di barche a motore su più piani.

Nella progettazione dell'area FVM1 (quella dell'attuale campo sportivo) si dovrà

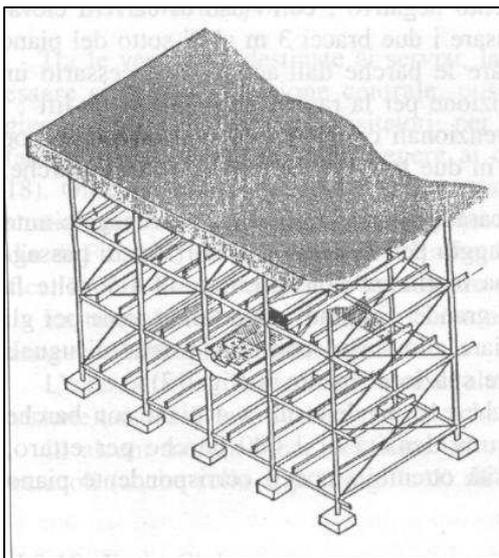


tener conto dell'impatto visivo delle alte impalcature di deposito che tipicamente raggiungono i 6-8 m dal piano carrabile con stoccaggio anche su 3-4 piani.

La movimentazione delle unità da diporto potrà essere messa in atto secondo modalità diverse a seconda del

numero di imbarcazioni presenti nell'infrastruttura ricettiva: in linea di massima

l'utilizzo di un sistema automatico che preveda l'impiego di operatori specializzati è



conveniente commercialmente al di sopra delle 400 barche; in alternativa si può optare o per un sistema di "sollevamento negativo" (carrelli elevatori in grado di abbassare i due bracci 3 m al di sotto del piano campagna per sollevare le barche dall'acqua), che però ha un alto costo di manutenzione, oppure per l'uso di carrelli elevatori convenzionali, combinati con gru idrauliche od elettriche, prevedendo perciò un'operazione divisa in due fasi.

Nel caso di Vada, vista la localizzazione un po' decentrata dell'ambito FVM1 rispetto alla marina, si può ritenere efficace la movimentazione in due fasi, prevedendo uno scivolo dotato di gru, per l'alaggio ed il varo delle imbarcazioni, ed un sistema di carrelli elevatori, per la corretta collocazione delle stesse all'interno dell'area adibita a rimessaggio.

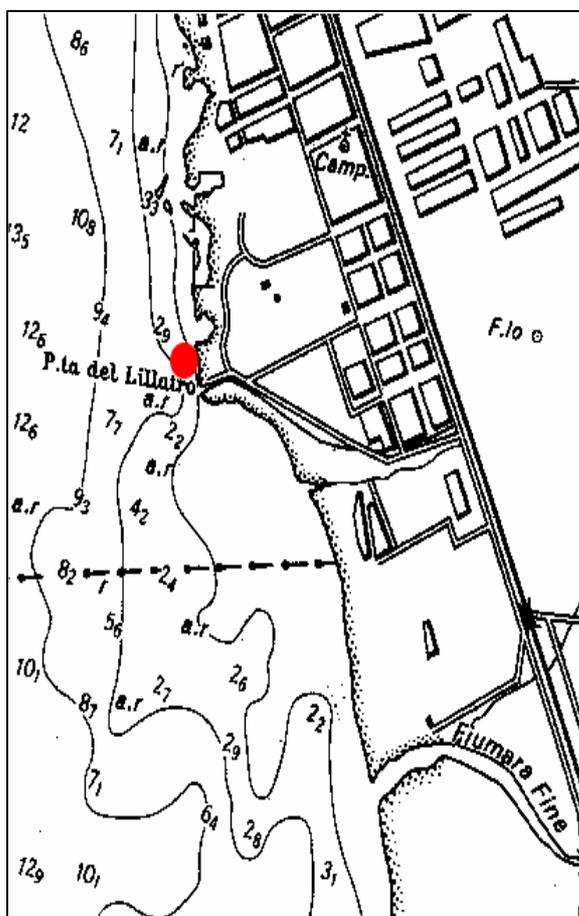


3.2 Punta del Lillatro

La *Punta del Lillatro* presenta, nella zona alle spalle dell'area demaniale, gli spazi necessari per il posizionamento di ulteriori attrezzature di rimessaggio (capannoni o strutture di tipo aperto, siloscafi) e per il parcheggio delle automobili nell'ottica di eventuali ampliamenti. Va da sé che tali aree, in relazione alla destinazione d'uso a cui sono preposte, avrebbero un incremento di valore consistente a seguito della realizzazione del porto.



Il paraggio costituisce a nostro avviso il sito adatto per la realizzazione di un porto, protetto da diga foranea, per l'ormeggio ed il rimessaggio di quelle imbarcazioni appartenenti al bacino di utenza di tutto il Comune di Rosignano M.mo.



Dal punto di vista dell'impatto sul regime delle correnti solide, essendo la punta del Lillatro l'estremo nord della lunga unità fisiografica sabbiosa che si estende fino al Golfo di Baratti, non si porrebbero le condizioni per una interferenza con il trasporto solido litoraneo prevalente.

In generale le condizioni al contorno per la creazione di piccoli porti lungo la costa di Rosignano non sono molto favorevoli: i bassi fondali obbligano il progettista a ricorrere a notevoli aggetti per le difese foranee, fino a raggiungere profondità compatibili con l'uso dello specchio acqueo e con l'ingresso nel porto, ed a mettere in conto dispendiose e difficili operazioni di dragaggio delle zone più interne dei bacini protetti ed all'imboccatura.

Inoltre le caratteristiche del regime meteomarinico, richiedono opere di difesa imponenti, di grande impatto ambientale ed economico.

La combinazione di questi due fattori (elevata altezza d'onda e poca profondità) può determinare fenomeni pericolosi per la navigazione all'imboccatura del porto, in quanto onde di notevole altezza rischiano di essere già frante o possono frangere in prossimità di essa, a causa dei bassi fondali.

Il frangimento dell'onda provoca condizioni particolarmente critiche per le imbarcazioni che accedono al porto, a causa della trasformazione dell'onda di oscillazione in onda di traslazione.

In corrispondenza della punta del Lillatro la pendenza del fondale è molto lieve; per questo sembra ragionevole optare per una struttura di dimensioni tali da rendere giustificate (economicamente) le ingenti opere di scavo e di protezione.



4. UN'IPOTESI PER L'APPRODO DI PUNTA DEL LILLATRO

4.1 Analisi delle problematiche relative alle modificazioni della linea di riva

La costa a Nord di Punta Lillatro è caratterizzata da fondali a media e lieve pendenza: presso Crepatura, a circa 350 m dalla linea di riva si individua l'isobata dei 10 m, mentre a Punta Lillatro la stessa dista circa 450 m.

La caratterizzazione litologica più evidente è quella della banchina di arenaria, una roccia affiorante che presenta distinti i segni dell'erosione marina prodotta dal getto di riva.

Si tratta di una calcarenite, più o meno cementata a seconda delle località, con abbondanza di granuli di provenienza organica e ciottoli di varia natura sulla quale sono evidenti le tracce che le correnti di riflusso dei frangenti (rip current) hanno scavato nel tempo.

La zona, come del resto tutto il litorale, è continuamente esposta all'attacco dei frangenti e non si trovano bacini ridossati, se non quelli artificialmente protetti.

Le caratteristiche più salienti del tratto di litorale in questione sono senza dubbio le spiagge di origine erosiva, il tombolo formatosi davanti allo Scoglietto a nord della Terrazza delle Quattro Repubbliche Marinare, il porticciolo interno del Circolo dei Canottieri e gli arenili protetti, presenti sia a nord dello Scoglietto che a sud del Circolo dei Canottieri.

A sud della baia di Crepatura, in un tratto occupato dalla banchina fossile, si trova il Porto Turistico Marina Cala de' Medici.

La presenza dell'arenile in questo tratto di costa, sovrapposto alla banchina di arenaria è verosimilmente il risultato del fenomeno erosivo dell'arenaria stessa, del seppur limitato trasporto solido di sospensione dei sedimenti ad opera dei frangenti e del modesto contributo del corso d'acqua che sfocia a nord dello Scoglietto.

Il corso d'acqua in questione ha oggi un trasporto solido ridottissimo, come denota l'avanzamento pressoché nullo della sua foce rispetto alla linea di riva, per cui il suo contributo al ripascimento del tratto di costa è verosimilmente trascurabile.

Lo sbocco a mare, incanalato artificialmente, produce un sedimento fine, di colore marrone grigio, di granulometria sensibilmente più fine rispetto alla sabbia circostante.

La morfologia così frastagliata della costa suggerisce una schematizzazione delle spiagge presenti come unità fisiografiche autonome, i cui meccanismi di equilibrio dinamico si basano prevalentemente su scambio trasversale ed accumulo di detriti di arenaria nella parte più interna delle falcate.

Con mareggiate provenienti dalle direzioni di Sud-Ovest o Nord-Ovest, il trasporto si avvera presumibilmente anche in senso longitudinale, tuttavia questo tipo

di trasporto, che avviene per brevi tratti di costa, movimenti portate solide modeste e non incide sensibilmente sul profilo delle unità fisiografiche.

Più incisiva è sicuramente la movimentazione trasversale operata dai frangenti, durante le mareggiate più violente e prevalentemente nella stagione invernale.

Gli arenili che si trovano immediatamente a Nord e a Sud della foce del fosso citato sono di origine artificiale, protetti da lunghi moli in cls che allontanano la linea di riva dalla Passeggiata Lungomare.

Tuttavia, se è ineccepibile l'utilità della presenza di un'opera come questa come puro intervento di difesa, si potrebbe obiettare che al posto di una protezione così rigida, ma esteticamente discutibile, si poteva pensare una barriera più flessibile, foranea o prossimale, che avesse anche carattere attivo nel ripascimento.

Il tratto di costa subito adiacente al Circolo dei Canottieri presenta una serie di tre dighe in massi naturali, sistemate ad arco, a protezione del canale di ingresso del porticciolo.



E' da segnalare la singolarità costituita dalla Punta del Lillatro, estremo nord del lungo arenile di Pietrabbianca, ove è presente un canale di presa Solvay.

Sulla punta, probabilmente grazie all'innalzamento dei fondali dovuto all'accumulo dei detriti Solvay ed all'influenza del canale di presa, si ha un effetto di rifrazione sulle onde provenienti da direzioni quasi ortogonali alla costa, che produce un forte incurvamento dei fronti verso Sud.

Sotto Punta Lillatro la movimentazione longitudinale prende quantitativamente il sopravvento su quella trasversale.

La morfologia cambia sensibilmente ed il litorale presenta le caratteristiche della lunga unità fisiografica, sabbiosa ed a debole pendenza, che rappresenta uno dei patrimoni dunali più importanti della Provincia di Livorno.

La parte Sud del litorale del Comune di Rosignano Solvay fa parte di un'unica unità fisiografica limitata a nord da Punta Lillatro e che si estende a sud, oltre S. Vincenzo fino al golfo di Baratti e quindi al di fuori dei confini comunali.

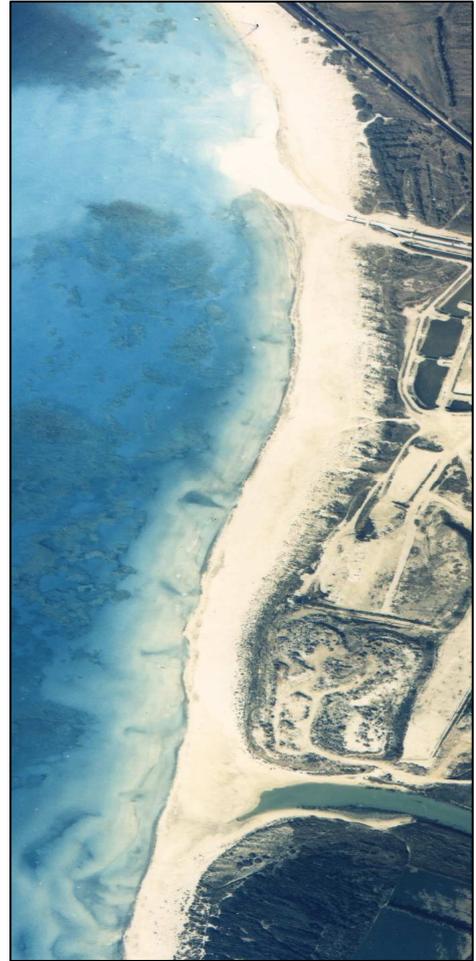
L'unità si estende infatti molto a sud di Mazzanta e presenta come tale una continuità di caratteristiche sedimentologiche, petrografiche e morfologiche. Lo stesso vale per gli aspetti della vegetazione e della fauna costiera.

Il litorale è caratterizzato dalla presenza di lunghe falcate sabbiose ad alta concentrazione turistica ed in continua evoluzione, come dimostrato da numerosi studi, che dalla fine degli anni '70 ad oggi, hanno gettato le basi per i modelli evolutivi ed il monitoraggio degli arenili.

I paraggi più significativi del tratto subito sotto Punta Lillatro sono la spiaggia di Pietrabilanca (Spiagge Bianche), Punta Catena, il pontile Solvay ed il pontile Vittorio Veneto, Marina di Vada, punta del Tesorino.

Lungo questo tratto di costa gli apporti solidi più rilevanti provengono, partendo da Nord, dallo scarico delle sabbie carbonatiche della Solvay, dal fiume Fine e più a Sud dal fiume Cecina.

Tale affermazione è confermata da studi petrografici sulla natura dei sedimenti che formano la lunga spiaggia: in essa si troverebbero sia le associazioni tipiche degli apporti del Fiume Fine, sia quelle legate alle correnti di torbida del Cecina.



4.2 Inquadramento geologico

Per un inquadramento geologico-strutturale del sito di Punta Lillatro facciamo riferimento alla Relazione Geologica del Porto Turistico Marina Cala de' Medici, elaborata dallo Studio Geotecnico Italiano.

L'area del Comune di Rosignano M.mo rientra nella Toscana Marittima, parte integrante, dal punto di vista geologico, dell'Appennino Settentrionale. Si tratta, quest'ultimo, di una catena di montagne del Sistema Alpino con un nucleo centrale formato dai sedimenti della Serie Toscana (età Trias-Oligocene), della Serie Umbro-Marchigiana (Trias-Miocene) e, in posizione geometricamente superiore, dai "complessi" giurassico-eocenici delle Serie Liguri. E' compresa una parte dei Monti Livornesi, con affioramenti di tre Complessi Liguri (inferiore, medio e superiore) e parte del bacino del fiume Fine, con affioramenti di sedimenti del Miocene superiore - Pliocene inferiore; comprende infine la piana di Rosignano Solvay - Vada, con affioramenti datati Pleistocene inferiore, medio e superiore e dell'Olocene. Tutti i sedimenti a partire dal Miocene superiore rientrano nel cosiddetto "Ciclo Neautoctono".

L'aspetto geologico - strutturale, considerata la varietà nell'età delle formazioni rocciose presenti, è senz'altro molto complicato. I regimi tettonici che hanno agito risalgono infatti già al Giurassico superiore (circa 160 milioni di anni fa) e, considerando le evidenze di neotettonica che caratterizzano il territorio, sono tuttora in atto.

Volendo schematizzare, si può parlare di tre tipi di strutture tettoniche presenti (Bartoletti et al., 1985):

- Associazioni di pieghe;
- Associazioni di "complessi", limitati l'uno dall'altro da superfici di sovrascorrimento;
- Associazioni di "horst e graben", delimitati da faglie dirette.

A partire dal Miocene superiore nessun sedimento è implicato in associazioni di pieghe (ad eccezione di quelle sinsedimentarie) o di "complessi", attribuibili perciò al pre-Miocene.

L'attribuzione di tali associazioni ad un particolare insieme di eventi tettonici è semplificabile come segue: l'associazione di pieghe viene attribuita alla prima fase di corrugamento alpino, di età Cretacico superiore. Tale fase di corrugamento viene considerata come "tettogenetica", realizzatasi ancora in ambiente marino e precedente quindi alla fase vera e propria che ha causato il sollevamento della catena di montagne (fase "orogenetica"), con sovrascorrimenti e raccorciamenti cristallini di notevole entità.

Nel Miocene superiore si instaura, a partire dalla Toscana costiera, una tettonica di tipo distensivo, che viene associata alla presenza di "horst e graben" (fosse e pilastri), delimitati da faglie dirette; tale fase si protrae fino al Pleistocene inferiore.

La Punta del Lillatro rientra nella piana di Rosignano Solvay - Vada, settore contraddistinto dai sedimenti pleistocenico - olocenici del Ciclo Neoautoctono. Le formazioni affioranti, dalle più antiche alle più recenti, sono le seguenti:

- SABBIE ED ARGILLE AD ARCTICA (PLEISTOCENE INFERIORE);
- "PANCHINA" DI CASTIGLIONCELLO (PLEISTOCENE SUPERIORE);
- DUNE (OLOCENE).

La vulnerabilità dell'area di studio nei confronti del rischio sismico è stata valutata con riferimento alla classificazione sismica vigente nel territorio nazionale; il Comune di Rosignano M.mo risulta essere considerato sismico ed appartenente alla categoria di media sismicità (S=9).

L'aspetto idrogeologico relativo alla piana di Rosignano Solvay si può considerare abbastanza semplice.

Esiste un livello praticamente impermeabile di base costituito dalle argille più o meno sabbiose del Pleistocene inferiore; a questo livello di base seguono, verso l'alto, orizzonti a varia permeabilità appartenenti agli episodi sedimentati del Pleistocene medio - superiore i quali, nel loro insieme, costituiscono un acquifero "multistrato". Le sabbie più o meno cementate della "Panchina" di Castiglioncello rientrano in questo secondo gruppo.

Nella piana di Rosignano, delimitata a N - NE dagli affioramenti delle formazioni del substrato pre - quaternario, lo spessore dell'acquifero è di circa 10 m, ma può raggiungere talvolta i 15 - 20 m.

Su tutta l'area della piana di Rosignano Solvay esistono numerosi pozzi per irrigazione, anche se di portata modesta.

4.3 Biocenosi marine

Facendo riferimento al "Monitoraggio in corso d'opera degli effetti sull'ambiente marino della costruzione del porto turistico Cala de' Medici", redatto dalla I.S.S.D., si può affermare che l'area dove è sorto il suddetto porto turistico era



prevalentemente occupata, prima della realizzazione dello stesso, da fondi mobili su cui per vasti tratti si osservava la presenza della fanerogama marina Cymodocea nodosa.

Questa pianta ha caratteristiche tali da poter sopravvivere anche in ambienti relativamente disturbati, rimpiazzando in alcuni casi la più sensibile Posidonia oceanica, la cui presenza in tale tratto di mare risultava essere piuttosto sporadica, prevalentemente su matte. La presenza di estese porzioni di matte morte faceva pensare ad una prateria già da tempo soggetta a disturbo ed in fase di regressione già prima della realizzazione del porto turistico.



La fascia di costa

compresa fra il limite massimo dell'alta marea e quello minimo della bassa marea, detta piano mesolitorale, è popolata di organismi in grado di sopportare complete



immersioni ed emersioni e quindi condizioni di temperatura e salinità molto variabili. Fra le specie che meglio si adattano a tale habitat, presenti anche nel litorale di Rosignano M.mo, si possono citare i Cirripedi appartenenti al genere *Chtamalus Stellatus* (foto a sinistra), la *Padina Pavonica*, la *Caulerpa Racemosa* e la *Laurencia*

Obtusa, (foto sopra).

4.4 Inquadramento meteomarino

Per quanto riguarda la determinazione delle caratteristiche del moto ondoso al largo del paraggio in esame facciamo riferimento alla "Relazione Meteomarina" alla base dei calcoli idraulico-marittimi delle strutture del Marina Cala de' Medici, realizzata dalla Modimar s.n.c.

Per la valutazione dell'onda di progetto è stato utilizzato un modello matematico (hindcasting), che permette la ricostruzione indiretta delle massime mareggiate sulla base dei numerosi dati anemologici forniti dalla stazione A. M. ubicata sull'isola di Gorgona, che si è dimostrata molto rappresentativa delle condizioni di vento in mare aperto al largo di Rosignano Solvay.

La prima operazione necessaria per l'applicazione del modello è stata la determinazione della lunghezza di fetch da assegnare alle varie direzioni di propagazione del moto ondoso; l'altra operazione preliminare è stata quella che riguarda la correzione dei valori di velocità del vento misurati dalla stazione prescelta per trasferirli alla quota +10 m s.l.m.m., questo perché la misurazione viene effettuata ad una quota generalmente superiore (in questo caso 254 m s.l.m.m.), per cui le velocità registrate dagli strumenti sono maggiori di quelle che occorre prendere alla base del procedimento di hindcasting.

L'ultimo parametro da tenere presente nel meccanismo di generazione è la durata del vento: questa è stata fissata pari all'intervallo tra le misure (in genere $t=3$ ore).

Introducendo opportunamente i dati di input per la serie di registrazioni della stazione ed effettuando la ricostruzione per tutti i venti interessanti la traversia del paraggio di Rosignano, è stato possibile determinare la successione temporale delle coppie di valori H_s e T_s verificatesi nel periodo 1951-1975 e riportata in tabella. Da essa sono poi state estratte le mareggiate con altezza significativa al colmo maggiore di 4.5 m per le opportune elaborazioni statistiche.

L'attendibilità dei dati così determinati è confermata dal confronto con le misure ondometriche dirette effettuate per alcune mareggiate.

L'elaborazione statistica dei valori di altezza d'onda calcolati è stata eseguita mediante la distribuzione di Gumbel ed ha condotto alla determinazione dell'onda di progetto cinquantennale, che presenta le seguenti caratteristiche:

$$\mathbf{H=7.73\ m} \quad \mathbf{T=11.53\ sec}$$

Si riporta in allegato un estratto della Relazione Meteomarina del Marina Cala de' Medici che caratterizza il regime del moto ondoso al largo della Punta del Lillatro.

4.5 L'onda di progetto e il predimensionamento dell'opera di protezione

La diga sarà ubicata in un fondale di 5.5 m, dove l'onda con tempo di ritorno cinquantennale, calcolata per il Porto Turistico Marina Cala de' Medici, arriva già frangente in quanto, in prima approssimazione, un'onda di altezza H_b frange in un fondale d_b secondo la relazione:

$$H_b = 0.78d_b$$

Essendo l'altezza dell'onda cinquantennale pari a 7.73 m, in prima approssimazione il suo fondale di frangimento è pari a circa 10 m, quindi se la diga viene ubicata sulla batimetrica dei 5.5 m sicuramente tale onda arriva all'opera di difesa già frangente.

Si procede perciò al calcolo della massima onda non frangente che può investire l'opera di difesa per poi risalire al suo tempo di ritorno utilizzando la relazione meteomarina alla base dei calcoli della diga del Marina Cala de' Medici.

Si parte con un valore di primo tentativo T_1 :

$$T_1 := 10 \text{sec}$$

$$d := 5.5 \text{m}$$

Utilizzando i Grafici del Frangente si ottiene un valore di primo tentativo di $\rho_1 = H_o/L_o$:

$$\rho_{11} := 0.025$$

$$L_{01} := \frac{g \cdot T_1^2}{2\pi} \quad L_{01} = 156.078 \text{m}$$

$$H_{01} := \rho_{11} \cdot L_{01} \quad H_{01} = 3.902 \text{m}$$

Il periodo corrispondente a tale altezza d'onda è fornito dalla formula di Jonswap:

$$c := 4.15 \frac{\text{sec}}{\sqrt{\text{m}}} \quad T_2 := c \cdot \sqrt{H_{01}} \quad T_2 = 8.198 \text{s}$$

Si ottiene un valore di secondo tentativo per ρ_1 :

$$\rho_{12} := 0.04$$

$$L_{02} := \frac{g \cdot T_2^2}{2\pi} \quad L_{02} = 104.886\text{m}$$

$$H_{02} := \rho_{12} \cdot L_{02} \quad H_{02} = 4.195\text{m}$$

$$T_3 := c \cdot \sqrt{H_{02}} \quad T_3 = 8.5\text{s}$$

$$T := T_3 \quad \boxed{T = 8.5\text{s}}$$

$$H_0 := H_{02} \quad H_0 = 4.195\text{m} \quad L_0 := \frac{g \cdot T^2}{2\pi} \quad L_0 = 112.776\text{m}$$

Un'onda di periodo T ed altezza Ho, frange in un fondale d con un'altezza di frangimento pari a Hb, determinata utilizzando i Grafici del Frangente:

$$\rho_2 := 1.04$$

$$H_b := H_0 \cdot \rho_2 \quad H_b = 4.363\text{m}$$

Per quanto riguarda i sovralzamenti del livello medio del mare, per varie cause, durante le mareggiate più violente, si sono assunti i seguenti valori:

<i>sovralzamento per effetto delle maree</i>	0.25 m;
<i>sovralzamento per depressioni bariche</i>	
<i>(circa 1 cm per ogni mmbar di depressione)</i>	0.10 m;
<i>sovralzamento per effetto del vento</i>	<u>0.15 m;</u>
<i>sovralzamento complessivo</i>	0.50 m

$$s := 50\text{cm}$$

Si assume perciò un'onda di progetto di altezza H_s e lunghezza L_s:

$$\boxed{H_s = 4.863\text{m}}$$

$$\boxed{L_s = 64.161\text{m}}$$

Alla luce delle caratteristiche appena determinate è possibile passare al predimensionamento della diga:

ALTEZZA DI RISALITA DELL'ONDA

La scarpa del paramento esterno viene fissata 3/1, con una pendenza lato mare $\alpha=18.435^\circ$; in relazione a questo, si ottiene un parametro di surf similarity ai piedi della struttura pari a:

$$\xi := \frac{\tan(\alpha)}{\sqrt{\frac{H_s}{L_s}}} \quad \xi = 1.211$$

Per $\xi < 1.5$ si trova un'altezza di risalita pari a:

$$R_{ux} := 0.72 \cdot \xi \cdot H_s \quad R_{ux} = 4.239\text{m}$$

Si assegna perciò alla diga una quota in sommità pari a:

$$h := 4.4\text{m}$$

STABILITA' DEGLI ELEMENTI DELLA MANTELLATA

Si utilizza la formula di Hudson:

$$\gamma_w := 1025 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \quad \text{acqua}$$

$$\gamma_{cls} := 2400 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \quad \text{calcestruzzo}$$

$$\Delta := \frac{\gamma_{cls}}{\gamma_w} - 1 \quad \Delta = 1.341$$

$$K_D := 7 \quad \text{massi artificiali tetrapodi in presenza di onda frangente}$$

$$N_s := (K_D \cdot sc)^{\frac{1}{3}} \quad N_s = 2.759$$

$$P := \frac{\gamma_{cls} \cdot H_s^3}{K_D \cdot \Delta^3 \cdot sc} \quad P = 5.446 \times 10^3 \text{ kg}$$

In testata si magiora il peso del 50 %:

$$P_T := 1.5 \cdot P \quad P_T = 8.168 \times 10^3 \text{ kg} \quad V := \frac{P_T}{\gamma_{cls}} \quad V = 3.403 \text{ m}^3$$

Per comodità di realizzazione si utilizza su tutto lo sviluppo longitudinale della diga lo stesso masso, di volume pari a:

$$V_m := 3.5 \text{ m}^3 \quad P_m := V_m \cdot \gamma_{cls} \quad P_m = 8.4 \times 10^3 \text{ kg}$$

SPESSORE DELLA MANTELLATA

$$K_\Delta := 1.04 \quad \text{coefficiente di forma tetrapodc}$$

$$n_s := 2 \quad \text{numero di strati}$$

$$r_{\min} := n_s \cdot K_\Delta \cdot \sqrt[3]{V_m} \quad r_{\min} = 3.158 \text{ m} \quad r := 3.2 \text{ m}$$

LARGHEZZA DELLA MANTELLATA

$$n := 3 \quad \text{numero di massi}$$

$$B_{\min} := n \cdot K_\Delta \cdot \sqrt[3]{V_m} \quad B_{\min} = 4.737 \text{ m} \quad B := 4.8 \text{ m}$$

STRATI FILTRO

$$P_{f\max} := \frac{P_m}{10} \quad P_{f\max} = 840 \text{ kg}$$

$$P_{f\min} := \frac{P_m}{15} \quad P_{f\min} = 560 \text{ kg}$$

$$600 \text{ kg} \leq P_f \leq 1000 \text{ kg}$$

$$P_{f\text{medio}} := 800 \text{ kg}$$

$$\gamma_{mn} := 2600 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \quad \text{peso specifico massi naturali}$$

$$V_f := \frac{P_{f\text{medio}}}{\gamma_{mn}} \quad V_f = 0.308\text{m}^3$$

$K_\Delta := 1$ coefficiente di forma massa naturale

$n_s := 2$ numero di strati

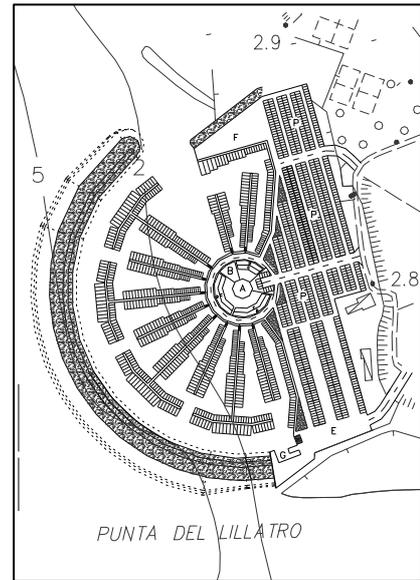
$$r := n_s \cdot K_\Delta \cdot \sqrt[3]{V_f} \quad r = 1.35\text{m}$$

Si allegano le tabelle necessarie ai calcoli idraulici precedentemente esposti ed una figura che illustra la sezione corrente della diga.

4.6 Il progetto delle opere marittime

La proposta progettuale relativa all'infrastruttura ricettiva da collocare a Punta Lillatro cerca soddisfare l'esigenza prioritaria di centralizzare in un'unica area i flussi di accesso al mare, sia per il diporto turistico, sia per le attività legate alla pesca; il porto offrirà ricovero a 1067 imbarcazioni, suddivise nel seguente modo:

- 844 posti barca nello specchio acqueo adibito al diporto turistico;
- 200 posti barca nel porto a secco;
- 23 posti barca nello specchio acqueo adibito a porto peschereccio.



I posti barca ricadenti nello specchio acqueo adibito al diporto turistico hanno dimensioni che rispondono ai criteri di soddisfazione dell'attuale domanda di posti barca e di economicità del progetto, relativamente alla nautica da diporto minore, e saranno così suddivisi:

- 5 m – 179 posti barca (21%)
- 6 m – 380 posti barca (45%)
- 8 m – 241 posti barca (29%)
- 10 m – 44 posti barca (5%)

Per quanto riguarda il rimessaggio a terra i 200 posti barca avranno le dimensioni di 6 m x 2.5 m all'interno di un piazzale di circa 7200 m², situato nell'area Sud del porto.

L'area adibita a porto peschereccio sarà ubicata nell'area Nord ed offrirà ricovero alle seguenti categorie di barche:

- 14 m – 2 posti barca
- 12 m – 2 posti barca
- 10 m – 4 posti barca
- 8 m – 6 posti barca
- 6 m – 9 posti barca

I criteri alla base della progettazione dello specchio acqueo cercano di soddisfare esigenze diverse, fra le quali le più importanti sono sicuramente offrire ricovero al

maggior numero possibile di imbarcazioni da diporto e creare un'area dedicata alle operazioni di carico e scarico, oltre che di riparo, per i numerosi pescatori della zona.

Le opere marittime sono costituite da una struttura a bacino esterno, con imboccatura rivolta verso Nord-Ovest ed hanno la caratteristica di accentuare la naturale conformazione della punta che delimita a Nord la spiaggia di Pietrabianca, come a voler creare un piccolo promontorio che probabilmente si sarebbe formato naturalmente se il canale di presa della Solvay, immediatamente a Sud della diga, avesse avuto il verso opposto e quindi avesse apportato materiale al litorale.

La configurazione scelta, pur non essendo l'unica applicabile con successo al sito



in esame, garantisce sia l'efficace schermatura dalle ondate con un costo contenuto, sia un'organizzazione del piano d'ormeggio tale da limitare le operazioni di dragaggio comunque in parte necessarie, anche per imbarcazioni di modesto pescaggio.

La diga di protezione avrà una forma semicircolare ed uno sviluppo di circa 470 m in modo tale da schermare le mareggiate provenienti dal settore di traversia, non solo quelle di Ponente, che sono comunque le più critiche. Sarà del tipo a gettata e non attraccabile lato porto, per ridurre i costi di realizzazione. La quota in sommità sarà limitata a 4.4 m, grazie ad una pendenza molto dolce (1/3) che garantisce la dissipazione dell'energia dell'attacco ondosso. La mantellata sarà costituita da massi artificiali tetrapodi del volume unitario di 3.5 m³.

Lo specchio acqueo avrà una superficie totale di circa 50000 m² e la disposizione dei pontili a raggiera permetterà la collocazione delle barche più piccole nei fondali più bassi, in modo da limitare i volumi di dragaggio.

Le banchine avranno uno sviluppo di circa 450 m e saranno del tipo a giorno, realizzate con celle prefabbricate in calcestruzzo, in modo da attenuare la riflessione delle onde sulle sponde del bacino portuale, riducendo così l'agitazione interna.

L'attracco è previsto sia alle banchine che su pontili galleggianti, ai quali si accede tramite passerelle dalle stesse banchine. I pontili galleggianti avranno una larghezza di 2 m e uno sviluppo totale di circa 990 m, e la loro scelta, oltre ad avere

una minore incidenza sul costo dell'opera rispetto a strutture fisse, permetterà un futuro eventuale riassetto degli spazi interni, a vantaggio del gestore e degli utenti del porto turistico; in quest'ottica potrebbe in futuro essere vantaggioso rendere attraccabile parte della diga, per riorganizzare in modo diverso la disposizione dei pontili.

Sono previsti, alla radice della diga, uno scivolo ed uno scalo di alaggio dotati di gru da 25 ton, sia a disposizione degli utenti del porto a terra che di utenti esterni che hanno bisogno di movimentare la propria imbarcazione; per questo motivo tale area sarà dotata di una viabilità destinata esclusivamente a tale scopo, senza creare intralcio alle altre attività presenti sul porto; il tutto anche nell'ottica di poter ampliare la ricettività del porto a secco utilizzando opportuni siloscafi.

Nell'area Nord sarà ubicata la darsena peschereccia, dotata di un piazzale di circa 2700 m² per le operazioni di carico e scarico e di un suo accesso indipendente, per mantenere separate le attività di lavoro dalle attività turistiche.

L'ingresso principale sarà diretto verso il baricentro della banchina di forma circolare alla quale sono radicati i pontili galleggianti. Su tale banchina troveranno alloggio i servizi igienici, i box ad uso degli utenti del porto, le strutture direzionali ed il circolo nautico, oltre ad un'area destinata al parcheggio temporaneo delle auto degli utenti.

Ai lati dell'ingresso principale saranno ubicati i parcheggi, su di un piazzale di circa 13000 m², il cui riempimento sarà realizzato col materiale dragato nello specchio acqueo opportunamente confinato.

Il porto sarà perciò dotato di tre accessi, uno a Nord, a disposizione della darsena peschereccia, uno a Sud, per gli utenti del porto a secco, ed uno baricentrico, dal quale sarà comunque possibile raggiungere tutte le aree del porto.

Per quanto riguarda i dragaggi, seppur limitati per il modesto pescaggio delle barche ospitate, deve essere garantita una profondità di 2 m in tutto il bacino, esclusi l'imboccatura ed il canale racchiuso tra la diga e la testata dei pontili, dove sono ormeggiate le barche di lunghezza pari a 10 m, nei quali la profondità da raggiungere sarà di 3 m. In totale si prevede di dover dragare circa 24000 m³ di materiale.

4.7 Calcolo sommario della spesa

Si riporta in allegato una previsione della somma di denaro da investire per la realizzazione delle opere marittime.