

REGIONE CAMPANIA  
PROVINCIA di SALERNO



UNIONE DEI COMUNI VELINI  
COMUNE DI CASAL VELINO

MESSA IN SICUREZZA ED ADEGUAMENTO  
INFRASTRUTTURALE  
DEL PORTO DI MARINA DI CASAL VELINO  
I° LOTTO - STRALCIO FUNZIONALE  
CIG : 7400806A4E - CUP : B79F17000080009

# PROGETTO DEFINITIVO

Titolo elaborato :

STUDIO DELLA NAVIGABILITA' ED  
OPERATIVITA' DEL PORTO

1 8 0 0 2 P D R 0 8 - 1 M A R

Committente:  
Comune di Casal Velino

Area Tecnica  
Ufficio Urbanistica, Lavori  
Pubblici, Pianificazione

Responsabile del Procedimento  
Arch. Angelo GREGORIO

Progettazione:  
RAGGRUPPAMENTO TEMPORANEO

Capogruppo:

**MODIMAR**  
Via Monte Zebio 40 00195 ROMA

Mandanti:

Dott. Ing. Luigi RISPOLI  
Dott. Ing. Eugenio LOMBARDI  
Dott. Ing. Davide VASSALLO  
Dott. Geol. Michele CAMMAROTA  
POIESIS S.r.l. - Servizi per i Beni Culturali

Gruppo di lavoro:

Dott. Ing. Paolo CONTINI  
Dott. Ing. Davide SALTARI  
Dott. Ing. Marco DEL BIANCO  
Geom. Renzo PAREGGIANI

Data	Rev.	DESCRIZIONE	Redatto:	Verificato:	Approvato:
Dicembre 2019	1	Adeguamento a seguito parere SABAP SA-AV ed Ente PARCO	SALTARI	SALTARI	CONTINI
Dicembre 2018	0	EMISSIONE			

La MODIMAR s.r.l. si riserva la proprietà di questo documento con la proibizione di riprodurlo o trasferirlo a terzi senza autorizzazione scritta.  
This document is property of MODIMAR s.r.l. Reproduction and divulgation forbidden without written permission

Visto del Committente:

## **COMUNE DI CASAL VELINO**

### **INTERVENTI DI “MESSA IN SICUREZZA E ADEGUAMENTO INFRASTRUTTURALE DEL PORTO DI MARINA DI CASAL VELINO” 1° LOTTO STRALCIO FUNZIONALE**

### **PROGETTO DEFINITIVO**

### **STUDIO DELLA NAVIGABILITA' ED OPERATIVITA' DEL PORTO**

**Committente:**

Comune di Casal Velino  
P. zza XXIII Luglio n° 6  
84040 – Casal Velino (SA)

**Progettisti:**

MODIMAR S.r.l.  
Ing. Luigi Rispoli  
Ing. Eugenio Lombardi  
Ing. Davide Vassallo  
Dott. Geol. Michele Cammarota  
Soc. POIESIS

## **INDICE**

1. Premesse _____	3
2. Studio della navigabilità _____	3
2.1 Accessibilità nel porto esistente _____	4
2.2 Condizioni di accessibilità nella configurazione di progetto _____	5
2.3 Migliorie apportate in conseguenza degli approfondimenti sullo studio delle Soluzioni Alternative alla configurazione di progetto _____	6
3. Agibilità portuale _____	7

## **1. Premesse**

Nella presente relazione vengono riportate le principali considerazioni inerenti la verifica della navigabilità ed operatività del porto di Marina di Casal Velino, effettuate mediante il controllo della adeguatezza delle rotte di ingresso/ uscita dal porto e valutando le stesse in relazione alle locali condizioni meteo marine, gli spazi di manovra ed evoluzione per l'accesso al porto e le profondità degli specchi acquei in prossimità dell'imboccatura.

Altro aspetto di notevole interesse trattato nel documento, in uno specifico capitolo, riguarda l'operatività del porto, ovvero l'agibilità portuale, che viene individuata solitamente calcolando il numero medio dei giorni dell'anno in cui l'infrastruttura riesce a svolgere in sicurezza le proprie funzioni, consentendo l'ingresso ed uscita delle imbarcazioni dal porto. Nel caso di un'infrastruttura portuale come quella in oggetto, in cui sono attive principalmente le funzioni legate al diporto e all'attività della piccola pesca, l'agibilità dell'imboccatura portuale è quella di maggiore interesse e risulta dipendente sia dall'esposizione meteo-marina del porto sia dalle capacità di manovra del naviglio che frequenta l'infrastruttura portuale.

## **2. Studio della navigabilità**

Per un corretto dimensionamento degli spazi acquei a disposizione dei natanti per le manovre d'entrata al porto per il successivo ormeggio in banchina occorre considerare gli spazi minimi di manovra necessari per le diverse tipologie di imbarcazioni che frequentano il paraggio ed il porto. Tenuto conto della notevole manovrabilità delle imbarcazioni di lunghezza minore di 10 m, si espongono nel seguito alcune considerazioni relative alle possibili rotte di imbarcazioni appartenenti a due diverse classi "tipo" di maggiore dimensione che frequentano il porto, ovvero:

- imbarcazioni con lunghezza fuori tutto  $L = 12$  m e  $B = 4$  m;
- imbarcazioni con lunghezza fuori tutto  $L = 25$  m e  $B = 6$  m.

Per queste classi di imbarcazioni sono state individuate le possibili rotte d'accesso al porto e tracciate le manovre d'entrata/uscita tenendo in considerazione gli spazi acquei prospicienti l'imboccatura e soggetti alla traversia del paraggio costiero in esame, nonché della necessità di evitare rotte di accesso al porto nelle quali l'imbarcazione sia costretta a navigare per un tratto eccessivamente lungo con andatura al traverso rispetto al moto ondoso.

E' opportuno inoltre rilevare che le considerazioni esposte derivano dall'applicazione di parametri considerati "normali" desunti dalla letteratura tecnica.

Le manovre d'entrata e le possibili rotte di accesso al porto individuate per le tipologie di imbarcazioni sopra descritte sono state tracciate sia per la geometria attuale che per la configurazione portuale di progetto, al fine di evidenziarne le differenze nonché le migliorie derivanti dalla trasformazione dell'esistente porto "a bacino" in porto "a moli convergenti".

Per una trattazione esaustiva si deve ricordare che il porto di Marina di Casal Velino, oltre alle imbarcazioni sopra citate ed ai piccoli pescherecci operativi tutto l'anno, vanta la presenza, nel solo periodo estivo, di navi passeggeri (Metrò del mare) che collegano

alcune delle principali località della costa cilentana. L'imbarcazione solitamente utilizzata per il collegamento ha una lunghezza fuori tutto  $L = 36$  m e larghezza  $B = 7$  m, che attualmente può attraccare solo esternamente al porto per i limitati fondali portuali interni. Con gli interventi di adeguamento e di messa in sicurezza non si potrà ancora effettuare l'attracco di tale imbarcazione all'interno della nuova darsena di ponente, ma ciò potrà avvenire in futuro successivamente alla costruzione delle banchine a parete verticale come indicato nel progetto preliminare di sistemazione complessiva del porto.

Tenendo presenti gli spazi acquei in corrispondenza dell'imboccatura portuale ed in particolare la presenza di un ampio avamposto, ridossato dalla traversia principale, nonché la necessità di evitare una manovra di accesso al porto nella quale il natante sia costretto ad un tratto eccessivamente lungo con andatura al traverso rispetto al moto ondoso, si può affermare che l'ingresso delle citate imbarcazioni nel porto, una volta realizzate le due dighe foranee di ponente e di levante, sarà più agevole rispetto alla situazione attuale anche in condizioni meteo marine poco favorevoli, aumentando l'agibilità dell'infrastruttura, così come anche lo stazionamento nella zona più interna al porto (darsena di levante) maggiormente protetta dal moto ondoso incidente rispetto alla situazione attuale.

### *2.1 Accessibilità nel porto esistente*

Il porto di Marina di Casal Velino presenta attualmente un canale d'accesso delimitato verso Ovest dall'esistente molo di sopraflutto, orientato secondo un allineamento  $100 - 280$  °N su fondali massimi di  $-2,0 \div -2,50$  m sul l.m.m. e con una distanza dalla testata del molo di sottoflutto di circa 35 m (vedi Tavola 1 degli elaborati di progetto).

Le attuali rotte di accesso al porto possono essere sintetizzate in tre alternative, funzione della località di provenienza dei natanti, rappresentate nella figura dell'Allegato 1 alla presente relazione dalla quale è possibile osservare che per un natante proveniente da:

- Sud – Sud Est la rotta di ingresso al porto richiede una navigazione al traverso rispetto al moto ondoso più intenso e frequente appartenente al settore di traversia principale ( $210 - 300$  °N).
- Ovest – Sud Ovest la navigazione delle imbarcazioni deve essere eseguita con rotta al traverso nei confronti degli stati di mare provenienti dal settore di traversia secondaria ( $150-210$ °N), meno intensi dei precedenti, oppure con moto ondoso di poppa (di prua se in uscita dal porto), sempre fastidiosa, ma con meno inconvenienti rispetto alla navigazione con fronti d'onda paralleli all'asse longitudinale della barca.

Dall'esame della suddetta figura è possibile osservare come qualunque rotta di ingresso si percorra dal mare aperto, una volta raggiunta l'area immediatamente antistante l'imboccatura portuale esistente, l'imbarcazione deve effettuare una rotta curvilinea, ruotando attorno all'esistente testata del molo di sopraflutto per potersi allineare con il fronte verticale e rettilineo della banchina del molo di sopraflutto per poter accedere all'interno del porto. Si evince quindi come nella situazione attuale i conduttori delle imbarcazioni devono effettuare eventuali manovre correttive della rotta o di evoluzione in specchi acquei aperti soggetti al moto ondoso, fino al raggiungimento dell'imboccatura portuale dove la navigazione può continuare in un'area più ridossata e maggiormente sicura.

Una volta all'interno dello specchio acqueo portuale (darsena interna esistente) è possibile usufruire di un'area di evoluzione circolare (cerchio di manovra) di circa 60 m di diametro minimo. Il valore sopra indicato è soddisfacente per le imbarcazioni (piccoli pescherecci e da diporto) che frequentano solitamente il porto di Casal Velino, poiché la larghezza minima del canale di accesso è di circa 35 m (pari a  $7 \div 8$  volte la larghezza dell'imbarcazione più grande che frequenta il porto, di lunghezza pari a  $L = 15 \div 20$  m e larghezza  $B = 4,3 \div 5,0$  m), mentre il diametro del cerchio di manovra di 60 m, rispetta il vincolo delle  $2 \div 3$  volte la lunghezza  $L$  della barca più grande.

Le verifiche effettuate (vedi figura dell'Allegato 1) hanno dimostrato che la geometria attuale del porto a bacino costringe i conduttori delle imbarcazioni a mantenere una rotta curvilinea in prossimità dell'imboccatura che in presenza di moto ondoso (anche modesto) obbliga a tenere una rotta di navigazione al traverso, con rischio di "deriva" verso i fondali minori, costringendo ad eseguire eventuali correzioni di manovra in condizioni difficoltose, con conseguente riduzione delle condizioni di sicurezza della navigazione.

## *2.2 Condizioni di accessibilità nella configurazione di progetto*

La configurazione di progetto definitivo del porto di Marina di Casal Velino prevede la trasformazione dell'infrastruttura dalla tipologia attuale "a bacino" a quella "a moli convergenti" con due dighe foranee che individuano un ampio avamposto nell'area immediatamente retrostante l'imboccatura. I moli convergenti terminano con due testate a scogliera, imbasate su fondali di circa  $-6,0 \div -6,5$  m, con una larghezza dell'imboccatura (al livello del mare) di circa 50 m, ovvero circa 10 m in più rispetto alla situazione attuale. All'interno dello specchio acqueo ridossato dai citati moli foranei è stato previsto un avamposto con un'area di evoluzione (cerchio di manovra) di diametro minimo pari a 120 m, superiore a  $3L$  ovvero al minimo di 50 m. Nella zona retrostante l'imboccatura secondaria (costituita dalla linea che unisce l'esistente testata del molo di sopraflutto con quella del nuovo pennello interno, radicato alla parte centrale della diga di ponente) è presente un'altra area di evoluzione (cerchio di manovra) di diametro sempre pari a 120 m. I valori sopra richiamati sono più che soddisfacenti per tutte le tipologie di imbarcazione previste (comprendendo anche la nave per trasporto passeggeri di lunghezza pari a  $L = 36$  m), nel rispetto delle direttive dell'A.I.P.C.N che raccomandano per le imboccature portuali, con doppio senso di circolazione, una larghezza non inferiore a 5 volte la larghezza della massima imbarcazione, ovvero 1 volta la lunghezza massima ( $L = 40$  m), e comunque con un minimo di 30 m.

Anche per questa geometria sono state simulate le traiettorie di ingresso ed uscita dal porto delle imbarcazioni di dimensioni maggiori ( $L = 12 \div 25$  m) in relazione alla loro possibilità di manovra nei confronti dell'esposizione ai venti, ma soprattutto del moto ondoso incidente.

L'analisi condotta ha preso in considerazione le rotte di accesso limite in condizioni di mareggiata, ipotizzando una massima esposizione del fianco della imbarcazione rispetto al fronte del moto ondoso di  $30^\circ$  e tenendo conto del fatto che le due direzioni limite del settore di traversia principale in corrispondenza dell'imboccatura sono pari a  $180^\circ N$  e

255°N. Le rotte più probabili si troveranno dunque all'interno del settore centrale di libeccio, ovvero comprese tra 230 ÷ 250 °N.

Le verifiche effettuate (vedi Figura riportata nell'Allegato 2) hanno dimostrato la validità della soluzione progettuale assunta che permetterà a tutte le imbarcazioni (diporto, pescherecci e in futuro alle navi passeggeri) di poter accedere al porto con livelli di sicurezza maggiori rispetto alla situazione attuale, potendo eseguire correzioni di rotta e di evoluzione in acque ridossate dal moto ondoso incidente (proveniente da qualunque settore di traversia) e consentendo ampi margini di correzione per i grandi specchi acquei protetti dalle nuove opere di difesa.

### *2.3 Migliorie apportate in conseguenza degli approfondimenti sullo studio delle Soluzioni Alternative alla configurazione di progetto*

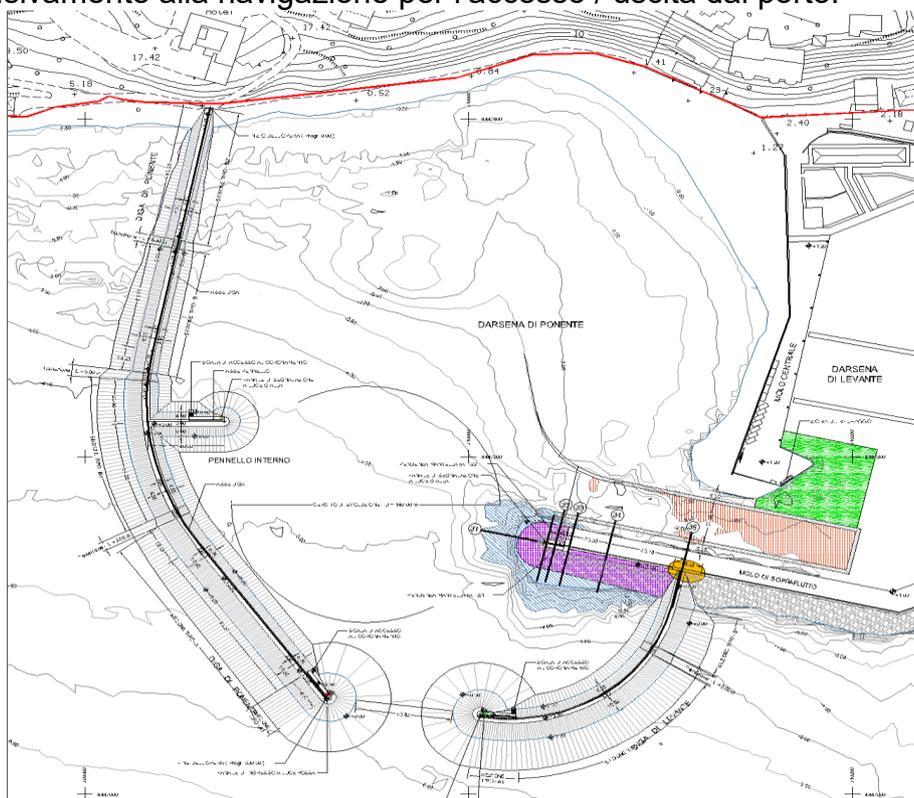
Le richieste di integrazione riportate nei pareri resi dalla Sovrintendenza e dall'Ente Parco, interpellati dal Comune di Casal Velino, sulla possibile adozione di soluzioni alternative a quella di progetto, hanno portato alla valutazione dello spostamento del radicamento a terra della diga foranea di ponente in corrispondenza dell'attuale radice o parte mediana del molo di sottoflutto, individuando così tre configurazioni alternative. I risultati ottenuti con gli studi specialistici (agitazione interna residua, studio morfologico e considerazioni morfo-dinamiche) hanno fornito una risposta negativa sulla base dei differenti aspetti esaminati, portando a confermare come la configurazione di progetto risulta essere ancora la più valida e convincente tra tutte quelle esaminate. A seguito degli approfondimenti progettuali si è, comunque, potuto eseguire una ottimizzazione della soluzione di progetto definitivo (emesso in Rev. 0) consistente nel ridimensionamento della diga foranea di ponente nel suo tratto iniziale (per circa un terzo del suo sviluppo), associato all'abbassamento delle berme di sommità nel tratto appena sopra citato, rispettivamente poste a +1.50 e +2.00 m sul l.m.m. A completamento delle migliorie introdotte si cita la previsione di un coronamento in calcestruzzo (simile a quello presente sulle testate delle due dighe principali) su cui è stato posizionato il fanale a luce gialla per la segnalazione dell'imboccatura portuale secondaria.

Inoltre si è previsto il salpamento dei massi costituenti la testata del molo di sopraflutto esistente, il livellamento del fondale a -3.00 m sul l.m.m. nell'area occupata dall'esistente testata e parzialmente occupata in futuro dal cerchio di evoluzione principale, la risagomatura della scogliera nel suo tratto terminale sia all'interno che all'esterno e l'installazione di un fanale a luce gialla, analogamente a quanto fatto per la testata del pennello interno.

Per migliorare le condizioni di accessibilità e navigabilità all'interno degli specchi acquei ridossati dalle nuove opere foranee si è inoltre previsto di eseguire una vera e propria separazione "funzionale" e segnalazione dei diversi specchi acquei destinati a differenti e contemporanei utilizzi. Si fa riferimento (vedi figura riportata nell'Allegato 3) alla suddivisione dello specchio acqueo interno della cosiddetta "darsena di ponente" in cui si può osservare la presenza di:

- una zona destinata alla balneazione, di dimensioni e caratteristiche simili a quelle attuali;

- una fascia di rispetto in cui è vietata sia la balneazione sia la navigazione, necessaria per garantire contemporaneamente la sicurezza dei fruitori della spiaggia e quella delle imbarcazioni;
- un'area (quella immediatamente retrostante l'avamposto) destinata esclusivamente alla navigazione per l'accesso / uscita dal porto.



La suddivisione così proposta rafforza l'intento di utilizzare contemporaneamente ed in sicurezza il grande specchio acqueo interno, diversificando le destinazioni d'uso. In tal modo si è peraltro mantenuta l'impostazione progettuale iniziale, seppure con le modifiche introdotte al primo tratto della diga foranea, facendola assomigliare, almeno per il primo tronco, ad un'opera di difesa costiera e confermando la sua funzione di "ostacolo" al trasporto solido litoraneo ed a quello delle masse biologiche, ad esso associate, per un'efficace messa in sicurezza e adeguamento del porto di Casal Velino che rimane l'obiettivo principale del presente progetto definitivo (Rev. 1), in continuità di scopo con lo studio di fattibilità 2018 posto a base di gara.

### 3. Agibilità portuale

Con il termine agibilità portuale si intende il numero medio di giorni dell'anno in cui un'infrastruttura riesce a svolgere in sicurezza le proprie funzioni. Per lo specifico caso, l'agibilità dell'imboccatura portuale dipende sia dall'esposizione meteo-marina del porto sia dalle capacità di manovra del naviglio che lo frequenta.

Una volta stabilite le dimensioni dei canali di accesso e delle aree di evoluzione, l'agibilità dell'imboccatura portuale dipende dalla definizione delle condizioni meteo marine limite da ritenere accettabili per poter compiere in sicurezza le manovre di ingresso ed uscita dal porto. Ad eccezione di casi particolari, di solito in un porto la manovra più rischiosa è costituita da quella di ingresso.

In relazione alla specifica esposizione ondometrica, in un porto in cui i fondali di imboccatura sono tali da non poter escludere a priori che le onde possano frangere in corrispondenza della stessa imboccatura, un primo fattore limitante è costituito proprio dal verificarsi del frangimento su tali fondali. Di solito questa analisi è significativa per le imbarcazioni dotate di elevate capacità di manovra, ovvero quelle di minori dimensioni, rappresentate nel caso specifico dalle imbarcazioni da diporto e dai pescherecci per le quali sono state verificate le dimensioni del canale di accesso e degli spazi di evoluzione. Per quanto riguarda invece l'agibilità dell'imboccatura portuale in relazione alla massima imbarcazione che potrà servirsi in futuro del porto, di solito essa è soggetta a fattori limitanti molto più restrittivi rispetto al verificarsi del frangimento. Tali fattori, costituiti dalla velocità e direzione del vento, dalle condizioni ondometriche ed eventualmente dalla intensità e direzione della corrente che agiscono durante la manovra di avvicinamento e di ingresso nel porto, vengono definiti dal progettista in base ai criteri di dimensionamento suggeriti dall'AIPCN e dalla letteratura specializzata e solitamente verificati con simulatori di manovra.

Utilizzando i risultati ottenuti nell'ambito dello studio meteo-marino, in particolare la serie storica propagata nei pressi dell'imboccatura portuale (Punto C3), mediante l'applicazione di una specifica procedura di calcolo è stata determinata la frequenza media di frangimento delle onde per profondità variabili comprese tra - 2,0 m e - 10,0 m sul l.m.m. I risultati ottenuti, espressi in numero di ore/anno sono riportati nella Tabella a pagina seguente.

Assumendo per la configurazione attuale del porto, la profondità in corrispondenza dell'imboccatura è pari a circa - 2,0 m sul l.m.m. mentre quella di progetto assumerà valori di - 6,0 m sul l.m.m.

Dal calcolo della frequenza media di frangimento delle onde si ottiene quanto segue:

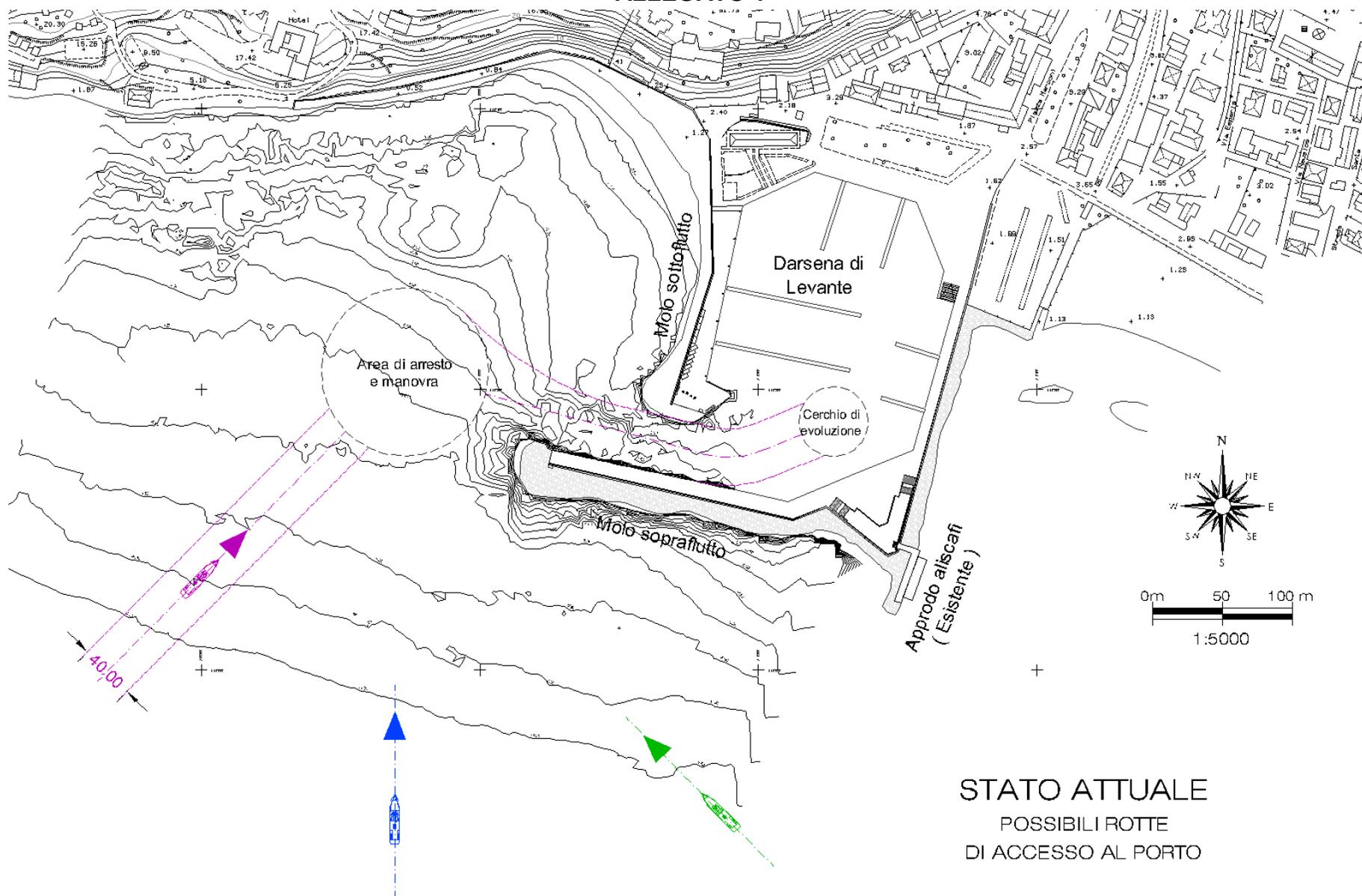
- attualmente il numero medio di ore/anno durante le quali le onde frangono nella zona antistante l'imboccatura portuale è pari a circa 579,5;
- nella configurazione di progetto e la nuova imboccatura portuale il numero medio di ore/anno durante le quali le onde frangeranno in sua prossimità si riduce a circa 33,7

FREQUENZA CUMULATA MEDIA DI FRANGIMENTO A VARIE PROFONDITA'															
Numero eventi validi	90315 Serie storica nell'intervallo temporale 1979-2009														
Numero totale eventi	90584														
Rendimento complessivo della serie storica %	99.700														
PROFONDITA' (m)	10.0	9.5	9.0	8.5	8.0	7.5	7.0	6.5	<b>6.0</b>	5.5	5.0	4.5	4.0	3.0	<b>2.0</b>
FREQ. CUM. MEDIA ANNUALE A VARIE PROFONDITA' (%)	0.10	0.11	0.13	0.14	0.17	0.20	0.24	0.30	<b>0.39</b>	0.50	0.67	0.92	1.29	2.74	<b>6.62</b>
MESI/anno	0.01	0.01	0.02	0.02	0.02	0.02	0.03	0.04	<b>0.05</b>	0.06	0.08	0.11	0.15	0.33	<b>0.79</b>
GIORNI/anno	0.37	0.41	0.46	0.52	0.61	0.73	0.88	1.10	<b>1.41</b>	1.84	2.45	3.36	4.70	9.99	<b>24.15</b>
ORE/anno	8.92	9.83	11.01	12.57	14.64	17.42	21.22	26.44	<b>33.73</b>	44.04	58.87	80.56	112.90	239.68	<b>579.50</b>

**Tabella 1: Frequenza cumulata media di frangimento alle varie profondità.**

Dalla precedente tabella 1 è facile dedurre come il vantaggio ottenuto spostando l'imboccatura portuale su fondali maggiori è stimabile in una consistente riduzione media della frequenza di frangimento che varia dal 6,6% nella situazione attuale ad una percentuale di 0,4% nella configurazione di progetto.

ALLEGATO 1



STATO ATTUALE  
POSSIBILI ROTTE  
DI ACCESSO AL PORTO



ALLEGATO 3

