



Regione Sicilia

Assessorato Regionale Infrastrutture e Mobilità

Ufficio di progettazione:

Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti

Provveditorato Interregionale Opere Pubbliche Sicilia - Calabria

Ufficio Opere Marittime per la Sicilia

PORTO DI MARSALA - OPERE DI MESSA IN SICUREZZA

- Molo foraneo sopraflutto
- Molo foraneo sottoflutto
- Banchine e piazzali
- Escavazione

Elaborato:

EL. 01

SOLUZIONE ALTERNATIVA PROGETTO DEFINITIVO

RELAZIONE GENERALE

Prog. N. 6 del 11 feb. 2011 Rev. 22 MAG. 2013

Aggiornamento 15 nov. 2013



Dirigente tecnico
Dot. Ing. Pietro Viviano

Il Responsabile Unico del Procedimento
Dot. Ing. Luigi Palmeri

OPERE DI MESSA IN SICUREZZA DEL PORTO DI MARSALA
ALTERNATIVA PROGETTUALE – RELAZIONE GENERALE (Maggio 2013)

CLASSIFICAZIONE DEL PORTO

Con decreto del Presidente della Regione Siciliana del 01/06/2004 il porto di Marsala è stato classificato fra quelli di categoria II, classe III con destinazione: commerciale, industriale, petrolifera, servizio passeggeri, peschereccia, turistica e da diporto.

DISPOSITIVO PORTUALE

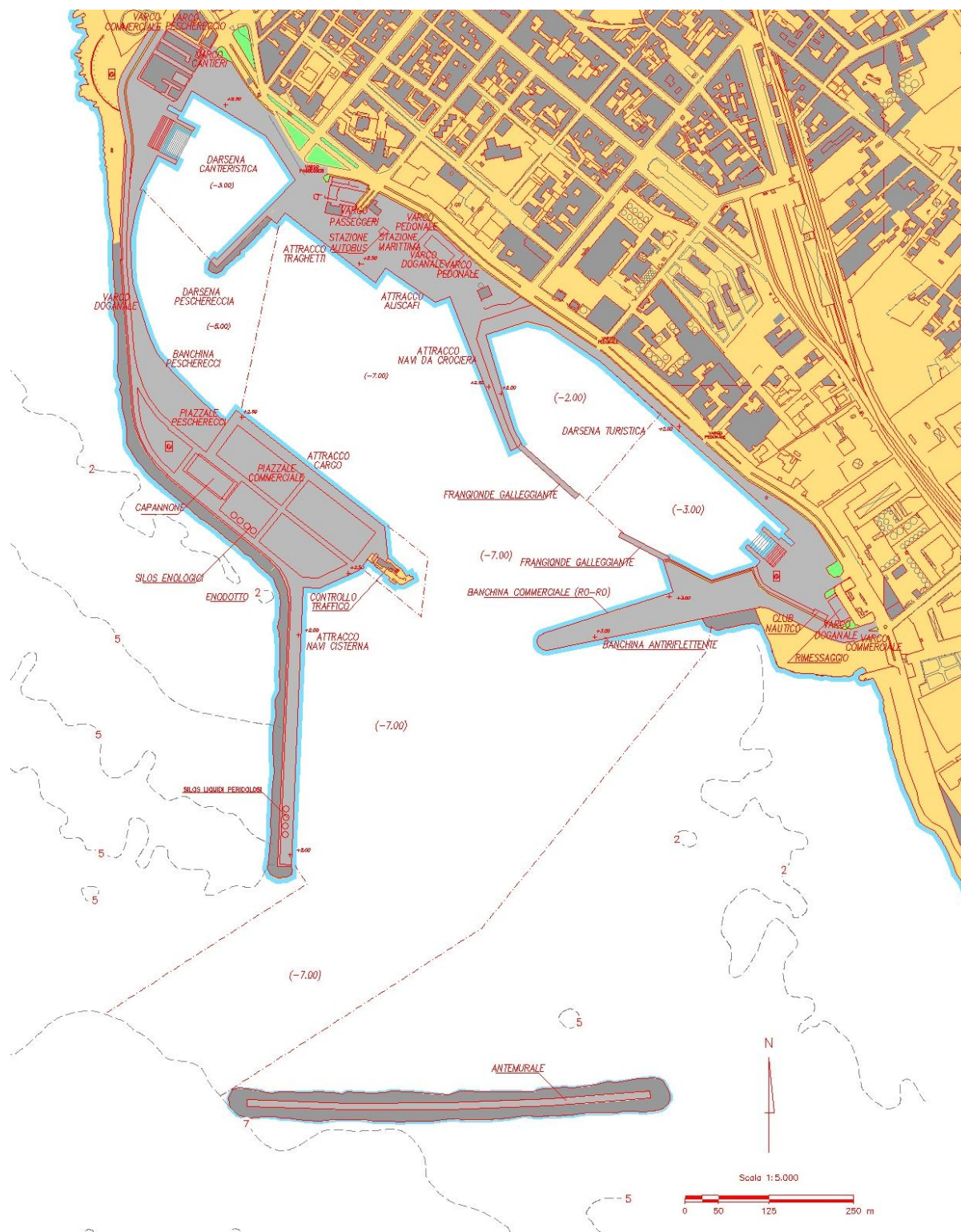
Il porto di Marsala allo stato attuale è ancora un dispositivo portuale incompleto. Esso è un porto artificiale protetto da due moli costieri curvilinei ed un molo foraneo con direzione Sud. I due moli non sono ancora idonei a proteggere l'intero bacino portuale infatti permane un'esposizione ai venti di Scirocco e di Mezzogiorno.



Porto di Marsala - Stato Attuale

PIANO REGOLATORE PORTUALE

Il vigente piano regolatore del Porto, è stato approvato con decreto dell'Assessorato Regionale Territorio ed Ambiente n. 428 del 11/04/2003. Di seguito si riporta la planimetria del vigente PRP con le zonizzazioni delle attività previste.



Porto di Marsala - Piano Regolatore Portuale Vigente

La configurazione del vigente PRP si caratterizza per la presenza di un'opera di difesa dell'imboccatura portuale non radicata a terra (antemurale) per la protezione del bacino interno dalle onde provenienti al largo da scirocco e da mezzogiorno.

La zonizzazione si presenta alquanto distribuita ed intrecciata nelle varie aree e specchi acquei portuali interni dove sono presenti tutte le attività tipiche dei porti polifunzionali come di seguito sinteticamente riportato:

- Attività Commerciale: Il vigente PRP prevede n. 4 accosti per le attività commerciali, rispettivamente, sul molo sottoflutti a levante (Ro-Ro) con n. 2 attracchi in banchina (interno ed esterno, solo in caso di necessità e con condizioni di mare assicurate) della lunghezza di 200 m, sul molo curvilineo a ponente (cargo) con banchina della lunghezza di circa 285 m, e sul prolungamento dello stesso molo verso sud (navi cisterna) con banchina della lunghezza di circa 400 m;
- Attività passeggeri: Traghetti con n. 2 attracchi, rispettivamente, della lunghezza di 170 m e 90 m circa, e Crociere con banchina dedicata della lunghezza di 245 m circa, tutti previsti nel bacino interno a diretto contatto con la città;
- Attività per la Pesca e la Cantieristica: Le aree e gli specchi acquei dedicati a tale attività sono stati previsti all'interno del bacino portuale esistente, lato di ponente, dove in atto vengono svolte, destinandovi specchi acquei, aree a terra coperte e scoperte adeguati allo sviluppo delle rispettive attività;
- Attività per la Nautica da Diporto: A tale attività sono state destinate specchi acquei ed aree a terra nella zona di levante del porto fino al molo di sottoflutto, dove in atto sono allocati già pontili galleggianti gestiti da privati in regime di concessione demaniale marittima. Per la protezione delle onde residue interne sono stati previsti appositi frangionda galleggianti;

Per quanto attiene ai fondali operativi, il PRP vigente prevede di raggiungere la quota di - 7.00 m, s.l.m.m. nell'imboccatura portuale ed in tutte le banchine interne destinate alle attività commerciali e passeggeri (traghetti e crociere), che si riducono a - 5.00 m, - 3.00 m e - 2.00 m, negli specchi acquei destinati alla pesca (-5.00 m), alla cantieristica (-3.00 m) ed alla nautica da diporto (-3.00 m e - 2.00 m).

INCARICO DI REDAZIONE DEL PROGETTO

Con nota n. _____ del _____ l'Ufficio Opere Marittime per la Sicilia del Provveditorato Interregionale OO.PP. Sicilia - Calabria del Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti è stato incaricato dalla Regione Siciliana, Assessorato Infrastrutture e Mobilità, di redigere il progetto delle opere necessarie per garantire la sicurezza del porto. Nella fattispecie, in conformità al vigente PRP, rappresentate dall'opera di "antemurale".

INQUADRAMENTO GEO-MORFOLOGICO - RILIEVI ED INDAGINI PRELIMINARI

La zona interessata dal presente progetto, è localizzata nel comune di Marsala lungo la costa occidentale della Sicilia e più precisamente nella parte più esterna dell'area portuale di Marsala.

L'unità fisiografica che comprende il paraggio in esame, secondo quanto definito dal P.A.I. (Regione Siciliana Assessorato Territorio e Ambiente, 2006), si estende lungo la costa occidentale della Sicilia tra Capo S. Vito e Capo Feto. Lungo tale tratto di litorale si rileva l'alternarsi di coste basse sabbiose, coste basse calcarenitiche ricoperte di sabbia e coste alte rocciose; inoltre sono presenti diversi tratti di costa di origine non naturale, come i muretti posti a delimitazione delle numerose saline.

Più in dettaglio il porto di Marsala, mostrato nella figura seguente, è delimitato da due moli curvilinei. Il molo di Ponente e il molo di Levante. La sua imboccatura è larga 200 m circa. Il molo di Levante è lungo circa 460 m.



Vista area del porto di Marsala con indicazione della zona di intervento

I venti dominanti sono da NW, SW, S, SE, Traversia: SE, SW, S e Ridosso N, NE, E., sono presenti maree che producono variazioni massime di 0,35 m; notevole il fenomeno del marrobbio che si manifesta specie in inverno con i venti di ponente e può causare variazioni di livello di 1 m in un quarto d'ora.

Il litorale di Marsala, è caratterizzato da caratteri di uniformità morfologica consistenti nella natura pianeggiante del territorio che forma un unico piano elevato mediamente da 1- 3m dal livello del mare, esso è formato dal punto di vista geologico da un unico costone calcarenitico a due

composizioni litologiche uno superficiale 0-10m costituito dalla biocalcarenite tirreniana tenera e sabbie facilmente erodibile (terrazzo marino), l'altro sottostante è rappresentato dalla calcarenite più consistente appartenente alla Formazione litologica: Calcarenite di Marsala che costituisce l'attuale piattaforma di abrasione marina di spessore 0-20m. Quest'ultima poggia in discordanza su terreni plastici (argille e marne) di spessore indefinito. Sono presenti superfici di abrasione marina poste a quote diverse dovute all'azione del moto ondoso e delle correnti.

A supporto della stesura del progetto (Rev. Maggio 2013) sono stati approntati rilievi ed indagini come di seguito riportate:

- Rilievi morfo – batimetrico, bati - stratigrafico, studio della biocenosi dei fondali anti e latitanti l'attuale porto di Marsala, con prelievo ed analisi granulometriche dei sedimenti marini. La campagna di rilievi ed indagini è stata condotta dal Soc. P R I S M A s.a.s - Progettazione e Realizzazione Impianti e Servizi di Monitoraggio Ambientale, avente sede in Sant'Agnello (NA);
- Studio Geologico redatto dalla Dott.sa Caterina Caradonna, incaricata dal Genio Civile di Trapani (RUP dell'opera), con cui sono state prodotte le considerazioni geologico-tecniche a corredo del presente progetto;
- Carotaggi e campionamenti del fondale marino da dragare condotti dalla medesima Dott.sa Caterina Caradonna incaricata, nonché analisi chimico fisiche e batteriologiche dei sedimenti campionati da effettuare a cura dell'ARPA, i cui risultati confermeranno la possibilità di utilizzazione del materiale di risulta del dragaggio a formazione del piazzale retrostante le banchine operative;
- Studio integrativo comprendente indagini geofisiche e biocenotiche sulla presenza qualitativa e quantitativa di Posidonia oceanica, nonché indagini archeologiche: eseguiti dalla ditta Biosurvey – Marzo 2013.

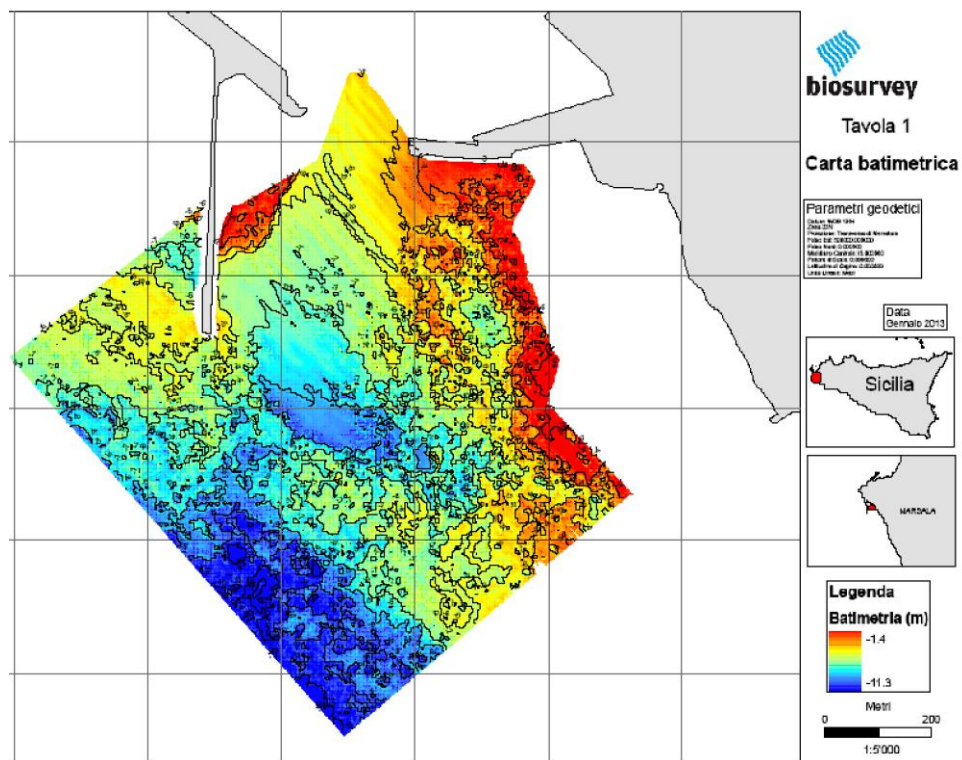
Lo studio integrativo eseguito dalla ditta Biosurvey è stato inviato dal Comune di Marsala che lo ha commissionato con nota n. 25719 del 19/03/2013, acquisita al protocollo n. 7346 del 26/03/2013.

Lo studio integrativo, in particolare, ha riguardato nuove indagini geofisiche e biocenotiche effettuate in un'area limitata del porto (avamposto, imboccatura portuale e limitate aree limitrofe) estesa circa 75,4 Ha, inferiore rispetto alle aree indagate precedentemente da PRISMA. In tali aree sono stati effettuati i seguenti rilievi ed indagini:

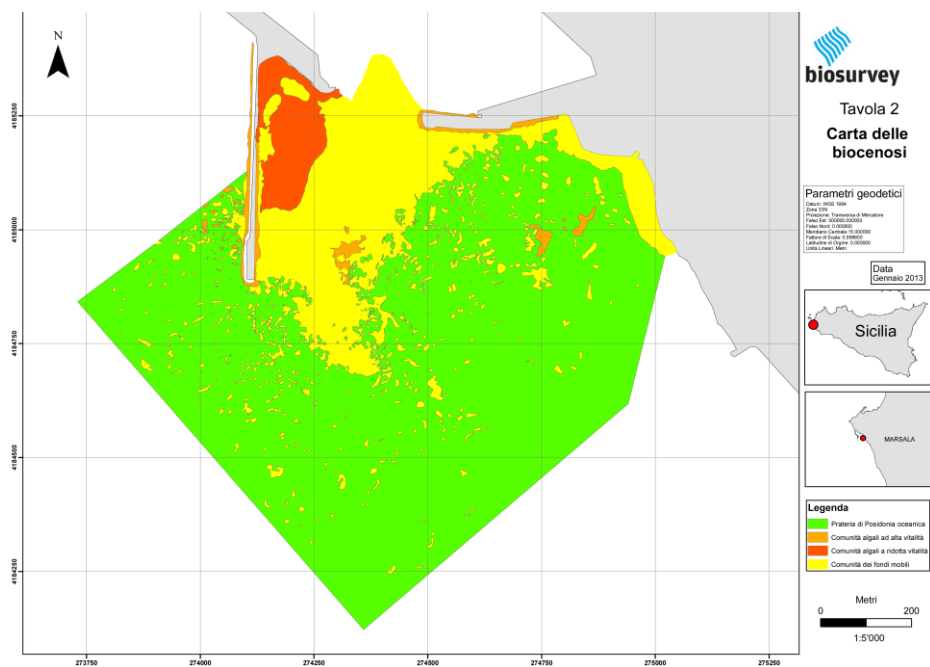
- Rilievi Batimetrici – mediante sistema di rilevazione acustico ad alta risoluzione Multibeam Echosounder (MB-SSS);
- Rilievi morfometrici – mediante sistema Side Scan Sonar (SSS) ad alta frequenza (biocenosi);
- Indagini sismo-acustiche – mediante sistema Sub-Bottom Profiler (SBP), finalizzate all'individuazione di elementi di natura antropica di possibile interesse archeologico/culturale;

- osservazioni di verità mare al centro dell'impronta dell'opera foranea in progetto;

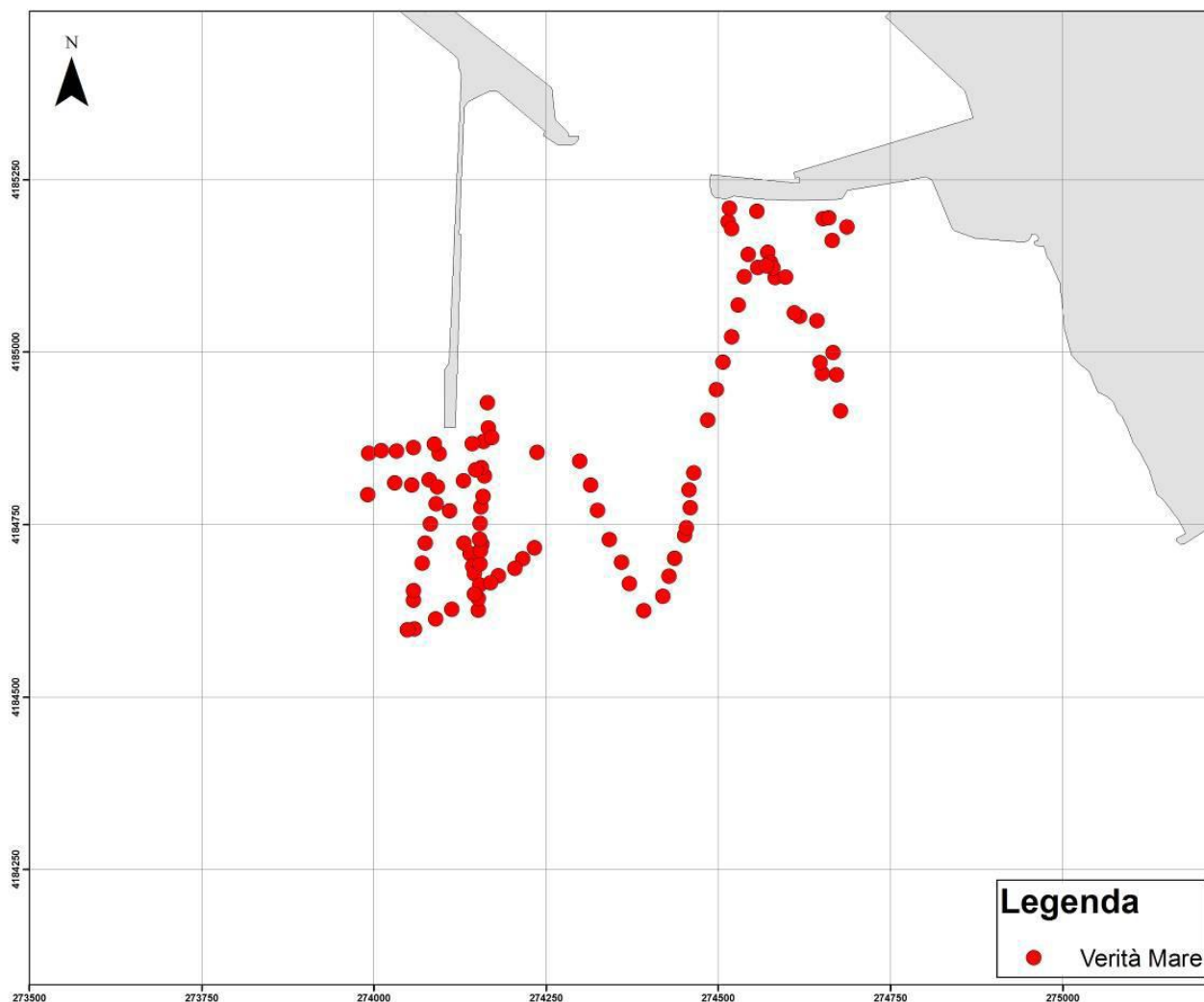
Di seguito sono riportati la sintesi degli ultimi rilievi batimetrici effettuati, la carta della biocenosi della rilevazione Biosurvey (marzo 2013) e le indagini verità mare.



Rilievo batimetrico – marzo 2013 * Soc. Biosurvey



Mappatura della Biocenosi del fondale



Attività di verità mare, in rosso i punti di osservazione

Dalla relazione finale delle indagini si rileva che “i rilievi batimetrici, condotti nelle aree direttamente interessate dalle impronte del progetto e nelle loro immediate vicinanze, mostrano come le opere ricadano rispettivamente: tra le batimetriche dei -5m e dei -7.5m per la diga di sopraflutto; e dalla linea di costa fino alla batimetrica dei -7.5m per quella di sottoflutto. La cartografia ottenuta, inoltre, evidenzia in dettaglio come i fondali che ospiteranno la diga di sopraflutto siano alquanto articolati e di natura rocciosa, nonché ricoperti in parte da *P. oceanica*. I fondali che verranno occupati dalla diga di sottoflutto, invece, risultano essere in gran parte di natura sabbiosa con ampie zone caratterizzate dalla presenza di emergenze rocciose. Dall’esame delle indagini batimetriche e dalla loro successiva elaborazione non è stato individuato alcun elemento o morfologia ascrivibile a strutture di origine antropica. I risultati delle indagini archeologiche (rilievi morfologici), effettuati mediante il sistema Sub-Bottom Profiler (SBP), sono stati condotti in corrispondenza delle impronte delle opere in progetto e nelle loro immediate vicinanze, garantendo una copertura completa in relazione alle caratteristiche dei fondali. I dati raccolti non hanno evidenziato alcuna morfologia che possa essere ascrivibile alla categoria dei possibili elementi antropici, e vanno a validare i risultati ottenuti dall’analisi delle indagini

batimetriche.

I dati morfometrici, integrati con quelli ottenuti per mezzo del sistema Side Scan Sonar e delle attività di verità-mare, hanno consentito di realizzare una dettagliata cartografia delle principali biocenosi presenti in corrispondenza delle opere.

Dalla relazione si trae che "i fondali posti all'interno ed in prossimità dell'imboccatura portuale sono costituiti da sedimenti sciolti a varia granulometria, con sporadici affioramenti rocciosi nella parte centrale dell'ingresso del porto. Ampie lenti sabbiose si rilevano anche all'esterno ed in prossimità dell'area portuale, evidenziando un certo grado di frammentazione nella distribuzione spaziale delle biocenosi che colonizzano i fondali. Nel complesso i substrati sabbiosi occupano una superficie di 21,5 ha che rappresenta il 23,08% dell'area investigata". In prossimità delle banchine si rileva la "presenza di substrato di natura rocciosa, ricoperto dalle tipiche comunità algali che occupano complessivamente una superficie di 4,94 ha (5,28% della superficie investigata). Tali comunità si presentano alterate ed a ridotta vitalità nelle porzioni più interne del bacino, mentre all'esterno del porto di Marsala, evidenziano significativi livelli di biodiversità e naturalità. La biocenosi che colonizza la maggior parte dei fondali è rappresentata dalla prateria di Posidonia oceanica (66,92 ha rappresenta il 71,64% della superficie investigata). La prateria di Posidonia oceanica evidenzia un elevato grado di qualità e naturalità, si insedia prevalentemente su matte e mostra marmitte di erosione e canali intermatte che testimoniano l'elevato idrodinamismo che caratterizza l'area. Si osservano, inoltre, significativi processi di ricolonizzazione su sabbia in prossimità del margine esterno dei fondali dragati negli anni '90".

In aggiunta, al fine di effettuare una valida scelta delle tipologie delle opere di difesa e delle opere di accosto, è stato redatto apposito studio idraulico - marittimo con l'ausilio della modellistica matematica, partendo dal moto ondoso al largo.

In dettaglio i dati meteomarini di largo sono stati estratti dal modello d'onda di larga scala approntato da quest'Ufficio con la collaborazione di DHI Italia per il settore di mare che interessa il tratto di costa della Sicilia sud-occidentale. Tale modello, realizzato a partire da dati ondometrici e anemometrici del modello globale Met-Office (UKMO) e calibrato sulle misurazioni della boa di Mazara del Vallo, rappresenta un vero e proprio database di dati ondometrici per il periodo compreso tra il 01/11/88 ed il 30/10/08.

Sulla base di tali dati è stato effettuato lo studio su modello matematico con l'applicazione del codice numerico MIKE 21 edito dal DHI (Danish Hydraulic Institute).

Mediante l'utilizzo del codice di calcolo MIKE 21 SW, modello d'onda a griglia flessibile ("Flexible Mesh") in grado di tenere conto dei principali fenomeni che intervengono nella trasformazione dell'onda quali la rifrazione, lo shoaling, l'attrito col fondo ed il frangimento, è stato quindi calcolato il clima ondoso in un sito antistante la zona in esame.

I dati di clima ondoso al largo mostrano che le onde più alte e numerose provengono dai settori di Nord-Ovest (Maestrale), e Sud-Est (Scirocco).

Tali considerazioni hanno consentito di definire il settore di traversia per il paraggio di riferimento, ovvero il range di direzioni dalle quali possono effettivamente arrivare delle onde non trascurabili, in relazione alla morfologia del luogo. L'area portuale è risultata esposta, in maniera diretta, a mareggiate provenienti da direzioni comprese tra 155 e 320 °N.

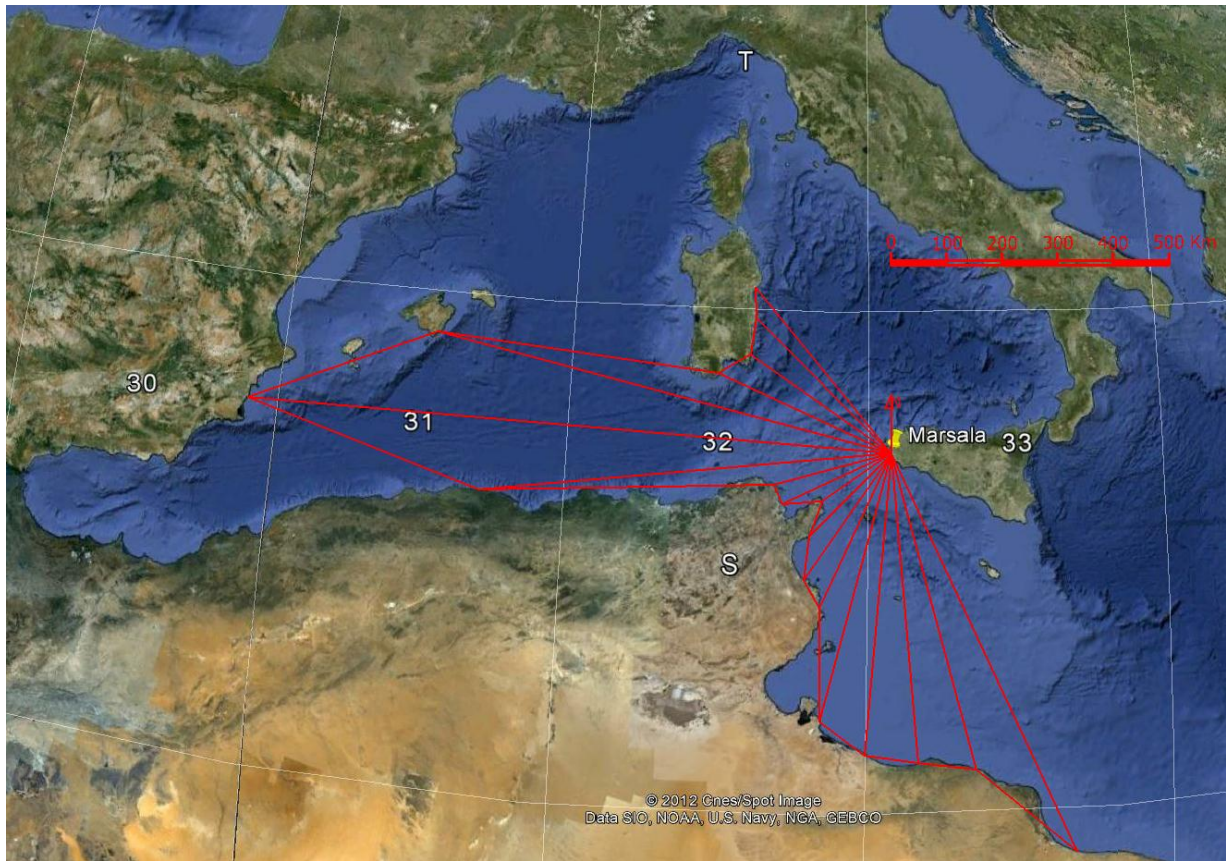
I risultati dello studio hanno evidenziato che le onde più alte e frequenti al largo provengono da direzioni comprese tra 250° N e 280° N, che presentano fetch liberi molto lunghi.

L'analisi delle onde estreme è stata condotta a partire dai dati riguardanti la frequenza di apparizione delle mareggiate elaborati a partire dai dati del modello a scala globale, al fine di permettere una caratterizzazione statistica degli eventi estremi attesi al largo. Gli eventi di mareggiata sono stati pertanto processati statisticamente mediante l'applicazione del cosiddetto metodo POT (Peak Over Threshold). La regolarizzazione statistica, sia omnidirezionale che direzionale, è stata effettuata utilizzando il modulo EVA – Extreme Values Analysis del DHI.

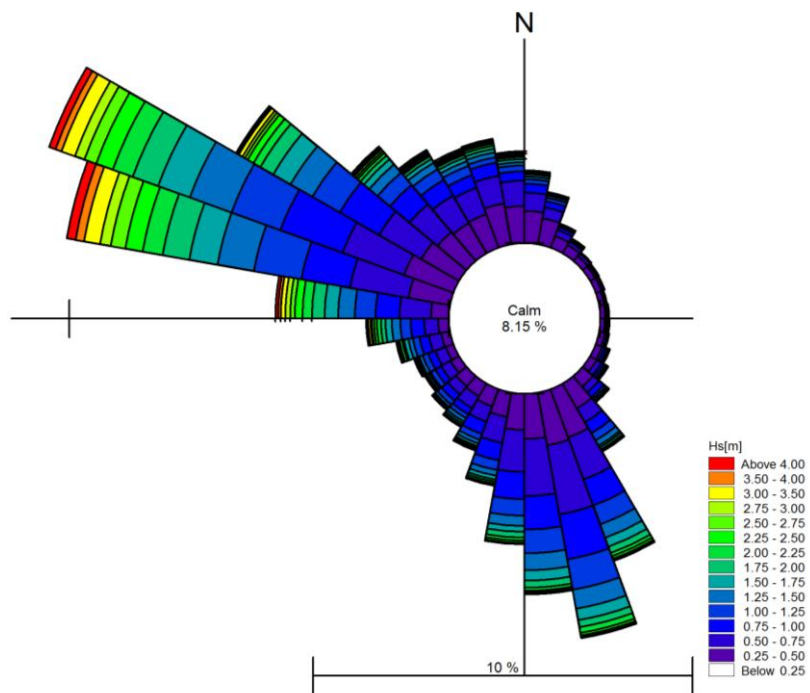
Di seguito sono riportati i grafici preliminari significativi dello studio idraulico-marittimo condotto (settore di traversia, rosa del clima ondoso a largo e sottocosta).



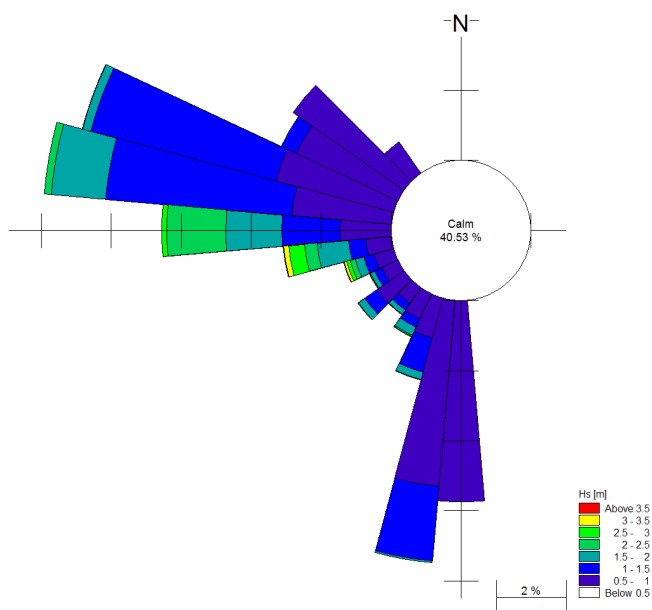
Settore di traversia dell'area oggetto di studio



Fetch geografico stimato sulla base delle distanze misurate sulla vista satellitare



Rosa del Clima ondoso significativo al largo – fondali di -35 m, s.l.m.m.

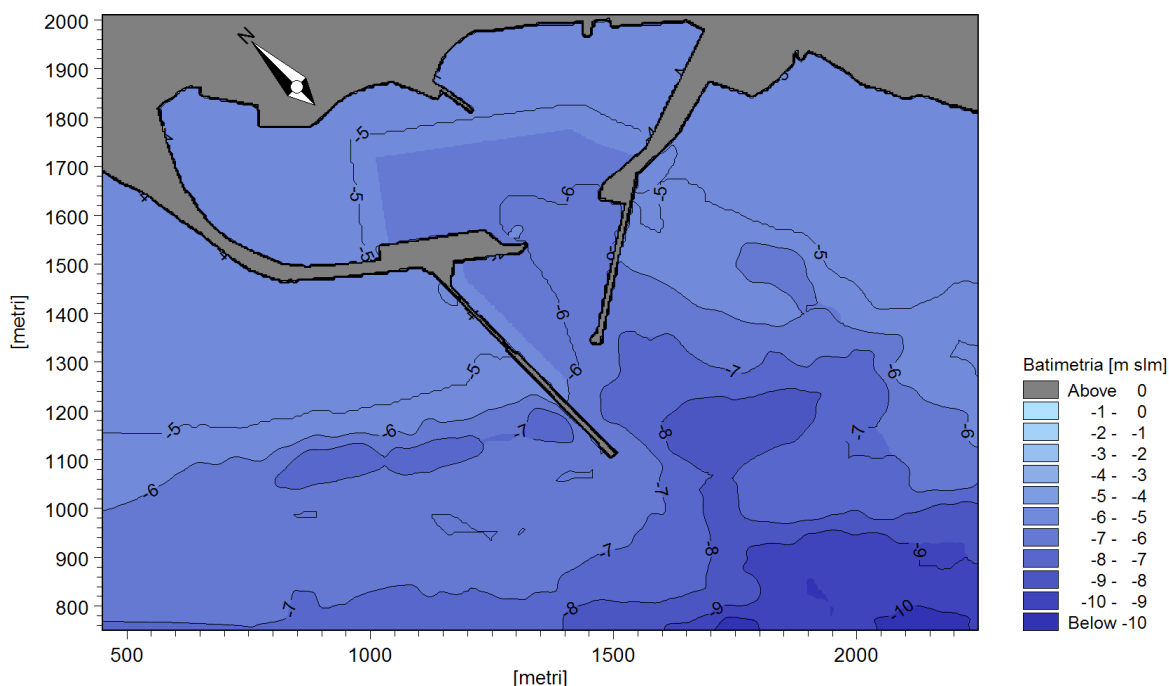


Rosa del Clima ondoso sottocosta antistante la struttura portuale

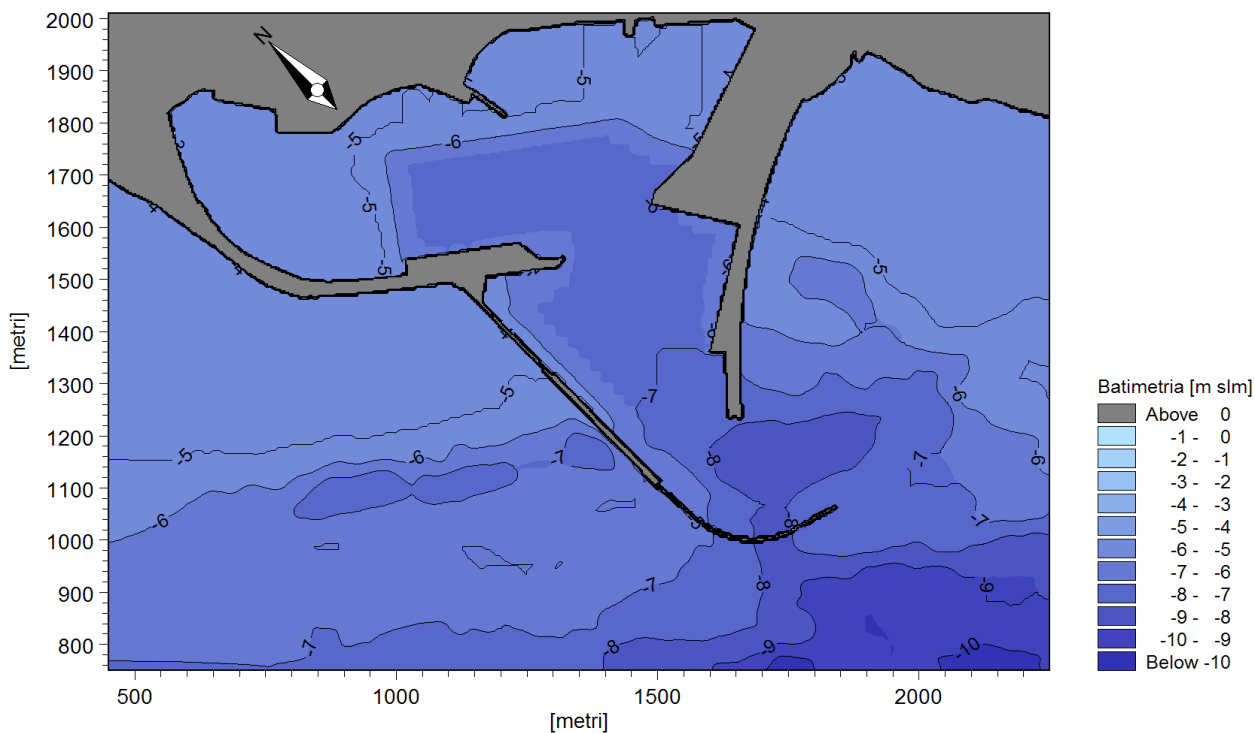
I risultati dei rilievi e delle indagini preliminari hanno consentito di escludere la possibilità della realizzazione della diga antemurale a difesa e messa in sicurezza del porto e ciò sia per motivi di ordine ambientale (parte dell'opera ricade sulla prateria di posidonia) sia per motivi di ordine tecnico marittimo (l'antemurale non garantisce ottimali condizioni di difesa del bacino portuale).

OPERE PROPOSTE PER LA MESSA IN SICUREZZA DEL PORTO

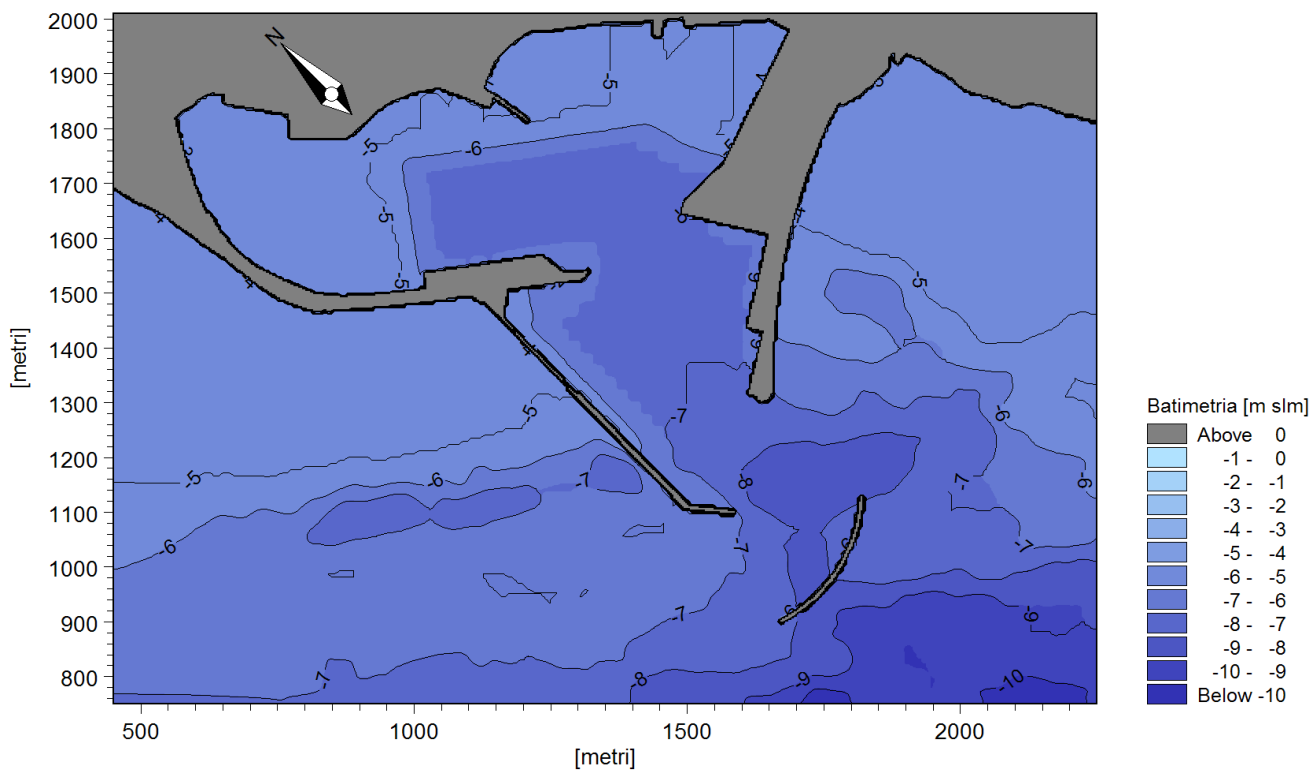
La presente proposta di variante si sviluppa nell'ottica della messa in sicurezza del dispositivo portuale ed è stata individuata confrontando n. 7 alternative progettuali, come da grafici seguenti.



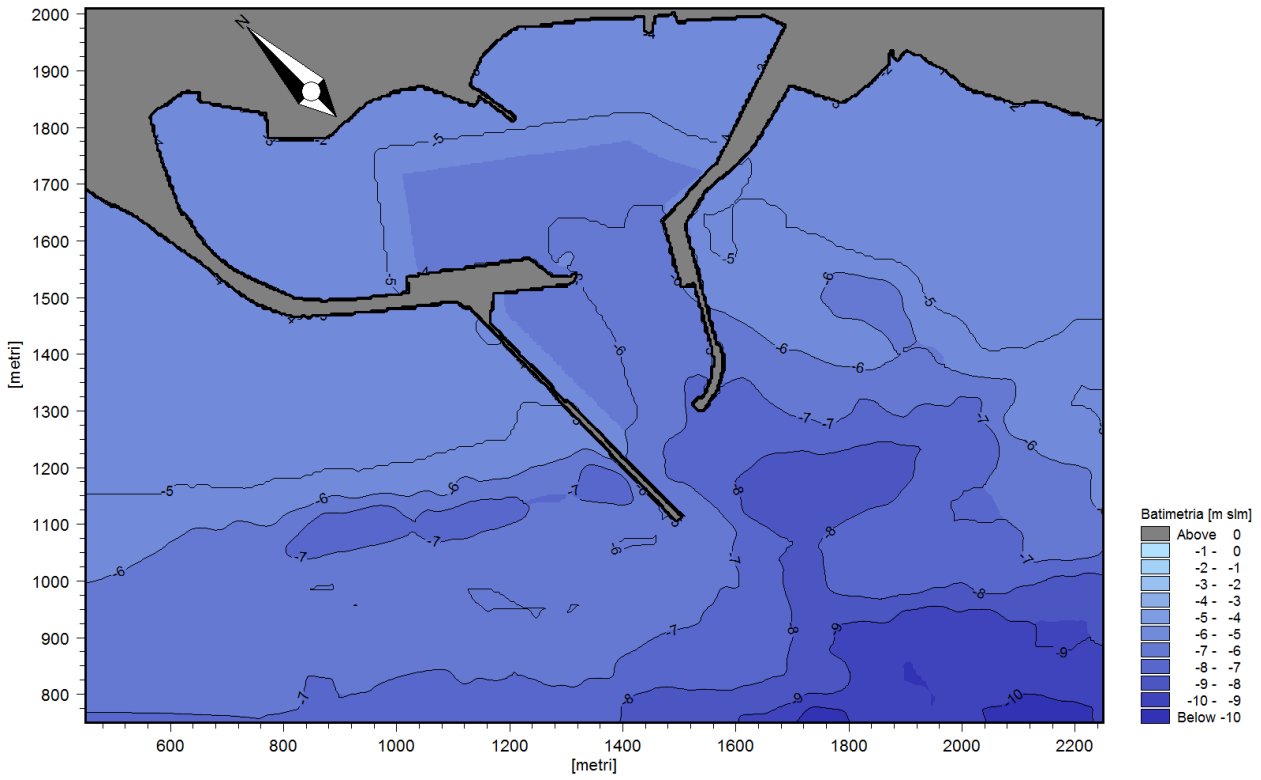
Lay-out n. 1



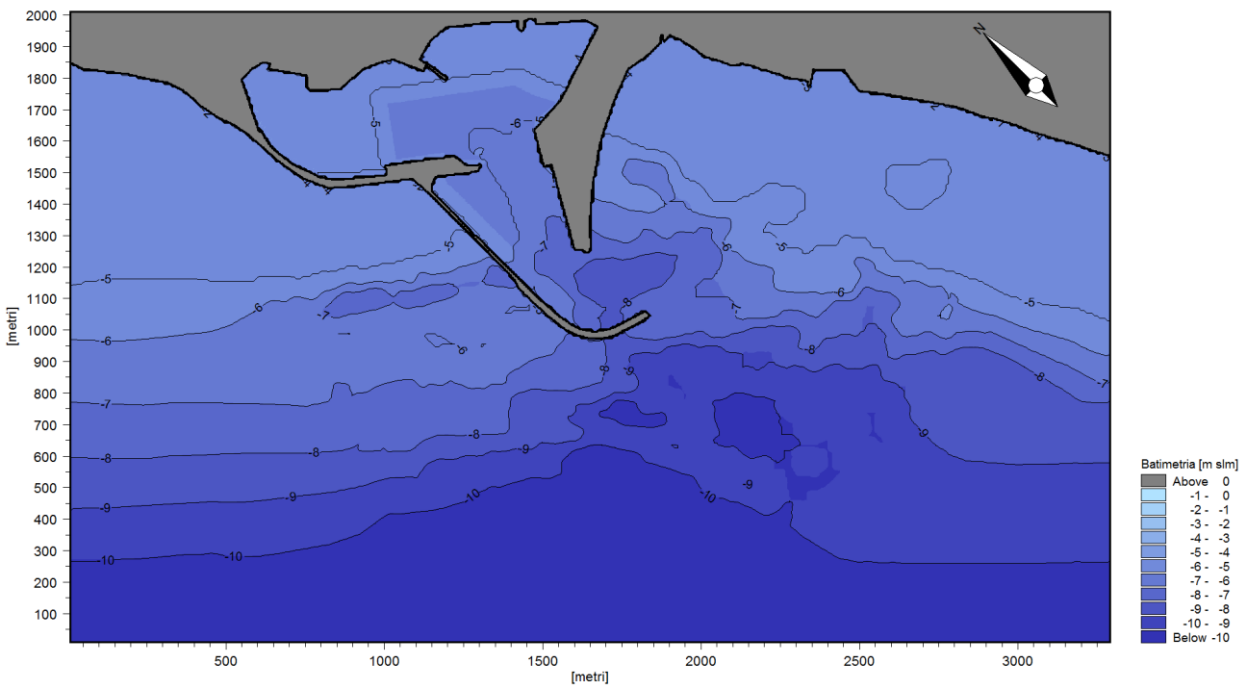
Lay-out n. 2



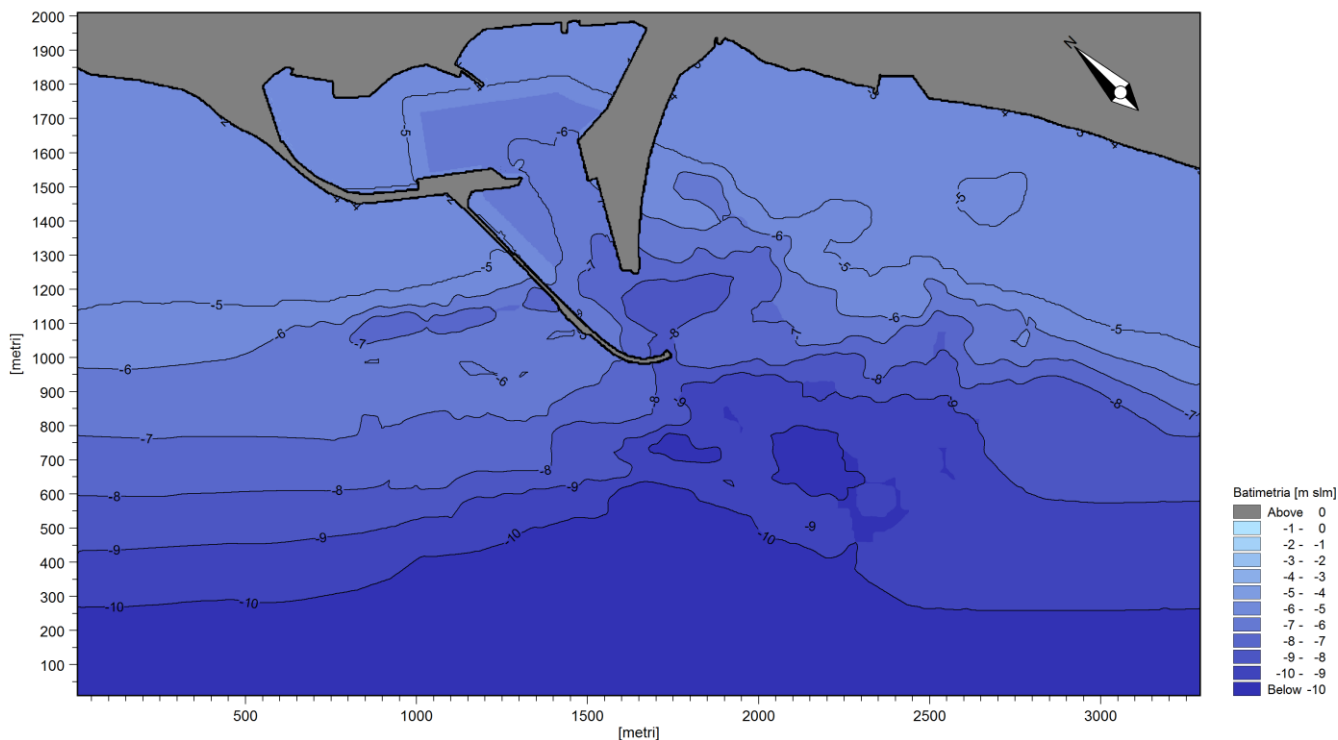
Lay-out n. 3



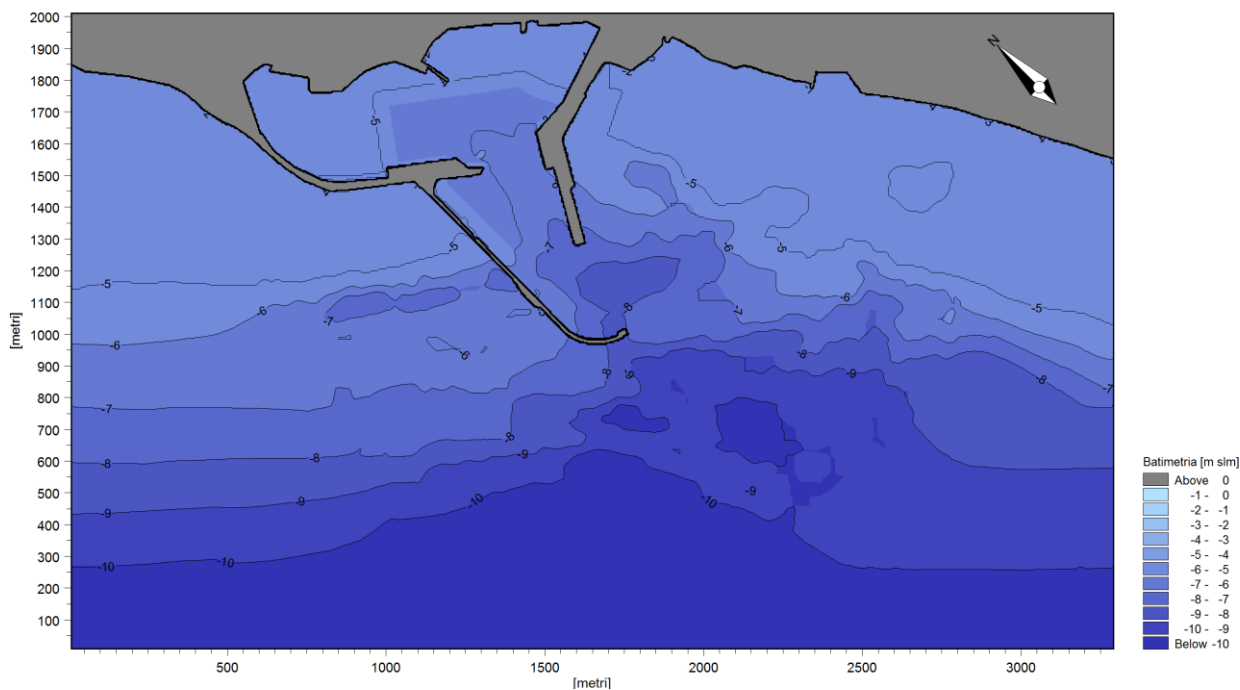
Lay-out n. 4



Lay-out n. 5



Lay-out n. 6



Lay-out n. 7

La definizione delle onde di riferimento per le simulazioni (modulo MIKE BW - DHI) è stata condotta nell'ottica di analizzare il comportamento dei layout portuali in termini di agitazione interna rispetto a diverse condizioni che, sebbene il porto in questione non rientri esclusivamente nella categoria dei porti turistici, sono state selezionate, in via preliminare, prendendo a

riferimento le indicazioni presenti nel documento "Raccomandazioni tecniche per la progettazione dei porti turistici, AIPCN-PIANC Associazione Internazionale di Navigazione (Sezione Italiana), Febbraio 2002.

In particolare sono state selezionate le seguenti condizioni:

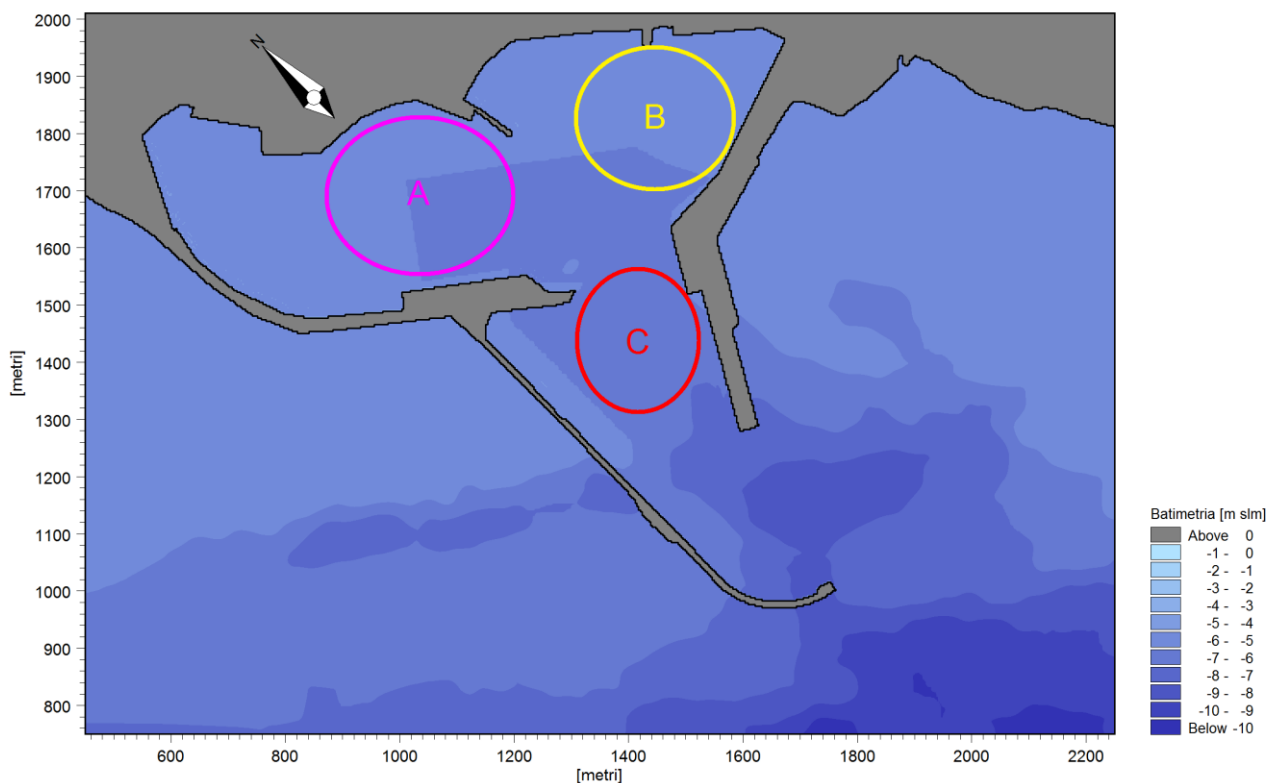
- onda con periodo di ritorno pari a 50 anni. (condizione "limite");
- onda con periodo di ritorno pari a 5 anni. (condizione "di sicurezza");
- onda ordinaria con una frequenza di 5 gg/anno. (condizione "di esercizio").

Ai fini della scelta ottimale sono stati predisposti, dapprima n. 3 lay-out portuali alternativi su cui calcolare le agitazioni interne, successivamente ulteriori n. 2 lay-out (n. 4 e n. 5) ed infine i rimanenti lay-out n. 6 e n. 7.

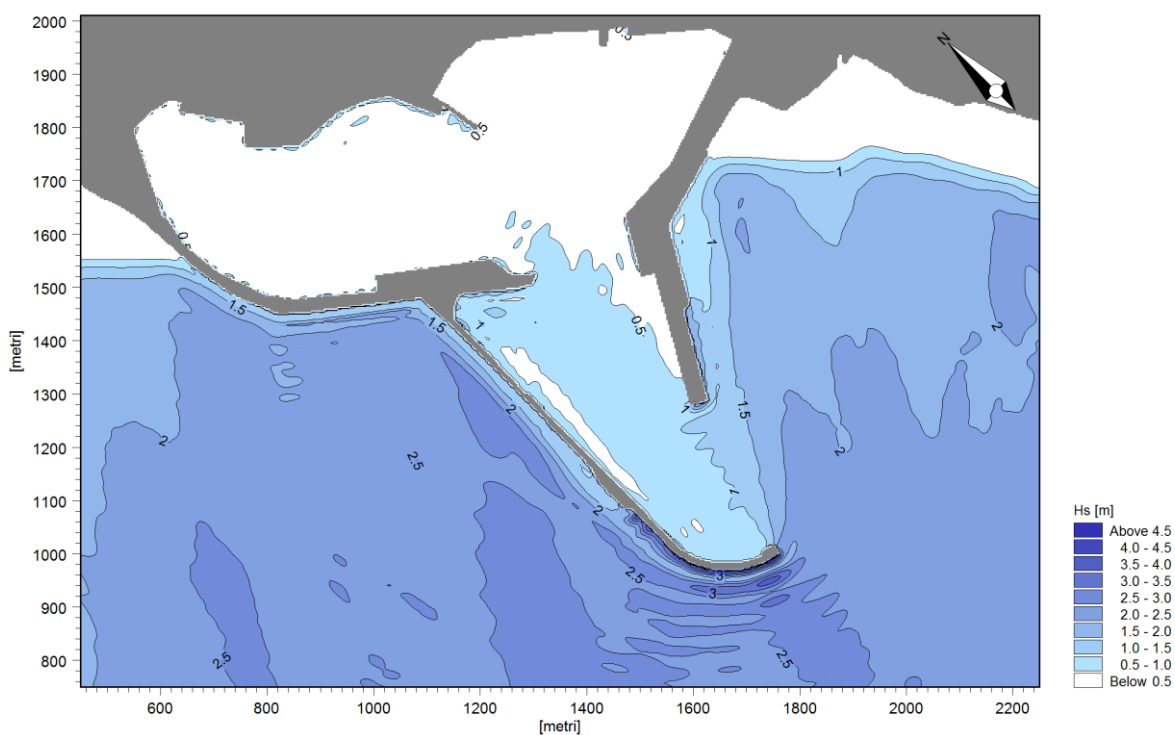
In particolare le prime alternative esaminate, n. 2 e n. 3, si riferiscono a configurazioni delle opere foranee e delle banchine commerciali che vanno in sintonia con gli obiettivi del vigente PRP che nella fattispecie prevede una congrua offerta polifunzionale di servizi e di attività, anche con una forte componente commerciale data dalla previsione di accosti operativi su fondali di - 7,00 m. s.l.m., nonché di imboccatura portuale e bacino di evoluzione adeguati al transito ed ormeggio di navi (traghetti, ro-ro, crociere ecc.) di dimensioni, stazza e pescaggio in linea con l'importanza dello scalo marittimo e con le notevoli potenzialità che può esprimere il territorio marsalese. La configurazione n. 1, invece, prende spunto dalle originarie proposte progettuali avanzate da privati nel procedimento di concessione demaniale marittima, ai sensi del DPR 509/97 come recepito dalla Regione Siciliana, per la realizzazione e gestione di un porto turistico destinato alla nautica da diporto all'interno dell'attuale bacino portuale in atto utilizzato per le attività commerciali, industriali, della cantieristica e della pesca. Evidentemente quest'ultima configurazione rappresenta, di fatto, un formale declassamento del porto in quanto consente il raggiungimento di fondali operativi massimi di - 6.00 m, s.l.m. e presenta un'imboccatura di larghezza limitata, per cui le attività commerciali andrebbero ridimensionate e consentite soltanto a navi traghetti di ridotte dimensioni, stazza e pescaggio, quindi non più in sintonia con i principi ispiratori del vigente strumento urbanistico.

In aggiunta sono state selezionate le onde con periodo di ritorno di 2 anni al solo scopo di determinare i coefficienti di disturbo ed effettuare i confronti tra le configurazioni proposte, per tutti i settori di provenienza precedentemente considerati (n. 4: 197°N – 213°N – 233°N e 250°N) e per tutte e le sette configurazioni d'indagine (layout n. 1 – layout n. 2, layout n.3, layout n.4, layout n.5, layout n.6, layout n.7), per un totale di n. 28 simulazioni.

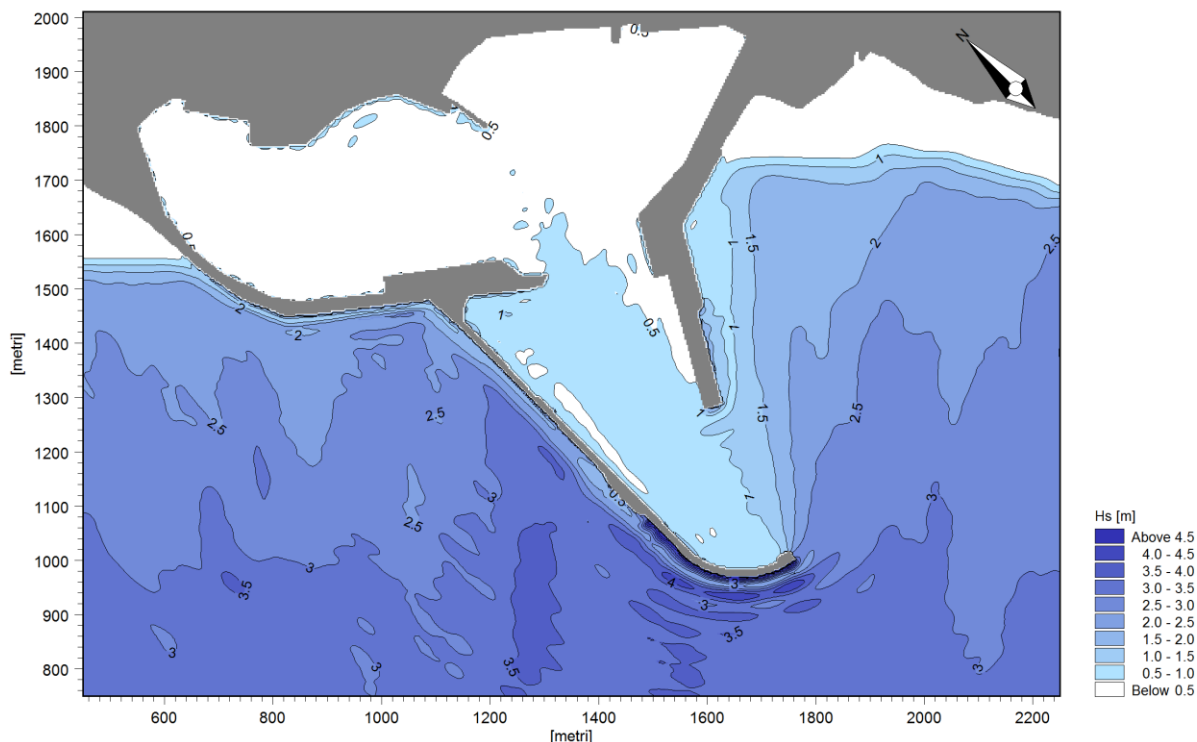
I risultati del modello utilizzato per determinare l'agitazione interna sono stati presi in corrispondenza delle banchine di ormeggio poste all'imboccatura del porto (zona "C") e delle banchine e specchi acquei interni al porto poste a ponente (Zona "A") ed a levante (Zona "B").



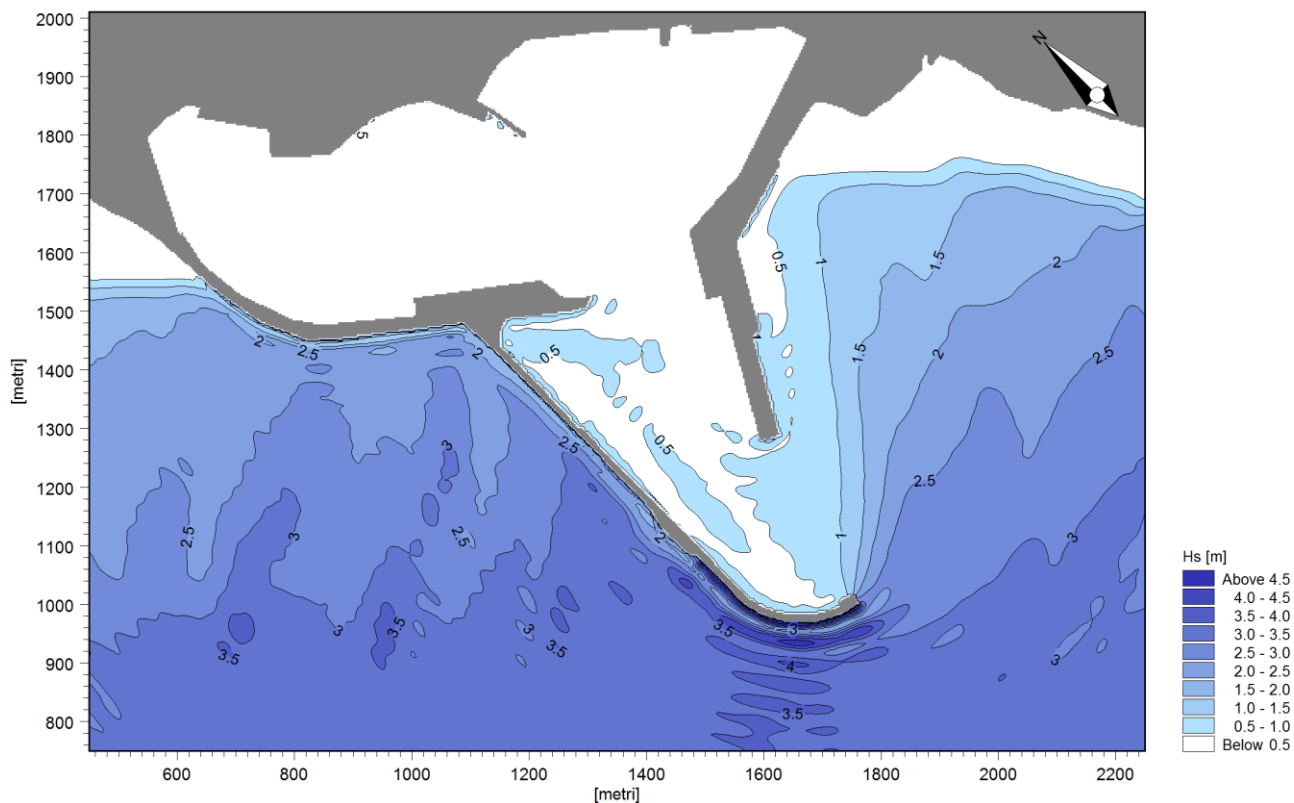
Per i soli layout n. 6 e n. 7 si è proceduto a simulare il set di onde più elevate con tempo di ritorno di 50 anni ottenendo per il lay-out n. 7 i seguenti risultati in termini di distribuzione planimetrica della altezza d'onda nell'area portuale ed in quella immediatamente prossima al porto.



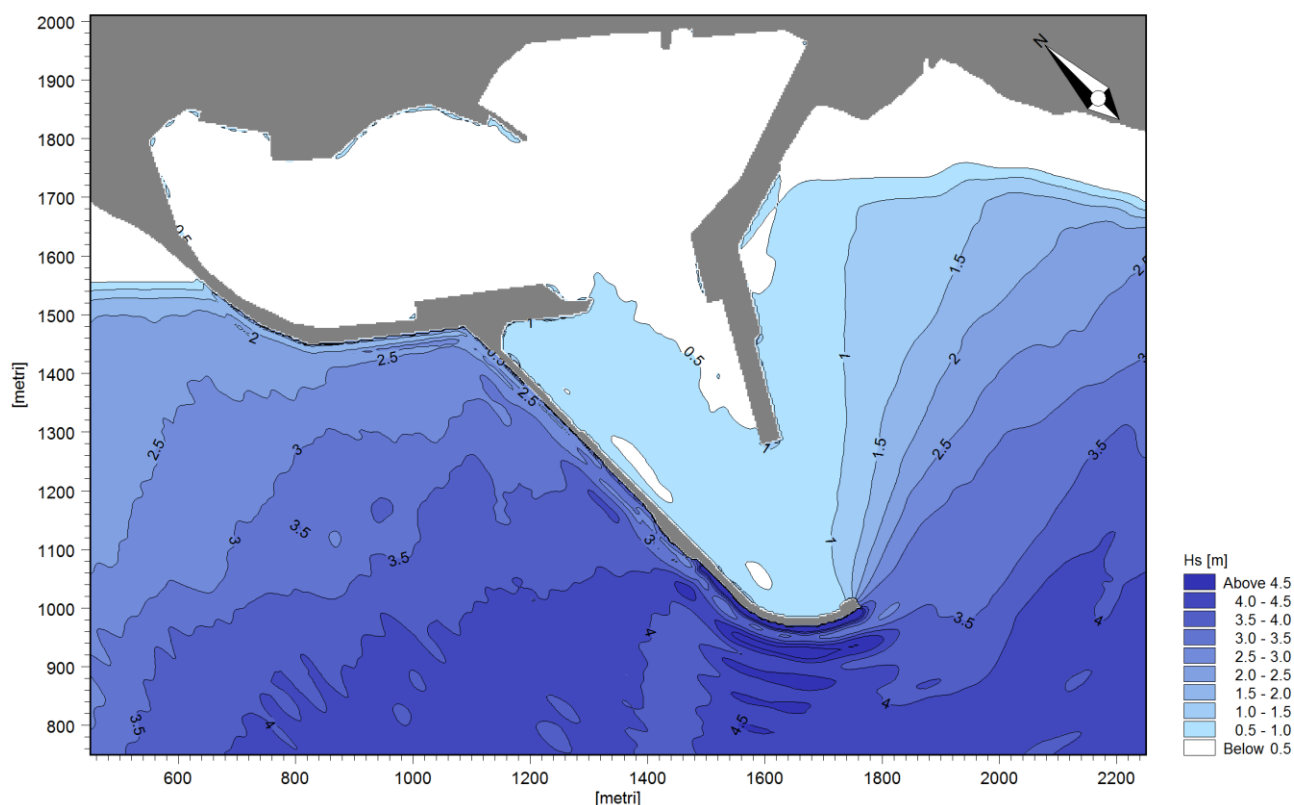
Lay-out n. 7 - Altezze d'onda significative relative a moto ondoso incidente corrispondente ad un'onda sottocosta avente direzione media 200°N.



Layout n. 7 - Altezze d'onda significative relative a moto ondoso incidente corrispondente ad un'onda sottocosta avente direzione media 215°N.



Layout n. 7 - Altezze d'onda significative relative a moto ondoso incidente corrispondente ad un'onda sottocosta avente direzione media 233°N.



Layout n. 7 - Altezze d'onda significative relative a moto ondoso incidente corrispondente ad un'onda sottocosta avente direzione media 247°N.

L'analisi dei risultati riportati nello studio allegato mostra che i layout n. 1, 3 e 4 non consentono di ottenere valori accettabili di agitazione residua all'interno del porto e che non risultano verificate nessuna delle tre condizioni del PIANC (confort, limite e sicurezza) nelle aree destinate alla nautica da diporto (A e B). Anche nelle rimanenti aree per la pesca e per cantieristica (B) e per quelle commerciali (C) i predetti layout n. 1, 3 e 4 presentano valori di agitazione residua interna del tutto incompatibili con la loro operatività in regime di sicurezza.

Soltanto i layouts n. 2, 5, 6 e 7 presentano condizioni ondose residue sostanzialmente compatibili con le condizioni operative delle varie attività portuali e quindi accettabili.

La scelta della configurazione portuale per la messa in sicurezza del porto di Marsala è caduta sul layout n. 7 che oltre ad assicurare condizioni operative in regime di sicurezza in tutte le aree portuali (presenta invero limitati livelli di superamento del moto ondoso massimo consigliato in limitate aree destinate alla nautica da diporto ed alla pesca, A e B, per alcune condizioni ondose, ritenute comunque accettabili), rende congruenti le due iniziative (pubblica e privata) e consente di minimizzare le "compensazioni" per la "prateria di posidonia oceanica" direttamente compromessa dall'opera in progetto o che indirettamente interferisce con la stessa.

Si evidenzia al riguardo che le opere previste nel progetto dell'iniziativa privata della M.Y.R. (riconversione delle aree portuali interne a porto turistico e spostamento nella zona B delle attività di supporto alla pesca ed alla cantieristica), specificatamente quelle previste nella zona di levante (banchine commerciali), si possono configurare come uno stralcio del presente progetto a

condizione che vengano rispettate le medesime quote operative dei fondali di - 7.00 m, mentre la relativa esecuzione si ritiene subordinata alla preventiva approvazione del progetto dei lavori pubblici di messa in sicurezza del porto.

Rispetto alla pianificazione esistente, la proposta progettuale propone una diversa zonizzazione con raggruppamento attorno al molo di levante di tutte le attività commerciali, infatti i piazzali portuali previsti da piano regolatore a ridosso del molo di ponente, vengono tutti spostati a levante, dove vengono realizzati tre banchine per attracchi tipo "Ro-Ro" e "cargo": due da 120 m ed una da 255 m (per 2 ormeggi per navi da 140 m e 90 m); a ridosso viene realizzato un ampio piazzale. Tale soluzione consente di ottenere n. 4 ormeggi per navi della lunghezza massima di 140 m e localizzare il traffico dei mezzi pesanti solo nell'area di levante, lasciando la possibilità di spostare il traffico portuale turistico e crocieristico a ponente, più a ridosso della Città. Complessivamente saranno realizzati 518 m di nuove banchine.

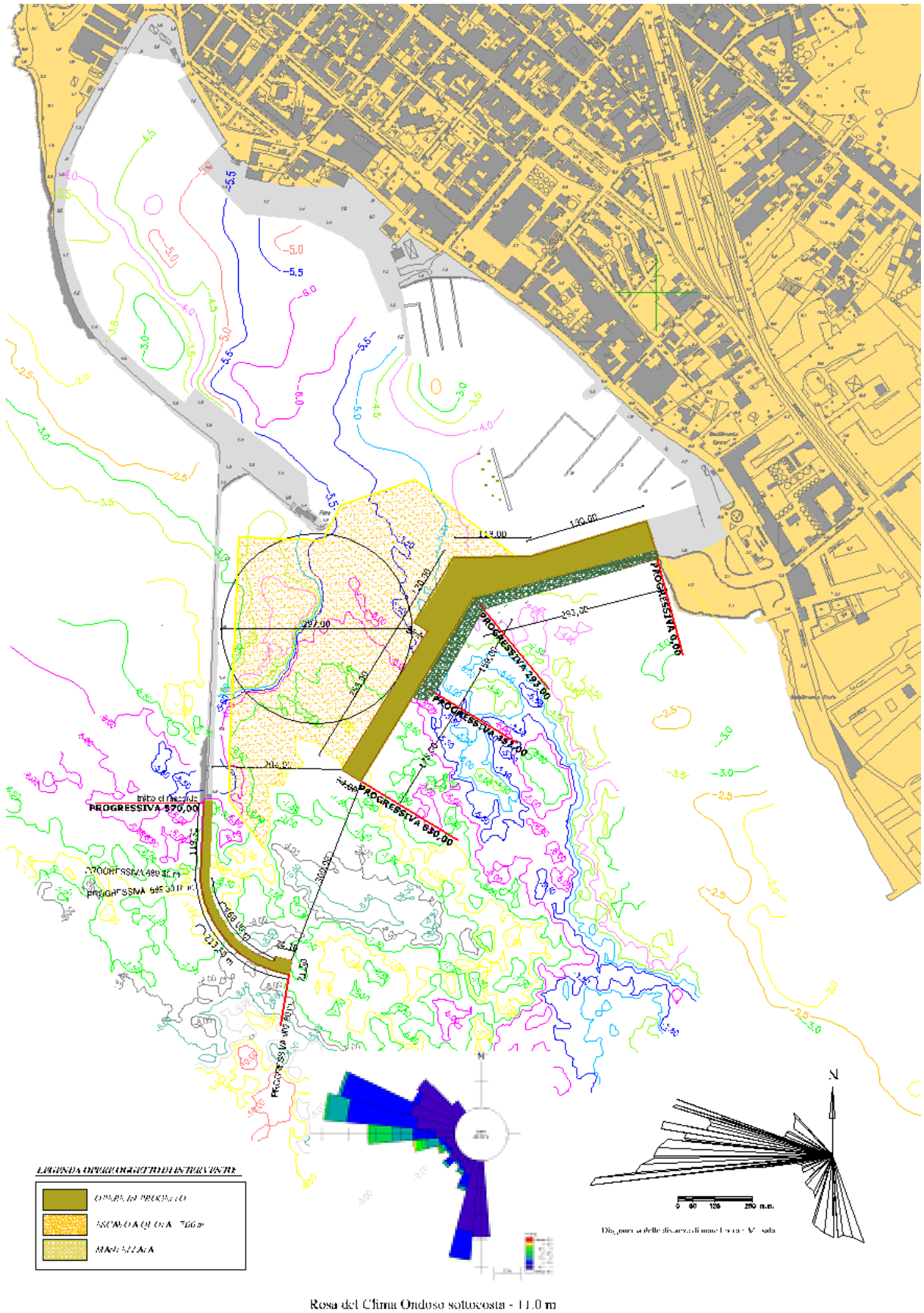
Rispetto al piano regolatore vigente, viene abbandonata la soluzione di una diga foranea isolata a protezione dalle mareggiate provenienti da Scirocco. Infatti, tale soluzione, in relazione agli studi meteo marini effettuati, si è dimostrata poco efficace, per la protezione dello specchio acqueo, per cui si è optato per un molo foraneo a prolungamento dell'esistente.

La soluzione garantisce ampi spazi di manovra con un'imboccatura di oltre 200 m nel punto di maggiore restringimento. Inoltre la soluzione permette di attestare l'opera foranea su fondali di circa 8 metri.

Riassumendo, l'intervento, per grandi numeri, può sintetizzarsi nella seguente tabella:

1	Nuove banchine realizzate	m 518
2	Nuovi piazzali	m ² 28.000
3	Molo foraneo sopraflutto	m 332,80
4	Molo sottoflutto	m 630

Di seguito si riporta la planimetria generale dell'intervento proposto per la massa in sicurezza del porto di Marsala e quella planimetria di dettaglio.



Planimetria Generale dell'intervento di messa in sicurezza del porto

Descrizione delle opere

Il progetto prevede tutte le opere per la messa in sicurezza del porto di Marsala, come di seguito sinteticamente riportato.

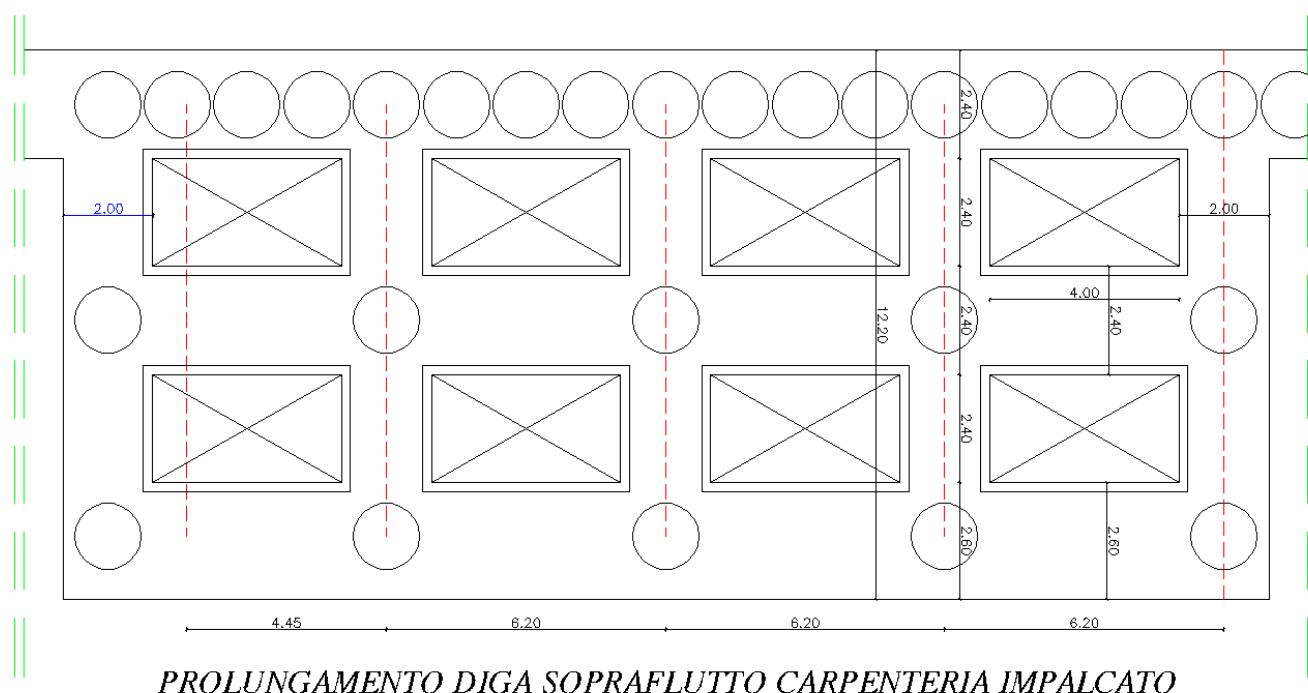
1. Prolungamento molo di sopraflutto (332,80 m.)

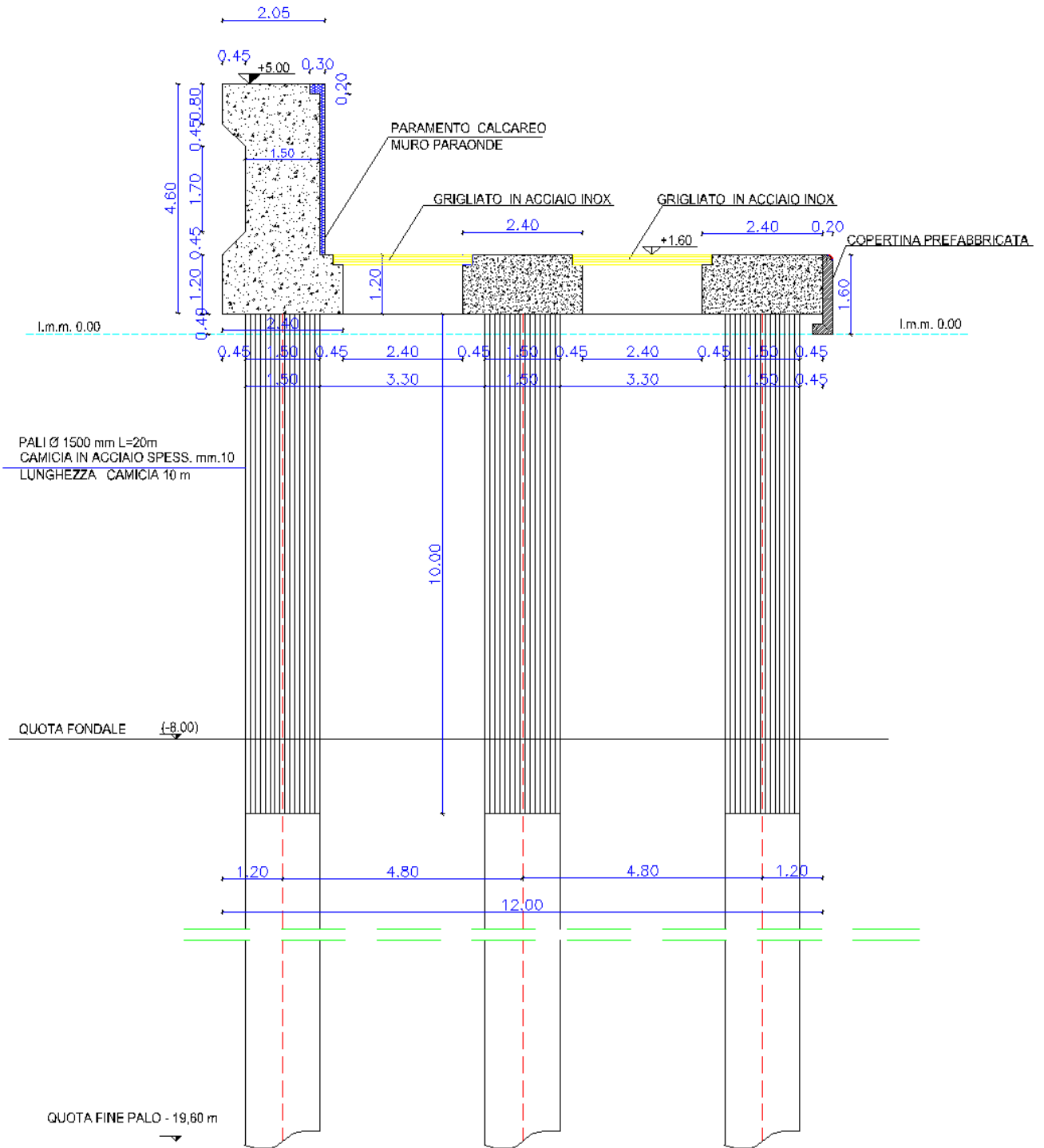
La scelta progettuale è andata su una tipologia costituita da impalcato su pali di grande diametro 1,5 m di lunghezza pari a 20 m, con parete verticale esterna a pali accostati che si ammortano su un fondale di circa -8,00 m.

I pali sono sormontati da un graticcio di travi in conglomerato cementizio armato, delle dimensioni di 1,20 x 2,40 m avente maglia regolare con interasse di 6,20 m in senso longitudinale e 4,80 m in senso trasversale. I pali saranno incamiciati per una lunghezza di 10,00 m con lamiera dello spessore di 10 mm di acciaio tipo S 355 JP. Il graticcio di travi genera dei campi rettangolari di dimensioni di 2,40 x 4,00 m su cui sarà posizionato un grigliato metallico che permetterà alla luce di filtrare limitando gli impatti sulla sottostante prateria di posidonia.

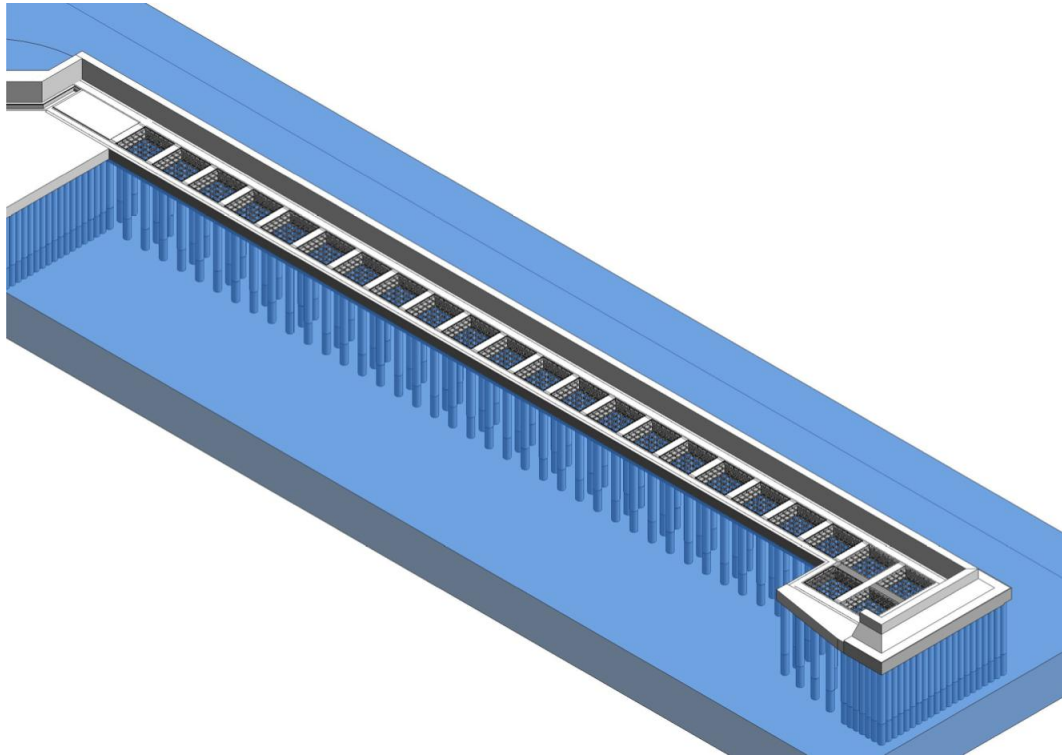
La diga foranea da realizzare in prolungamento di quella esistente avrà lunghezza complessiva di 332,80 m oltre un tratto iniziale di raccordo di circa 10 m. In particolare è previsto un primo tratto di 119,30 m in direzione Sud, in prolungamento del molo esistente, ed un tratto curvilineo avente sviluppo complessivo di 213,50 m. In testata è previsto un allargamento della sezione trasversale in modo da potere consentire l'inversione di marcia ai veicoli transitanti sul molo.

Per l'opera di prolungamento della diga foranea, ritenuta più importante dal punto di vista strutturale – geotecnico, di seguito si riportano le sezioni e le assonometrie significative.

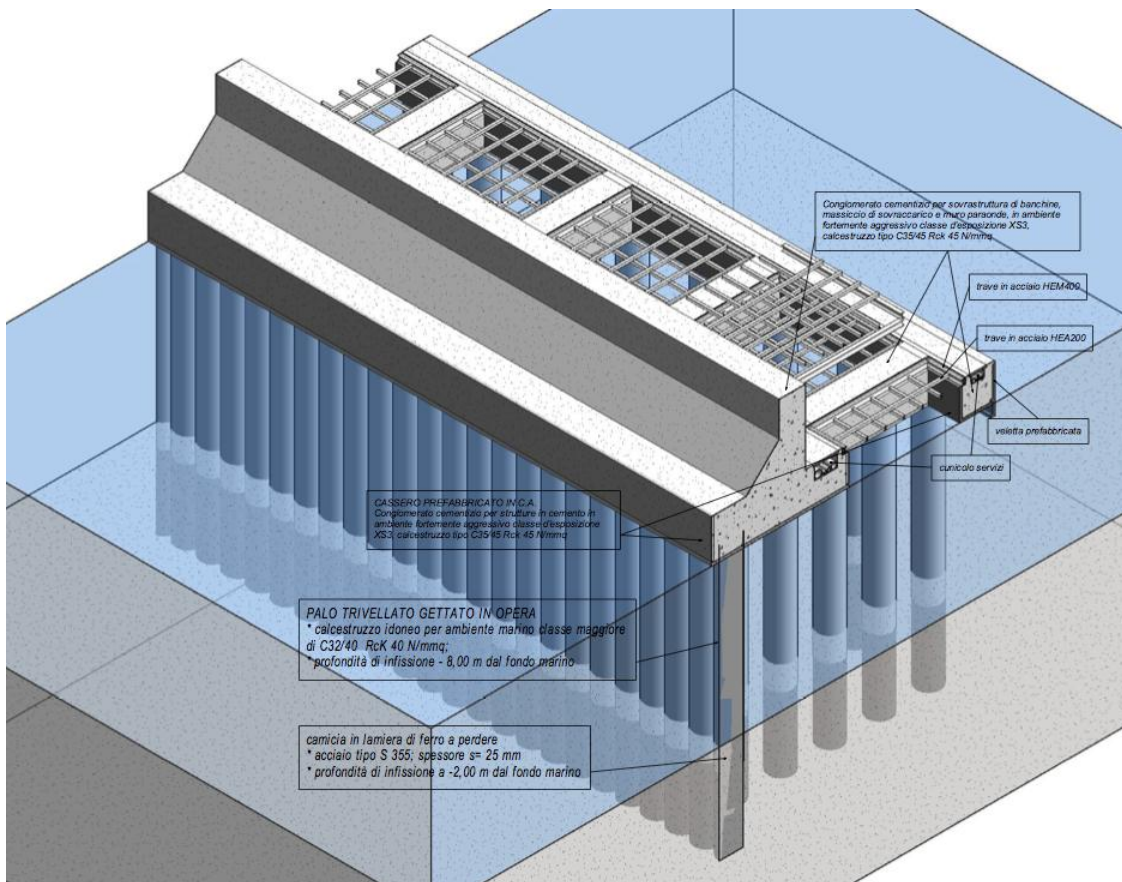




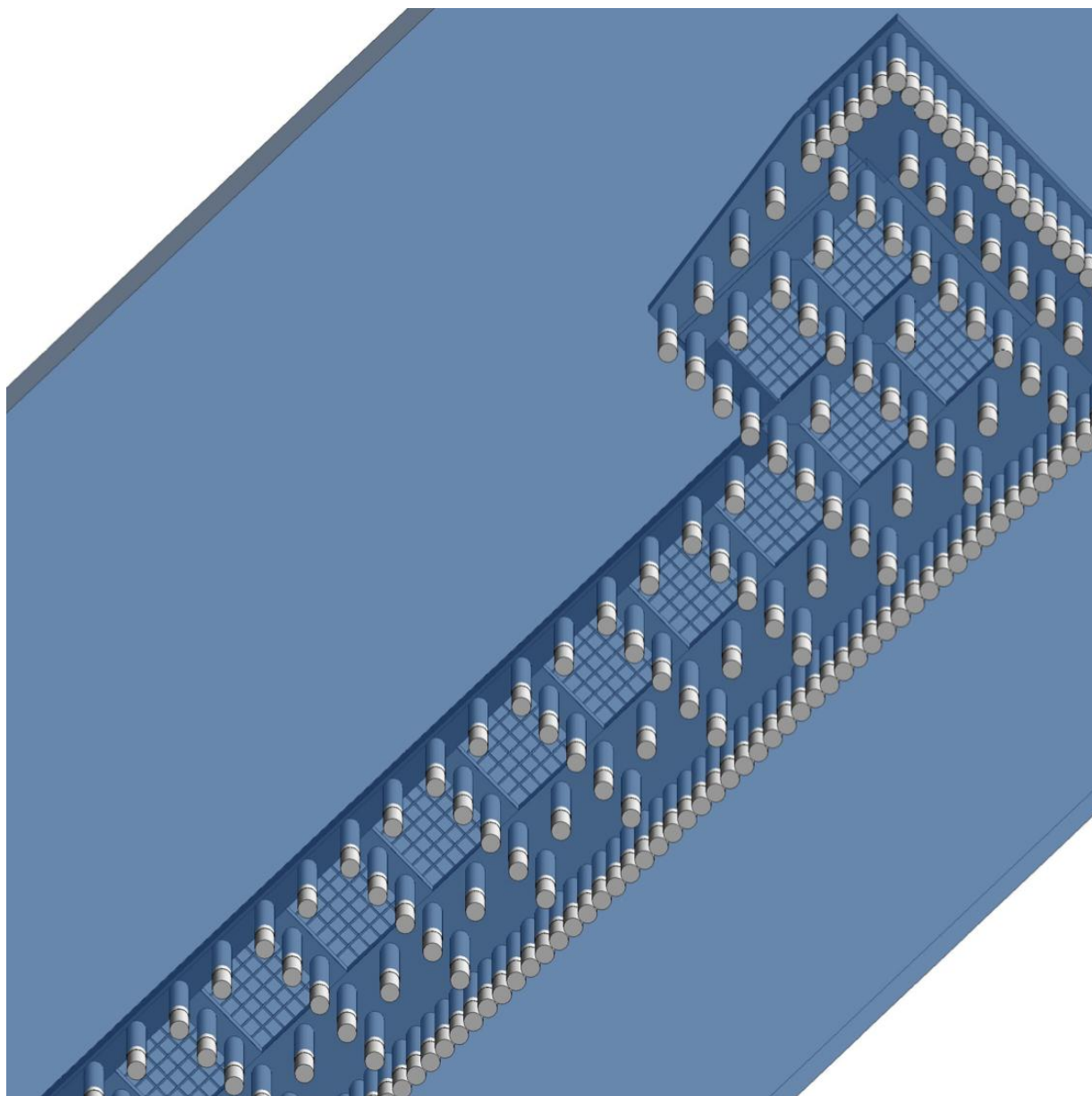
SEZ. TIPO TRASVERSALE MOLO SOPRAFLUTTO



Prolungamento Diga Sopraflutto – Vista Assonometrica dall’imboccatura portuale.



Prolungamento Diga Sopraflutto – Vista Assonometrica parziale dall’esterno



Prolungamento Diga Sopraflutto – Vista Assonometrica dal basso.

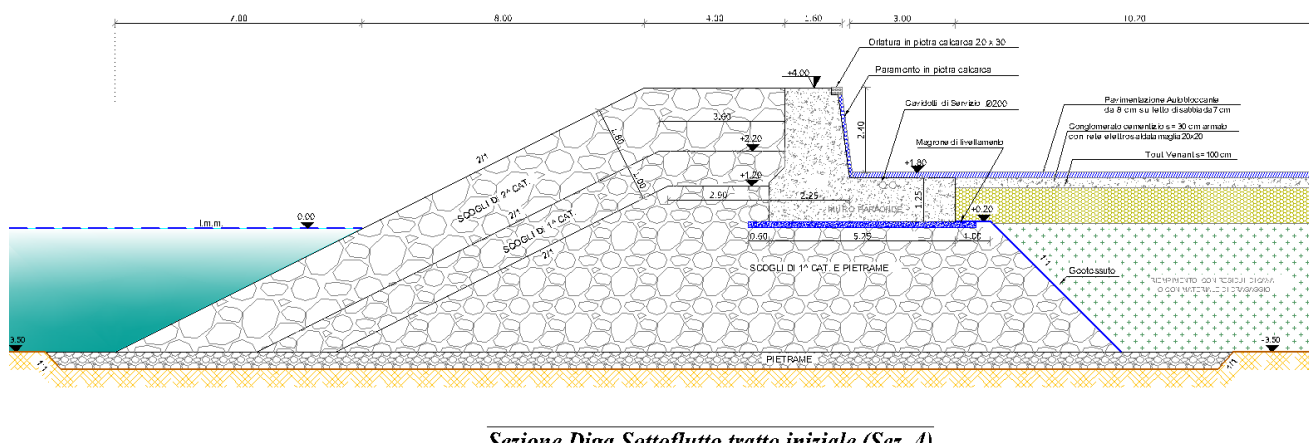
Tutte le opere sono state regolarmente verificate sotto l'aspetto marittimo, geotecnico e strutturale ed ai relativi elaborati si rimanda per gli aspetti di dettaglio.

2. Costruzione del molo di sottoflutto dalla prog. m. 00,00 alla prog. 630,00 m per uno sviluppo di 630,00 m

Il molo di sottoflutto, sulla base dei risultati degli studi idraulico marittimi nonché delle indagini biocenotiche prodotte dalla Biosurvey, è stato ridotto nella dimensione trasversale ed avrà larghezza di 58,40 m in radice e 33,40 m nel tratto terminale, mentre la lunghezza complessiva sarà di 630 m. Esso sarà realizzato con tre diverse tipologie elaborate sulla base dell'azione del moto ondoso incidente che, evidentemente, sui bassi fondali si presenta di minore intensità.

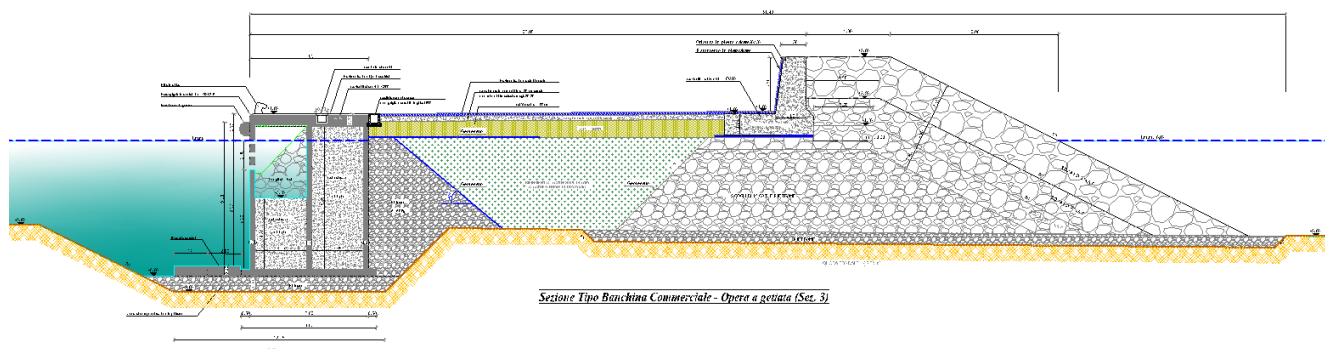
La prima tipologia, del tipo "a gettata" si estende fino ad una profondità media di circa -4,00 m, Porto di Marsala * Opere di Messa in Sicurezza - Rev. Maggio 2013 – Alternativa Progetto Definitivo

per una lunghezza di 293,00 m. In tale primo tratto la mantellata è realizzata con scogli naturali di 2^a categoria, avrà spessore 1,80 m, pendenza 2/1 e berma posta alla quota di + 4,00 m, delle dimensioni di 4,00 m. Lo strato di transizione o strato filtro avrà spessore 1,00 m e sarà realizzato con scogli di 1^a categoria; mentre il nucleo è sempre previsto con scogli di 1^a categoria e pietrame nella percentuale rispettiva del 50%. Il muro paraonde avrà altezza dal livello medio mare di 4,0 m e forma trapezia con dimensione in testa di m 1,70 ed alla base di 1,90 m. Il massiccio ha larghezza di 5,00 m e spessore di 1,25 m. Il muro è previsto rivestito in pietra naturale locale.



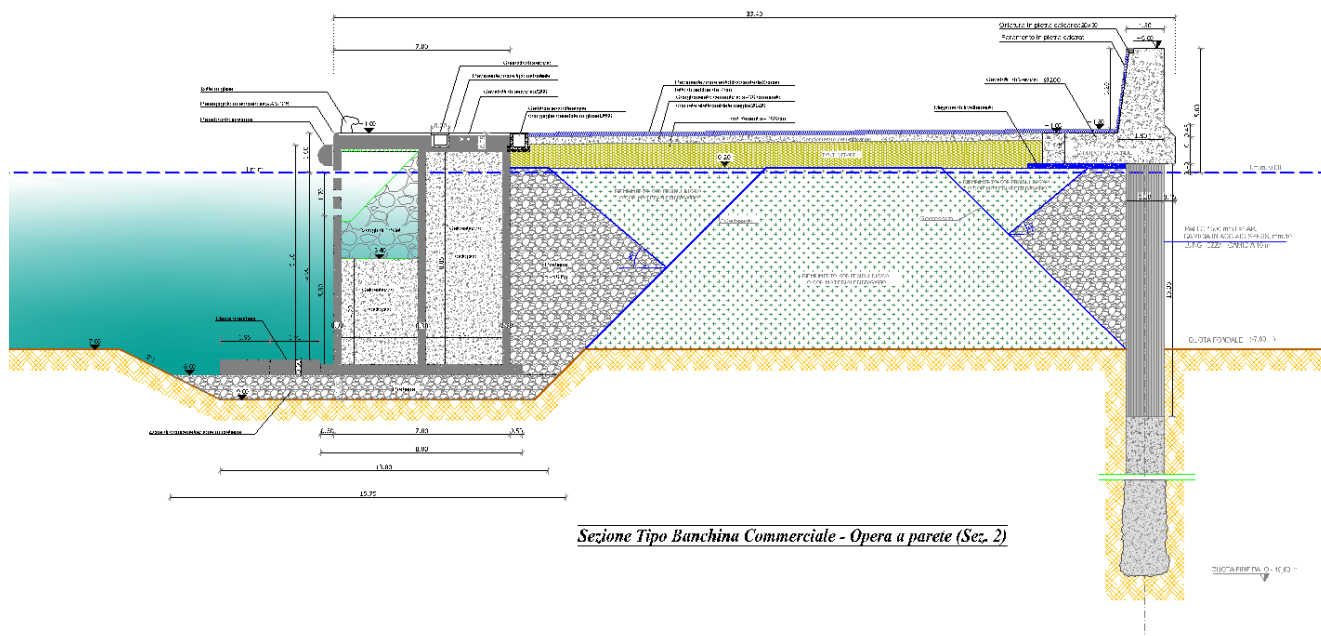
Sezione Diga Sottoflutto tratto iniziale (Sez. 4)

Oltre la progressiva 293,00 m, per una lunghezza di 159 m, la mantellata dell'opera a gettata è realizzata con scogli naturali di 3^a categoria, spessore 2,50 m, pendenza 2/1 e berma posta alla quota di + 5,00 m delle dimensioni di 5,00 m. Sono previsti due strati filtro: un primo dello spessore di 1,60 m realizzato con scogli di 2^a categoria; un secondo dello spessore di 1,40 m con scogli di 1^a categoria. Il nucleo è sempre previsto con scogli di 1^a categoria e pietrame nella medesima percentuale del 50%. Il muro paraonde avrà altezza di 5,00 m, l.m.m. e forma trapezia con larghezza in testa di 1,50 m ed alla base di 1,80 m. Il massiccio ha larghezza di 7,00 m e spessore di 1,25 m. Il muro è previsto rivestito in pietra naturale.



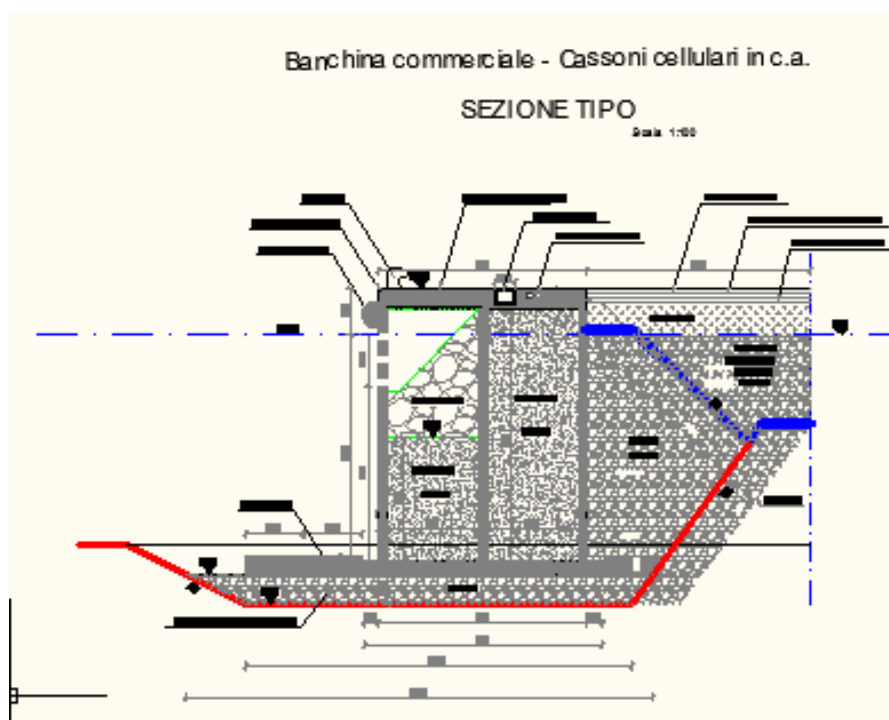
Sezione Tipo Banchina Commerciale - Opera a gettata (Sez. 3)

Nell'ultimo tratto fino alla quota progressiva 630,00 m la difesa dall'azione del moto ondoso è garantita da una tura di pali del diametro di 1.500 mm sormontata da un muro paraonde di forma trapezoidale avente medesime dimensioni del tratto precedente.



3. Piazzali portuali – banchine – escavazione – colmata

A tergo del molo sottoflutto sarà realizzata la nuova banchina commerciale con fondali operativi di 7,00 m. La banchina sarà realizzata con cassoni cellulari di altezza 9,10 m, base 7,00 m, oltre le ali di 1,00 m ciascuna. Lo spessore del solettone è previsto da 0,80 m. La banchina avrà caratteristiche di antiriflettenza grazie alle previste forature nella cella anteriore. Le celle saranno riempite con calcestruzzo ciclopico ed in quella anteriore saranno collocati scogli di 1^a categoria a partire dalla quota - 3,40 dal l.m.m. In posizione antistante alla banchina saranno collocati massi guardiani al fine di evitare lo scalzamento al piede per effetto delle eliche delle imbarcazioni.



Le aree antistanti le nuove banchine ed il passo portuale saranno dragate alla profondità di – 7,00 m. I materiali di risulta del dragaggio (circa 172.000 m³), unitamente a quelli provenienti dallo scavo del cunettone d'imbasamento dei cassoni di banchina (circa 34.000 m³) ed al materiale proveniente dalla trivellazione dei pali (circa 11.000 m³), per un totale di 217.000 m³, saranno utilizzati a formazione del piazzale delimitato dalle nuove banchine e dal molo sottoflutto (circa 73.000 m³), mentre la rimanenza dei sedimenti, pari a 144.000 m³, saranno conferiti nell'area di colmata di C.da Casabianca che ne può contenere circa 148.000 m³.

Relativamente al dragaggio dei fondali fino alla profondità di – 7,00 m si riferisce che le aree interessate e le quantificazioni dei volumi hanno tenuto conto dell'ultimo rilievo batimetrico effettuato nel marzo 2013 da Boisurvey che ha evidenziato uno spostamento verso l'esterno, nella zona dell'attuale avamposto, della batimetrica dei – 7,00m. Quanto sopra denota una tendenza continua all'insabbiamento dell'avamposto e del bacino portuale ed ha comportato la necessità di ridurre le aree di dragaggio a circa 116.600 m² ed i volumi a 172.000 m³.

I piazzali destinati all'attività commerciale avranno un'estensione di circa 28.000 m² e saranno realizzati completi di tutti i necessari impianti: illuminazione, antincendio, trattamento acque di prima pioggia. La soluzione adottata consente di ricavare ampi spazia a terra a ridosso del molo sottoflutto e delle nuove banchine di levante. La superficie del nuovo piazzale si ritiene in grado di garantire le attività commerciali sulle nuove banchine. Le banchine a levante avranno una lunghezza complessiva di 518 m, oltre quelle esistenti.

Completeranno le strutture portuali gli arredi di banchina quali parabordi, anelloni, bitte e scalette.

4. Impianti

Ai fini della funzionalità delle opere sono stati previsti i seguenti impianti: antincendio, trattamento acque di prima pioggia, illuminazione.

a) Impianto antincendio

Nella considerazione che nei piazzali di imbarco potranno essere presenti autotreni/automezzi con carichi infiammabili, inclusi quelli adibiti al trasporto di carburante, l'orientamento progettuale è ricaduto sul rischio elevato: aree di livello 3; il che anche a vantaggio di sicurezza.

A protezione del piazzale d'imbarco e delle banchine di approdo è stato previsto un impianto antincendio del tipo ad idranti UNI 70, sia a colonna che sottosuolo, di tipo regolamentare a Norma UNI 10779; gli idranti saranno installati ad una distanza tra loro di circa 40 m.

Nel caso di rischio di livello 3 la norma UNI 10779 sopra richiamata prevede una protezione antincendio esterna costituita da n. 6 idranti UNI 70 con portata di 300 litri/minuto cad. e pressione residua non minore di 0,4 MPa, con un periodo minimo di erogazione di 120 min.; dato che la riserva idrica necessaria a garantire la durata di funzionamento è il mare (quindi fonte inesauribile) questo ultimo requisito è ampiamente rispettato.

Il dimensionamento dell'impianto è stato eseguito considerando la condizione più gravosa e quindi con nr. 6 attacchi UNI 70 contemporaneamente operativi.

La portata del gruppo di pressurizzazione risulta di: nr. 6 idranti x 300 litri/minuto \approx 108 m³/h

Il gruppo di pressurizzazione ad avvio automatico, comandato dalla caduta di pressione sarà costruito secondo la norma UNI 12845. Il gruppo, con installazione soprabattente, sarà costituito da una elettropompa, una motopompa e da una elettropompa pilota; il gruppo sarà costruito con materiali compatibili all'ambiente di installazione e cioè in presenza di acqua di mare.

L'opera di presa mare e la camera di aspirazione saranno costruite in conformità della norma UNI 12845.

b) Impianto trattamento acque di prima pioggia

Ai fini del trattamento delle acque di prima pioggia è previsto un apposito impianto, il cui dimensionamento è stato eseguito secondo quanto indicato dalla norma UNI EN 858-2:2004, che costituisce una guida per la scelta delle dimensioni nominali, nonché per l'installazione, l'esercizio e la manutenzione di impianti di separazione fabbricati in conformità alla norma UNI EN 858-1:2005.

La tipologia dell'impianto di depurazione, per tali sostanze, è costituito da un dissabbiatore e da un separatore di oli, quest'ultimo munito di un filtro a coalescenza.

La funzione del filtro a coalescenza è quella di separare le microparticelle di olio che non si scindono dall'acqua per semplice flottazione, aumentando di conseguenza il rendimento di separazione; ciò permette di ottenere rendimenti di separazione superiori al 97%.

Le acque raccolte dal canale insistente nelle aree di deflusso, confluiranno in un collettore principale che si immetterà in un pozzetto scolmatore che separerà le acque di prima pioggia dalle rimanenti, che verranno avviate direttamente al recapito finale, ovvero nello specchio acqueo esterno al molo di levante.

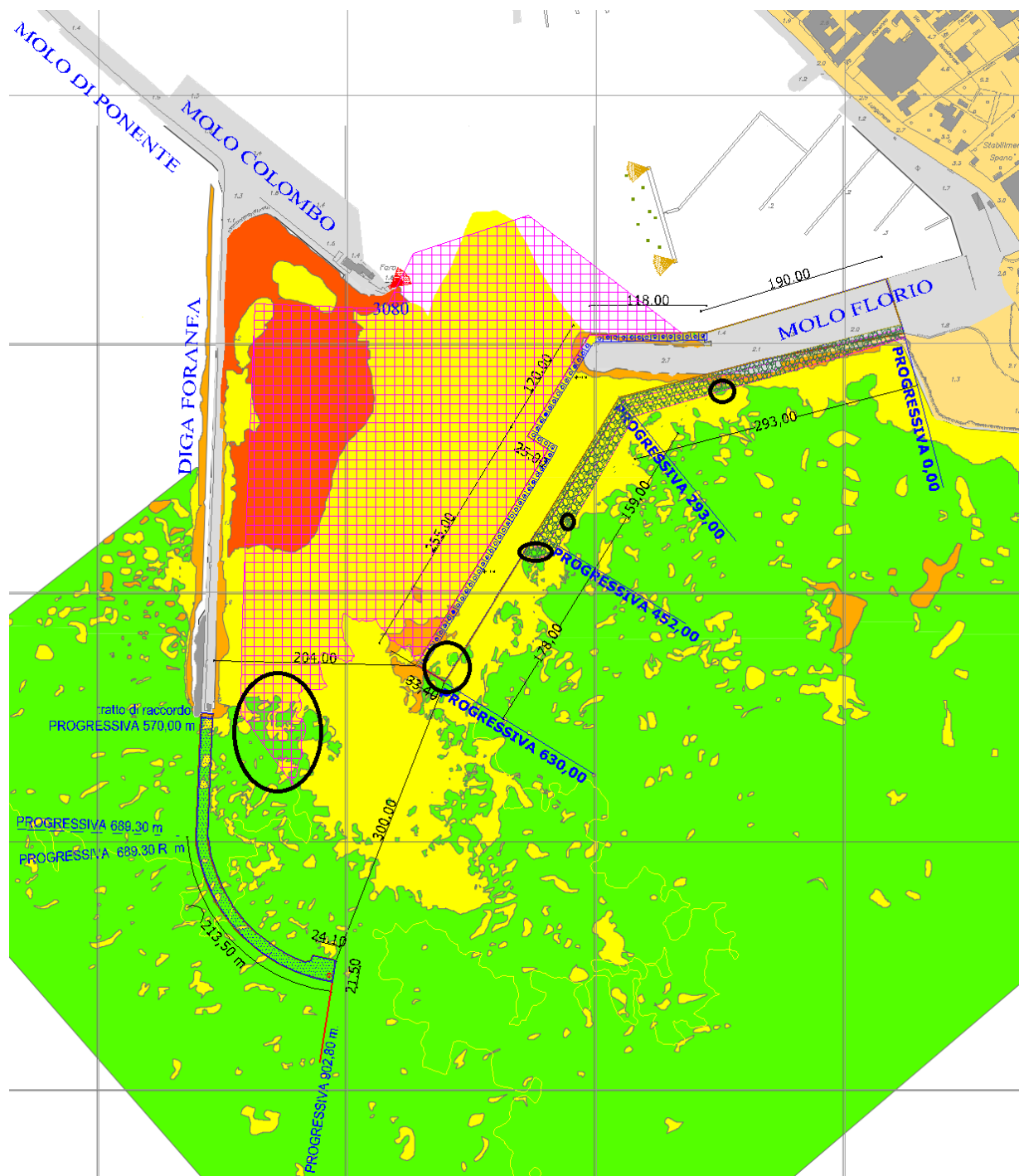
L'impianto sarà costituito da una batteria di vasche in c.a. poste in serie ed assolvono alle varie funzioni.

5. Impatti sulla biocenosi

La nuova soluzione alternativa di secondo aggiornamento tecnico dell'originario progetto definitivo (Revisione Maggio 2013) prevede un impatto diretto con una occupazione e perdita di soli 912m² di prateria di P. oceanica, rispettivamente 512m² sul prolungamento del molo di sopraflutto e 391m² sul sottoflutto. Presenta altresì un impatto di provvisoria perdita di circa 2.147 m² di posidonia nella parte interna dell'imboccatura portuale per effetto delle opere di dragaggio per assicurare fondali operativi di - 7.00m. Tale ultima perdita, in sintonia con quanto accaduto negli anni scorsi, si ritiene di tipo provvisorio stante l'avanzamento nel tempo del limite

inferiore della prateria che ha già ricolonizzato larga parte dei fondali dove negli anni 90 e 2000 sono state effettuate campagne consistenti di dragaggio fino a fondali di $- 8.00\text{m}$ fin oltre l'attuale imboccatura portuale.

La figura seguente evidenzia in nero la perdita di posidonia sul molo sottoflutti (391 m^2) e quella provvisoria nell'imboccatura per effetto del dragaggio (2.147 m^2). Sul prolungamento della diga sopraflutto l'impatto con perdita di posidonia è rappresentato dal numero complessivo di pali che ricadono sulla stessa e cioè $n. 290\text{ pali} \times 1,76\text{ m}^2 = 512\text{ m}^2$. Per maggiori dettagli si rimanda alle tavole di progetto.



La nuova soluzione ha quindi consentito di minimizzare gli impatti sulla posidonia oceanica sia per la realizzazione delle opere foranee sia per l'escavazione del passo portuale. Eventuali opere di compensazione potranno essere concordate con l'Amministrazione preposta al rilascio delle autorizzazioni ambientali.

ULTERIORI VERIFICHE CONDOTTE

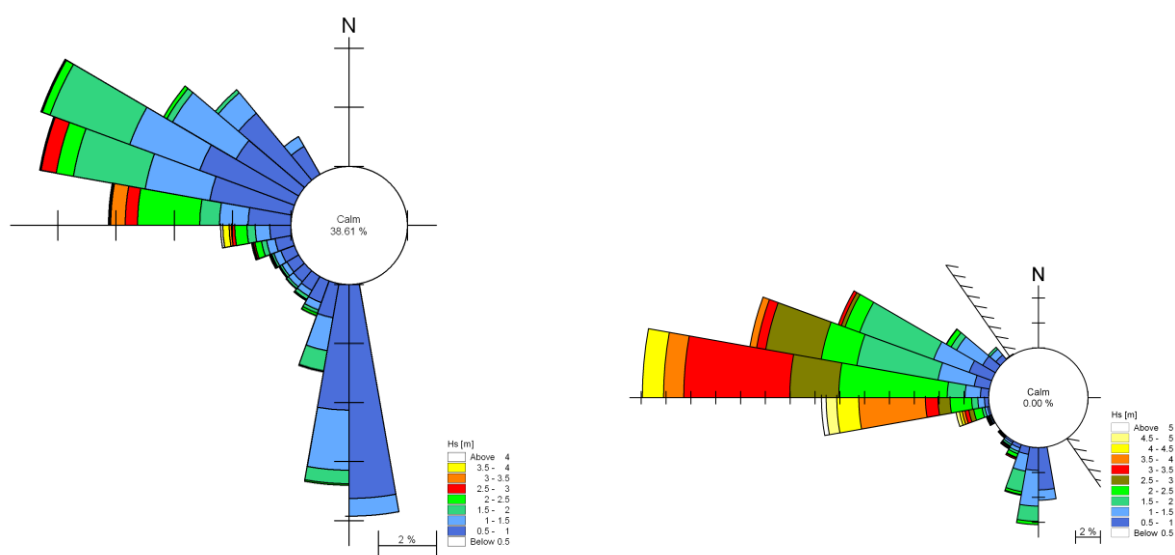
Per la configurazione portuale originariamente scelta (layout n. 5), sono stati indagati gli effetti delle nuove opere foranee sul litorale.

Nella redazione della presente alternativa progettuale (layout n. 7) non si è proceduto all'aggiornamento dello studio idrodinamico (campo di corrente e campo di trasporto) nella considerazione che le modifiche apportate non hanno alcuna incidenza sulle tendenze evolutive del litorale indagate per la configurazione precedente, raggiungendo le opere foranee pressoché le medesime quote di fondale.

Lo studio è stato affrontato mediante l'accoppiamento di tre moduli "Flexible Mesh" del DHI: il MIKE 21 SW per quanto riguarda la determinazione dei campi di radiation stress generati dalle onde, il MIKE 21 HD FM per la simulazione dei campi di corrente generati dai radiation stress ed il MIKE 21 ST FM per la individuazione del trasporto solido a partire dalla distribuzione di velocità delle correnti. Tali codici di calcolo possono effettuare la simulazione in modalità accoppiata, influenzandosi pertanto vicendevolmente.

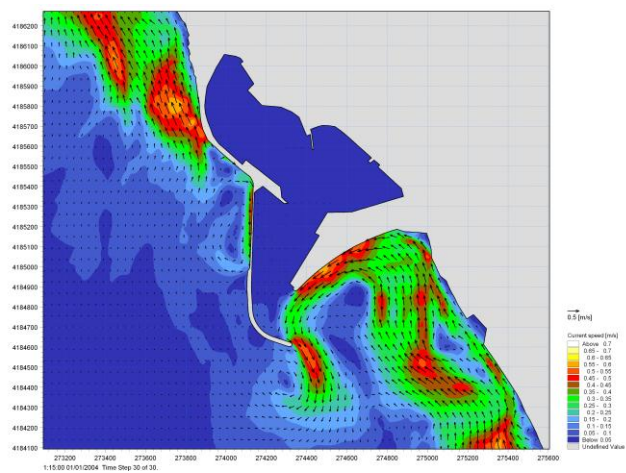
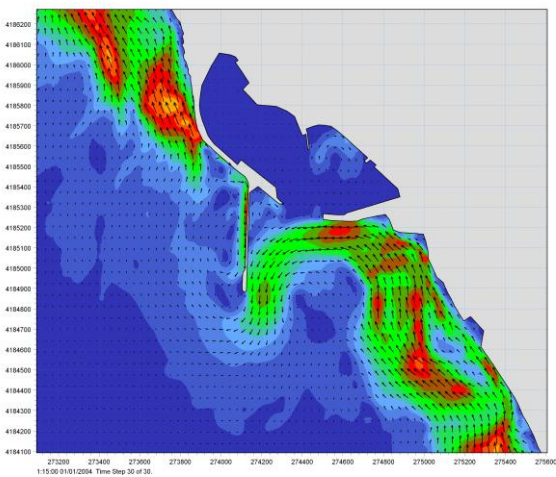
L'analisi è stata effettuata per quattro scenari, caratterizzati da diverse direzioni di provenienza dell'onda e altezze della stessa, rappresentative del clima medio annuo.

Preventivamente, si è provveduto ad estrarre il clima ondoso in n. 2 punti, posti antistante al porto, a nord ed a sud, su fondali di - 15m, s.l.m.m. di cui nelle figure seguenti si forniscono la "rosa del clima ondoso" e la "rosa del clima ondoso ai fini trasporto" e le onde significative rappresentative dell'intero clima ondoso.

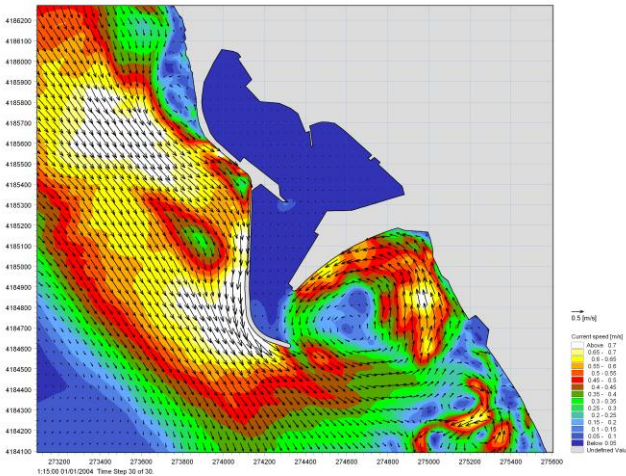
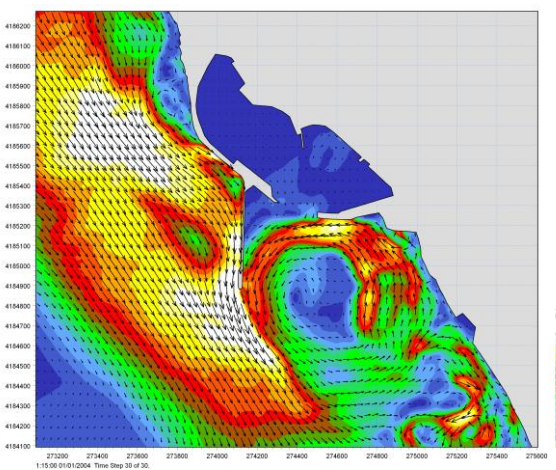


No.	Hs [m]	Dir [° N]	Tm [s]	Tp [s]	Occ. [%]	Peso [%]
1	0.98	186	3.7	4.4	19.088	11.678
2	1.93	194	5.4	6.5	2.225	5.596
3	1.66	286	4.7	5.7	36.154	48.606
4	3.41	277	7.1	8.5	2.703	34.120
				Totale	60.170	100.000

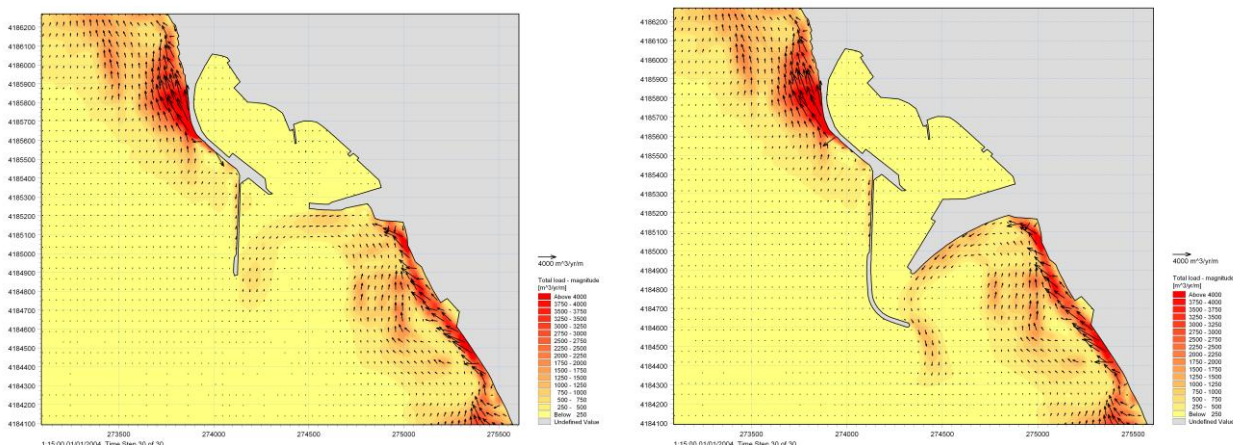
Per le onde significative n. 2 e n. 4, nelle figure seguenti si riportano l'andamento del campo di corrente e del trasporto, nello scenario di stato attuale e di progetto.



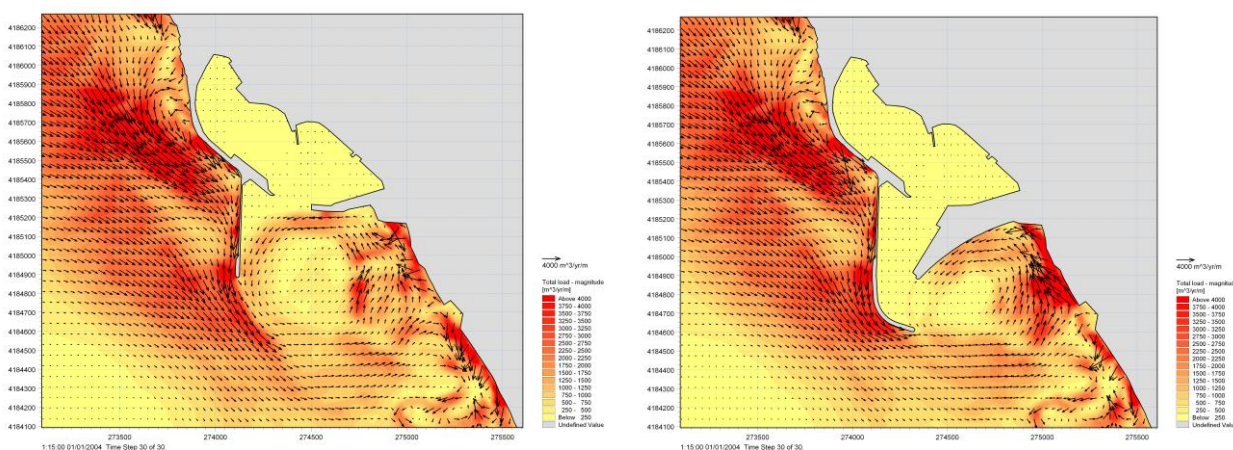
Campo di corrente – onda n. 2



Campo di corrente – onda n. 4



Campo di trasporto – onda n. 2



Campo di trasporto – onda n. 4

In conclusione si può affermare che:

- Per quanto concerne l’impatto del porto sulla dinamica costiera, l’analisi dei campi di corrente relativi alle onde di riferimento ha evidenziato la persistenza del pressoché blocco del trasporto a Nord Ovest del molo di sopraflutto sia nella condizione di stato attuale sia nella configurazione di progetto, mentre nel tratto a Sud Est del porto il trasporto di sedimenti rimane pressoché invariato con direzione risultante verso Nord Ovest. La direzione risultante del trasporto a Nord è invece verso Sud Est.
- L’andamento delle correnti (e del bypass) non presenta sostanziali differenze tra il layout attuale e quello di progetto, se si eccettua la persistenza di un vortice allungato in corrispondenza dell’imboccatura portale nello scenario determinato dall’onda n. 4.
- A partire da tali considerazioni si può evidenziare che la presenza del porto non andrà a modificare sostanzialmente l’attuale regime della dinamica litoranea stante che il prolungamento del molo sopraflutto si mantiene sulle medesime profondità già raggiunte dall’attuale testata del molo. Si ottiene invece una lieve riduzione del trasporto verso l’interno del porto.

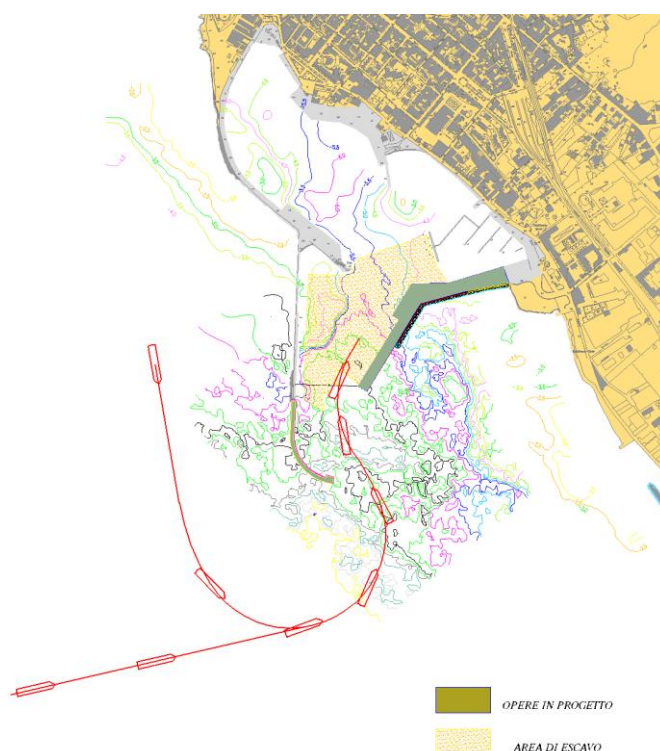
- Quest'ultima tendenza è senz'altro positiva, ai fini dell'utilizzo della nuova rada portuale, perché esclude qualsiasi pericolo di insabbiamento dell'imboccatura. Vista l'esiguità del trasporto solido locale per il sito di Marsala, ben evidenziata dai scarsi accumuli sabbiosi nel litorale adiacente al porto, il progressivo insabbiamento dell'imboccatura e del bacino portuale è da ritenersi un fenomeno localizzato, estremamente limitato e, comunque, di lenta realizzazione. Si suggerisce comunque di predisporre un periodico monitoraggio delle quote batimetriche in corrispondenza della nuova imboccatura portuale.

Per la configurazione portuale scelta sono state inoltre effettuate le seguenti considerazioni circa le manovre di accesso al porto da parte delle imbarcazioni più grandi che lo stesso può ospitare.

Nella fattispecie la più grande imbarcazione che può accedere al porto è stata assunta di una lunghezza pari a 140m, larghezza di 24m e pescaggio 6m. Per tale motivo è stata eseguita una analisi sulla possibile rotta di accesso di tale imbarcazione.

Data una determinata lunghezza L dell'imbarcazione, la manovra di virata deve avere le seguenti caratteristiche: l'avanzamento (advance) non deve eccedere il valore $4,5 L$ e il diametro tattico (tactical diameter) non può essere superiore a 5 volte la lunghezza dell'imbarcazione.

La figura seguente mostra la manovra di accesso al porto della imbarcazione più grande che può accedervi. Risulta opportuno evidenziare che la profondità del fondale in corrispondenza dell'asse di tale natante non è mai superiore a 9.5m e che, considerando la sovra-rotazione dell'imbarcazione a seguito della virata, la minima profondità a cui si spinge tale natante è dell'ordine dei 7m. Di conseguenza, se si considera un franco di 1 m, il pescaggio massimo della imbarcazioni che possono accedere al porto è di circa 6 metri.



ASPETTI GEOLOGICI ED INDAGINI GEOTECNICHE

Per definire la stratigrafia dei terreni di sedime dell'opera e per acquisire i parametri fisico- meccanici dei terreni in esame è stata condotta sull'area interessata dall'intervento di progetto una campagna geognostica consistente in n. 3 prove penetrometriche SPT e due sondaggi a carotaggio continuo spinti fino alla profondità di 30,00 m.

Tali prove sono state effettuate a cura del Geologo Caterina Caradonna iscritta al n. 1452 dell'Ordine regionale dei Geologi di Sicilia.

I sondaggi effettuati hanno consentito di delineare, tramite l'osservazione delle carote estratte sia la stratigrafia dell'area che la natura e lo stato fisico dei terreni costituenti il fondale marino.

E' stata così ricostruita la successione litologica.

La correlazione dei dati stratimetrici e litologici raccolti, ha permesso di rappresentare, le caratteristiche stratigrafiche del sottosuolo indagato.

Si descrivono di seguito, i litotipi rinvenuti sulle verticali dei sondaggi, essi non costituiscono altrettante unità stratigrafiche, ma livelli differenziati esclusivamente ai fini applicativi.

I sondaggi hanno consentito di ricostruire la seguente stratigrafia dall'alto verso il basso:

- da 0,00 mt. a – 6,00 mt dalla banchina, blocchi di calcari e calcareniti (riempimento banchina) misto a materiale di riporto e fango con inclusi elementi vegetali morti costituente il riempimento della banchina
- da – 6,00 a - 10,00 mt, Sabbia grossolana di colore grigio-giallastro, umida e debolmente addensata con intercalazioni calcarenitiche, ricca di sostanza organica (RQD < 10 %).

Per la determinazione delle caratteristiche fisico-meccaniche dei terreni interessati dall'opera di progetto, durante l'esecuzione dei sondaggi a carotaggio continuo sono stati prelevati n.3 campioni indisturbati, dove sono state effettuate le analisi e le prove geotecniche.

I campioni sono stati prelevati nel sondaggio n.°1 alla prof. di 5,00-5,60 m C1, alla prof. di 8,00-8,40 m C2, nel sondaggio n.°2 alla prof. di m. 10,00-10,50 C1.

Le prove di taglio CD (consolidate drenate) hanno fornito valori di coesione C' variabili da 27,95 e 45,67 KPa e valori di angolo di attrito interno ϕ' da 33,1° a 47°

Sulla base dei risultati della campagna di indagini emerge che i cassoni saranno fondati sulle calcareniti di base.

Per quanto non meglio indicato nella presente si rimanda alla relazione geologica di progetto.

CLASSIFICAZIONE SISMICA DEL SOTTOSUOLO

La caratterizzazione del sotto suolo in corrispondenza dell'area di progetto viene eseguita secondo il paragrafo 3.2.2 della Normativa vigente ntc 2008. La categoria di sottosuolo è definita sulla base dei risultati delle indagini eseguite in termini di velocità delle onde di taglio e/o della resistenza penetrometrica dinamica nei primi 30 m del terreno di fondazione.

La velocità equivalente delle onde di taglio $V_{S,30}$ è definita secondo la relazione:

$$V_{S30} = \frac{30}{\sum_{i=1}^N \frac{h_i}{V_i}}$$

Con l'analisi dei profili delle onde di taglio elaborati è stato possibile attribuire, in riferimento alla tab.3.2.II del paragrafo 3.2.2 delle Nuove Norme Tecniche per le costruzioni approvate con D.M. del 14.01 .08, ed ai fini della definizione delle azioni sismiche di progetto, due distinte categorie litostratigrafiche.

Il sito interessato dalla diga foranea di sottoflutto, sulla base del profilo delle onde di taglio elaborato con la stesa Re. Mi L 1 con V_{S30} pari a 412 m/s, ricade nella categoria di sottosuolo "B" (Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti, con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di $V_{S,0}$ compresi tra 360 m/s e 800 m/s (ovvero resistenza penetrometrica media N_{spt} > 50 nei terreni a grana grossa, e coesione non drenata media $Cu_{30} > 250$ kPa nei terreni a grana fina).

CALCOLI DI VERIFICA DELLE BANCHINE NORMATIVA ADOTATA

I calcoli di verifica sono stati condotti secondo le nuove norme tecniche "NTC 2008".

Per l'applicazione delle "Nuove norme tecniche per le costruzioni" è indispensabile determinare la pericolosità sismica del sito che dipende sostanzialmente dal periodo di riferimento per l'azione sismica VR.

Il periodo di riferimento per l'azione sismica si ottiene, per ciascun tipo di costruzione, moltiplicando il valore della vita nominale delle opere VN per un coefficiente C_u che dipende dalla loro classe d'uso:

$$VR = VN \times C_u$$

La vita nominale dell' opera strutturale V N è intesa come il numero di anni nel quale la struttura, purché soggetta alla manutenzione ordinaria, deve potere essere usata per lo scopo al quale è destinata. La vita nominale per i diversi tipi di opere è quella riportata nella Tab. 2.4.1 delle NTC che fornisce le seguenti indicazioni:

1. Opere provvisorie - Opere provvisionali - Strutture in fase costruttiva V N =10 anni
2. Opere ordinarie, ponti, opere infrastrutturali e dighe di dimensioni contenute o di importanza normale VN =50 anni
3. Grandi opere, ponti, opere infrastrutturali e dighe di grandi dimensioni o di importanza strategica V N = 100 anni

Inoltre, in presenza di azioni sismiche, con riferimento alle conseguenze di una interruzione di operatività o di un eventuale collasso, le NTC definiscono le seguenti 4 classi d'uso:

- Classe I (CU = 0.7): Costruzioni con presenza solo occasionale di persone, edifici agricoli.
- Classe II (Cu = 1.0): Costruzioni il cui uso preveda normali affollamenti, senza contenuti pericolosi per l'ambiente e senza funzioni pubbliche e sociali essenziali. Industrie con attività non pericolose per l'ambiente. Ponti, opere infrastrutturali, reti viarie non ricadenti in Classe d'uso III o in Classe d'uso IV, reti ferroviarie la cui interruzione non provochi situazioni di emergenza. Dighe il cui collasso non provochi conseguenze rilevanti.
- Classe III (Cu = 1.5): Costruzioni il cui uso preveda affollamenti significativi. Industrie con attività pericolose per l'ambiente. Reti viarie extraurbane non ricadenti in Classe d'uso IV. Ponti e reti ferroviarie la cui interruzione provochi situazioni di emergenza. Dighe rilevanti per le conseguenze di un loro eventuale collasso.
- Classe IV (Cu = 2.0): Costruzioni con funzioni pubbliche o strategiche importanti, anche con riferimento alla gestione della protezione civile in caso di calamità.
Industrie con attività particolarmente pericolose per l'ambiente. Reti viarie di tipo A o B, di cui al D.M 5 novembre 2001, n. 6792, "Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle strade ", e di tipo C quando appartenenti ad itinerari di collegamento tra capoluoghi di provincia non altresì serviti da strade di tipo A O B. Ponti e reti ferroviarie di importanza critica per il mantenimento delle vie di comunicazione, particolarmente dopo un evento sismico. Dighe connesse al funzionamento di acquedotti e a impianti di produzione di energia elettrica.

Nel caso in esame la vita nominale delle opere VN viene posta pari a 50 anni e Classe d'uso II. Tale scelta è stata fatta in base alle seguenti considerazioni:

- a) Le opere in progetto sono caratterizzate da dimensioni contenute o da un'importanza normale.
- b) Per le opere in progetto sono previsti normali affollamenti senza contenuti pericolosi per l'ambiente.
- c) Per le opere in progetto non sono previste funzioni pubbliche o strategiche importanti con riferimento alla gestione della protezione civile in caso di calamità.

Pertanto il periodo di riferimento VR considerato per l'azione sismica risulta pari a 50 anni:

VN = vita nominale = 50 anni - Classe d'uso = II
quindi $Cu = 1,0$ - $VR = VN \times Cu = 50 \times 1.0 = 50$ anni

ASPETTI ECONOMICI

La nuova stesura progettuale ha comportato la rielaborazione degli elaborati tecnici economici. L'importo per lavori ha subito un lieve incremento dovuto principalmente all'aggiornamento dei prezzi secondo il nuovo prezziario della Regione Sicilia pubblicato nel Supplemento ordinario n. 2 alla Gazzetta Ufficiale della Regione Siciliana n. 13 del 15-3-2013 ed, ove non presenti in prezziario, ricavati da apposite analisi rielaborate sulla base dei costi elementari dei materiali, dei noli e delle merci in atto vigenti nella provincia di Trapani.

L'importo complessivo per lavori è risultato di € 47.855.000,00, mentre le somme a disposizione dell'Amministrazione ammontano ad € 7.145.000,00, per un costo complessivo previsto per l'opera di € 55.000.000,00.

Il suddetto importo è distribuito secondo il quadro economico di seguito riportato.

COSTO DELL'OPERA E QUADRO ECONOMICO - PROGETTO DEFINITIVO - SOLUZIONE ALTERNATIVA			
1) LAVORI A BASE D'ASTA			
A) Lavori a base d'asta al netto degli oneri per la sicurezza		€	46,617,759.51
1. Prolungamento diga di sopraflutto	€	16,500,000.00	
2. Costruzione diga fonarea di sottoflutto	€	7,502,000.00	
3. Banchina di riva	€	18,179,500.00	
4. Escavazione	€	3,569,560.00	
5. Realizzazione piazzale a tergo delle banchine	€	<u>2,103,940.00</u>	
	Sommano	€	47,855,000.00
B) Oneri per la Sicurezza -	2.585394%		€ 1,237,240.49
		Sommano	€ 47,855,000.00
2) SOMME A DISPOSIZIONE DELL'AMMINISTRAZIONE			
a) Accantonamento art. 133 D.Lgs 163/2006	2%	€	957,100.00
b) Spese tecniche - RUP, Progettazione, Direzione Lavori e attività di supporto			
1. - Incentivo: art. 92 D.Leg.vo 163/2006 e s.m.i.: RUP, Progettazione e Direzione lavori	2%	€	957,100.00
2. - Spese accessorie per produzione progetto e gestione dei lavori -	1.00%	€	478,550.00
3. - Spese varie d'Ufficio, noleggio mezzi di trasporto, attrezzature informatiche, ecc.	0.50%	€	<u>239,275.00</u>
	Sommano	€	1,674,925.00
c) Spese varie per gara d'appalto, commissioni giudicatrici ed Autorità per la Vigilanza		€	200,000.00
d) Indagini, Collaudi, Accertamenti di laboratorio e verifiche tecniche di capitolato,			
1. - Collaudo tecnico/amministrativo in corso d'opera		€	262,000.00
2. - Collaudo statico in corso d'opera		€	152,000.00
3. - Rilievi batimetrici, sedimentologici, indagini sismiche e della biocenosi, sondaggi geognostici, carotaggi e relazione geologica		€	120,000.00
3. - Monitoraggio ante e post opera		€	100,000.00
4. Caratterizzazione Sedimenti: Carotaggi Zona di Dragaggio e Area di Colmata - Analisi chimico-fisiche e batteriologiche di sedimenti (Ante Operam ed in corso di opera)		€	220,000.00
5. - Accertamenti di laboratorio a carico dell'Amm.ne		€	<u>130,000.00</u>
	Sommano	€	984,000.00
e) Lavori vari in economia: Cabina Enel, Impianto elettrico d'illuminazione, Arredi portuali, Zona di Colmata (scogliere di chiusura, geotessuti, eventuale sistemazione esterna)		€	1,200,000.00
f) Imprevisti ed arrotondamenti - Eventuali opere di compensazione ambientali		€	2,128,975.00
	sommano	€	7,145,000.00
		€	7,145,000.00
IMPORTO TOTALE PROGETTO		€	55,000,000.00

L'importo dei lavori a misura è stato determinato mediante applicazione, alle quantità delle varie categorie di lavori computate, dei prezzi unitari in atto vigenti nella Regione Siciliana, tratti dall'apposito "Prezziario generale per le opere pubbliche nella Regione Siciliana anno 2013".

Nella determinazione dei suindicati prezzi unitari, si è tenuto conto di una maggiorazione per spese generali ed utile dell'Impresa nella misura rispettivamente del 10% e del 13%.

Non è stata computata l'I.V.A. sui lavori, secondo quanto prescritto dall'art.9 comma 6 dei DPR 26.10.1972 n. 633 ed art.3 comma 13, dei D.L. 27 Aprile 1990, n.90, convertito con modificazioni, nella legge 26 Giugno 1990, n. 165 e successive modificazioni.

ELENCO ELABORATI

Il progetto si compone dei seguenti elaborati:

ELABORATI TECNICO-AMINISTRATIVI

- El. 01 – Relazione descrittiva
- El. 02 – Elenco dei prezzi
- El. 03 – Analisi dei prezzi
- El. 04 – Computo dei volumi
- El. 05 – Computo metrico estimativo
- El. 06 – Quadro economico
- El. 07 – Piano di sicurezza e coordinamento – Prime indicazioni e prescrizioni
- El. 08 – Disciplinare descrittivo e prestazionale degli elementi tecnici del progetto
- El. 09 - Quadro incidenza manodopera
- El. 10 – Relazione sismica
- El. 11 – Relazione geotecnica
- El. 12 – Studio Idraulico marittimo e simulazione numerica
- El. 13 – Dimensionamento opere a gettata
- El. 14 – Calcoli preliminari delle strutture
- El. 15.01 – Calcoli preliminari degli impianti – Impianto smaltimento acque prima pioggia
- El. 15.02 – Calcoli preliminari degli impianti – Impianto illuminazione portuale
- El. 15.03 – Calcoli preliminari degli impianti – Quadri elettrici
- El. 15.04 – Calcoli preliminari degli impianti – Impianto antincendio
- El. 16.00 – Studio Impatto ambientale

ELABORATI GRAFICI

- Tav. 01.01 – Carta dei Porti della Sicilia
- Tav. 01.02 – Corografia scale varie
- Tav. 01.03 – Piano regolatore vigente
- Tav. 02.00 – Planimetria stato attuale - scala 1:5.000
- Tav. 03.01 – Rilievo batimetrico - scala 1:4.000
- Tav. 03.02 – Carta della biocenosi - scala 1:4.000
- Tav. 04.00 – Planimetria di progetto - scala 1:5.000
- Tav. 04.01 – Planimetria di raffronto PRP- Opere in Progetto - scala 1:5.000

- Tav. 04.02 – Planimetria opere in progetto con individuazione della biocenosi - scala 1:5.000
- Tav. 04.03 – Particolari impatti dell'opera sulla biocenosi - scala 1:2.000
- Tav. 05.01.00 – Planimetria di dettaglio - scala 1:2.000
- Tav. 05.01.01 – Planimetria impianto smaltimento acquee - scala 1:1.000
- Tav. 05.01.02 – Planimetria impianto elettrico di illuminazione - scala 1:1.000
- Tav. 05.01.03 – Planimetria strutturale scale varie
- Tav. 05.01.04 – Planimetria impianto antincendio
- Tav. 05.01.04 – Particolari impianto antincendio
- Tav. 06.00 – Sezione tipo molo sopraflutto e carpenterie impalcato - scala 1:100
- Tav. 07.00 – Sezioni tipo molo sottoflutto - scala 1:100
- Tav. 08.00 – Planimetria quotata con aree da sottoporre a dragaggio - scala 1:5.000
- Tav. 09 – Particolari arredi di banchina ed opere complementari - 1: 50
- Tav. 10.01 – Cassone cellulare - scala 1:50
- Tav. 10.02 – Carpenterie cassone cellulare - scala 1:50
- Tav. 11.00 – Prolungamento diga foranea – Viste e spaccato assonometrico

ALLEGATI

- All. 1 – Relazione geologica e prove di laboratorio
- All. 2 – Rilievi ed indagini in sito