

COMMITTENTE



**AUTORITA' PORTUALE DI PALERMO**  
Porti di Palermo e Termini Imerese

## LAVORI DI COMPLETAMENTO DEL MOLO FORANEO DI SOPRAFLUTTO DEL PORTO DI TERMINI IMERESE

**PROGETTO DEFINITIVO  
PROGETTO GENERALE**

TITOLO

**RELAZIONE GENERALE**

ELABORATO A	SCALA -	NS. RIF A.doc	RIF. ARC. - NA4 AUTAPA11 - 46
----------------	------------	------------------	----------------------------------

DATA	REVISIONE	REDATTORE	CONTROLLO	APPROVAZIONE
17 giugno 2013	emissione	IL	GI	EC



**AUTORITA' PORTUALE DI PALERMO**  
Porti di Palermo e Termini Imerese

**PROGETTAZIONE IMPIANTI**

Ing. Salvatore Acquista  
Ing. Enrico Petralia

*Collaboratori per la progettazione  
degli impianti*

Geom. Vincenzo D'Amico  
Geom. Antonino Martorana

**IL RESPONSABILE  
DEL PROCEDIMENTO**  
Ing. Sergio La Barbera

**COORDINATORE PER  
LA SICUREZZA IN FASE  
DI PROGETTAZIONE**

Ing. Paolo Tusa



**IL PROGETTISTA**

*Responsabile dell'integrazione  
tra le prestazioni specialistiche*  
Ing. Elio Ciralli

*Coordinamento*  
Ing. Giancarlo Inserra

*Collaboratori*  
Arch. Ivana Lorenzano  
Ing. Alfredo Lucarelli

**AUTORITA' PORTUALE DI PALERMO**

***Porti di Palermo e Termini Imerese***

**LAVORI DI COMPLETAMENTO DEL MOLO FORANEO  
DI SOPRAFLUTTO DEL PORTO DI TERMINI IMERESE**

**- PROGETTO DEFINITIVO -  
PROGETTO GENERALE**

**RELAZIONE GENERALE**

**GIUGNO 2013**

VERSIONE:	DESCRIZIONE:	PREPARATO:	CONTROLLO:	DATA:
01	EMISSIONE	GI	GI	17 GIU 2013
NOME FILE: RELAZIONE_DESCRITTIVA.DOC			DISTRIBUZIONE: RISERVATA	

## INDICE

<b>1. PREMESSA .....</b>	<b>1</b>
<b>2. RIFERIMENTI NORMATIVI ED ELABORATI DI PROGETTO .....</b>	<b>2</b>
<b>3. DESCRIZIONE FISICA E PROGRAMMATICA DEI LUOGHI.....</b>	<b>4</b>
3.1 GEOGRAFIA, OROGRAFIA E BATIMETRIA .....	4
3.2 COORDINATE GEOGRAFICHE .....	4
3.3 INQUADRAMENTO CATASTALE .....	4
3.4 STATO DEI LUOGHI.....	4
3.5 SITUAZIONE AMMINISTRATIVA DELLE OPERE ESISTENTI .....	5
3.5.1 ANAMNESI DELLO STATO DELLA STRUTTURA OGGETTO DELL'INTERVENTO	6
3.6 FUNZIONI IN ATTO .....	7
3.6.1 Attività di tipo commerciale	8
3.6.2 Nautica di diporto	8
3.6.3 La pesca	8
3.6.4 Cantieristica	8
3.7 PIANO REGOLATORE DEL PORTO .....	9
<b>4. DESCRIZIONE DEL PROGETTO .....</b>	<b>11</b>
4.1 SINOSI PROGETTUALE .....	11
4.2 CONFORMITA' AL PIANO REGOLATORE DEL PORTO VIGENTE .....	11
4.3 OBIETTIVI E LINEE GUIDA.....	11
4.3.1 Compatibilità ambientale	11
4.4 DESCRIZIONE DEGLI INTERVENTI.....	12
4.4.1 Intervento 1: prolungamento della diga foranea di sopraflutto	12
4.4.2 Intervento 2: rifiorimento della mantellata della diga foranea	17
4.4.3 Intervento 3: ripristini della banchina della diga foranea	20
4.4.4 Intervento 4: realizzazione del martello terminale della banchina della diga foranea	22
4.5 MODALITA' DI ESECUZIONE IN AMBIENTI AGGRESSIVI .....	23
4.5.1 Calcestruzzi armati	23
4.5.2 Acciai (pareti combinate e armature per clsa)	24
4.5.3 Componenti degli impianti elettrici, elettronici e meccanici	24
4.5.4 Materiali, semilavorati e prodotti per gli arredi esterni e l'illuminotecnica	24
4.6 VERIFICA DELLE INTERFERENZE CON RETI AEREE E SOTTERRANEE.....	24
<b>5. FATTIBILITA' DELL'INTERVENTO .....</b>	<b>26</b>
5.1 CONSIDERAZIONI CONCLUSIVE DELLO STUDIO METEOMARINO .....	26
5.2 CONSIDERAZIONI CONCLUSIVE DELLO STUDIO AGITAZIONE RESIDUA E DELL'OPERATIVITÀ NAUTICA DEL SISTEMA PORTUALE.....	29
5.3 CONSIDERAZIONI CONCLUSIVE DELLO STUDIO DELLA DINAMICA DELLE COSTE	30
5.4 CONSIDERAZIONI CONCLUSIVE SULLO STUDIO GEOLOGICO .....	32

---

5.5	CONSIDERAZIONI CONCLUSIVE DELLO STUDIO GEOTECNICO .....	33
5.6	CONSIDERAZIONI CONCLUSIVE DELLO STUDIO SULLA STABILITÀ DELLE STRUTTURE.....	34
5.7	CONSIDERAZIONI CONCLUSIVE DELLO STUDIO DI INSERIMENTO PAESAGGISTICO 34	
5.8	CONSIDERAZIONI CONCLUSIVE DELLO STUDIO DELLA BIOCENOSI BENTONICA...34	
5.9	CONCLUSIONI SULLA FATTIBILITÀ TECNICA DELL'INTERVENTO.....	35
<b>6.</b>	<b>CAVE E DISCARICHE.....</b>	<b>36</b>
6.1	CAVE DI PRESTITO .....	36
6.2	DISCARICHE .....	36
<b>7.</b>	<b>INDIRIZZI PER I LIVELLI SUCCESSIVI DI PROGETTAZIONE.....</b>	<b>38</b>
7.1	PROGETTO ESECUTIVO.....	38
7.2	OPERE STRUTTURALI .....	38
7.3	ELIMINAZIONE DELLE BARRIERE ARCHITETTONICHE.....	38
7.4	PRIME INDICAZIONI PER LA STESURA DEI PIANI DI SICUREZZA.....	38
<b>8.</b>	<b>FASI ATTUATIVE E CRONOPROGRAMMA.....</b>	<b>39</b>
<b>9.</b>	<b>QUADRO ECONOMICO .....</b>	<b>40</b>
<b>10.</b>	<b>PIANO D'USO, MONITORAGGIO E MANUTENZIONE DELLE OPERE E DELLA COSTA .....</b>	<b>41</b>
10.1	ACCESSIBILITÀ, USO E MANUTENZIONE DELLE OPERE .....	41
10.2	MONITORAGGIO E MANUTENZIONE DELLA COSTA INTERESSATA .....	42

## 1. PREMESSA

---

L'Autorità Portuale di Palermo, nell'ambito dell'accordo di programma quadro per il "rilancio produttivo dell'area industriale di Termini Imerese", ha promosso la riqualificazione ed il prolungamento del molo di sopraflutto del Porto di Termini Imerese, in conformità a quanto previsto nel vigente Piano Regolatore Portuale (approvato dalla Regione con Decreto Dirigenziale dell'A.R.T.A., n.367 del 5 aprile 2004).

Detto intervento rientra in un più vasto progetto di riqualificazione del porto commerciale di Termini Imerese che prevede interventi mirati anche su altri moli.

L'accordo di programma quadro, firmato il 27 ottobre 2012 da Regione Siciliana, Anas, Provincia di Palermo e Autorità Portuale prevede un investimento di 150 milioni di euro da destinare a progetti relativi al completamento del porto, la realizzazione dell'interporto, la definizione dell'impianto di distribuzione del gas metano nell'agglomerato industriale di Termini, il potenziamento e miglioramento della rete di illuminazione e l'installazione di fibre ottiche

L'Autorità Portuale quindi, a seguito di gara espletata secondo i principi della procedura negoziata, ex art.125, comma 11, del D.Lgs. 163/2006, e secondo il criterio dell'offerta economicamente più vantaggiosa, in virtù dei finanziamenti regionali ex art. 111 della L.R.S. n. 11/2010, ha affidato:

- alla "Progetti e Opere s.r.l." il servizio di redazione del progetto definitivo dei "Lavori di completamento del molo foraneo di sopraflutto del porto di Termini Imerese" (contratto stipulato in data 20/09/2012);
- allo "Studio Mallandrino s.r.l." il servizio di redazione del progetto definitivo dei "Lavori di completamento del molo foraneo di sottoflutto del porto di Termini Imerese".

Ai fini dello svolgimento dell'incarico sono stati consegnati preliminarmente all'Amministrazione i seguenti elaborati:

- Piano delle indagini geotecniche (novembre 2011), comprendente i seguenti documenti:
  - o Relazione generale
  - o Computo metrico estimativo e quadro economico
  - o Analisi dei prezzi
  - o Elenco prezzi
- Piano di caratterizzazione dei sedimenti: relazione generale (novembre 2011)
- PSA, Proposte di Soluzioni Alternative, agg. 8 novembre 2011
- PSA v2, Soluzioni Alternative delle Opere Marittime del Molo di Sopraflutto, agg. 25 ottobre 2012.

Lo sviluppo del progetto è stato eseguito con approccio concertativo, stante il necessario coordinamento, ove possibile, dei progetti contemporaneamente sviluppati da gruppi di progettazione diversi. Ciò è avvenuto grazie anche allo svolgimento di diverse riunioni operative, organizzate e coordinate dal Responsabile del Procedimento, tra i tecnici dell'Autorità Portuale, dello Studio Mallandrino srl e della scrivente Progetti e Opere srl, al fine di verificare e definire le varie problematiche progettuali e l'interferenza con le ulteriori progettualità che interessano o interesseranno il sito in esame.

Di particolare rilevanza è stata la riunione di concertazione, ai sensi delle Norme Tecniche di Attuazione del Piano Regolatore Portuale vigente, con i rappresentanti della Capitaneria di Porto e del Comune di Termini Imerese avvenuta in data 07/02/2013.

Per la redazione del presente progetto ci si è avvalsi della consulenza specialistica dell'Ing. Elio Ciralli – Studio di Ingegneria Civile e Costiera" di Palermo.

## 2. RIFERIMENTI NORMATIVI ED ELABORATI DI PROGETTO

---

Il presente progetto è stato redatto ai sensi del D.Lgs. 163/2006 e del regolamento D.P.R. 207/2010 e ss.mm.ii..

Il progetto è stato armonizzato, nel rispetto della legge, con i correnti standard di settore, con particolare riferimento a quelli prodotti dall'Associazione Internazionale di Navigazione (A.I.P.C.N. – P.I.A.N.C.), oggi PIANC.

Esso contiene inoltre uno studio con la descrizione del progetto ed i dati necessari per individuare e valutare i principali effetti che il progetto può avere sull'ambiente, con riferimento al comma 3 dell'art.6 del D.Lgs. 152/2006 così come modificato dal D.Lgs. 128/2010.

Di seguito si riporta l'elenco degli elaborati costituenti il corpo documentale di progetto:

- ✓ A - RELAZIONE DESCRITTIVA
- ✓ B - RELAZIONI TECNICHE
  - B.1 - Studio Climatologico
  - B.2 - Studio Meteomarinario
  - B.3 - Studio dell'Agitazione Residua e dell'Operatività Nautica del Sistema Portuale
  - B.4 - Studio Sedimentologico
  - B.5 - Studio della Dinamica delle Coste
  - B.6 - Studio Idrologico-idraulico
  - B.7 - Studio Geologico (*a cura del dott. Giuffrè*)
  - B.8 - Studio Sismico
  - B.9 - Studio Geotecnico
  - B.10.1 - Studio sulla Stabilità delle Strutture: intervento 1
  - B.10.2 - Studio sulla Stabilità delle Strutture: intervento 2
  - B.10.3 - Studio sulla Stabilità delle Strutture: intervento 3
  - B.10.4 - Studio sulla Stabilità delle Strutture: intervento 4
  - B.11 - Studio di Inserimento Paesaggistico
  - B.12 - Studio della Biocenosi Bentonica (*a cura di Crea società cooperativa*)
- ✓ C - ELABORATI GRAFICI
  - SF.01 - RICERCA CARTOGRAFICA
    - SF.01.01 - Carta nautica – Cartografia IGM - Carta Tecnica Regionale - Ortofoto - Scale varie
    - SF.01.02 - Stralcio di PRG - Scala 1:5.000
    - SF.01.03 – Piano Regolatore Portuale
    - SF.01.04 - Carta dei vincoli paesaggistici e territoriali
  - SF.02 - STATO DI FATTO
    - SF.02.01 – Planimetria e sezioni dello stato di fatto, Scala 1:2.000
    - SF.02.02 - Inventario visuale
  - OP - OPERE IN PROGETTO
    - OP.01 - Planimetria sinottica delle opere in progetto, Scala 1:2.000
    - OP.02.01 - Intervento 1: Prolungamento diga foranea - Planimetria di dettaglio, Scala 1:1.000
    - OP.02.02 - Intervento 2: Rifiorimento mantellata della diga foranea, Intervento 3: Ripristini della banchina, Intervento 4: Nuovo molo martello - Planimetria di dettaglio, Scala 1:1.000

- OP.03 - Raffronto Stato di fatto - PRP vigente - Opere in progetto, Scala 1:2.000
- OP.04 - Piano di Tracciamento, Scala 1:2.000
- OP.05.01 - Intervento 1: Prolungamento diga foranea - Sezioni Tipo e Particolari
- OP.05.02 - Intervento 2: Rifiorimento mantellata della diga foranea, Intervento 3: Ripristini della banchina - Sezioni Tipo e Particolari
- OP.05.03 - Intervento 4: Nuovo molo martello - Sezioni Tipo e Particolari
- OP.06.01 - Intervento 1: prolungamento diga foranea - Quaderno delle sezioni di computo
- OP.06.02.01 - Intervento 2: Rifiorimento mantellata della diga foranea, Intervento 3: Ripristini della banchina - Quaderno delle sezioni di computo dalla prog. 0 m alla prog. 612 m
- OP.06.02.02 - Intervento 2: Rifiorimento mantellata della diga foranea, Intervento 3: Ripristini della banchina - Quaderno delle sezioni di computo dalla prog. 632 m alla prog. 1.205 m
- OP.07 - Intervento 3: Ripristini della banchina, Intervento 4: Nuovo molo martello - Dettagli costruttivi e Arredo portuale
- OP.08 - Intervento 1: prolungamento diga foranea - Fasi costruttive
- ✓ D - CALCOLI PRELIMINARI ED ELABORATI DESCRITTIVI DEGLI IMPIANTI
  - PROGETTO IMPIANTI ELETTRICI E SPECIALI
    - IE.01 – Impianti Elettrici ed Illuminotecnici: Relazione descrittiva e di calcolo
    - IE.02 – Impianti Elettrici ed Illuminotecnici: Schema di Installazione e Particolari
  - PROGETTO IMPIANTI IDRICO E ANTINCENDIO
- ✓ IS.01 – Impianti Idrico, Antincendio e Smaltimento Reflui: Relazione descrittiva e di calcolo
- ✓ IS.02 – Impianti Idrico, Antincendio e Smaltimento Reflui: Schema di Installazione e Particolari
- ✓ E - ELABORATI ECONOMICI
  - E.1 - Elenco prezzi
  - E.2 - Computo metrico estimativo
  - E.3 - Analisi prezzi
  - E.4 - Quadro economico
  - E.5 - Cronoprogramma
  - E.6 - Quadro di incidenza della manodopera
- ✓ F – DOCUMENTI DI CONTRATTO
  - F.1 – Capitolato Speciale
  - F.2 – Schema di Contratto di Appalto
- ✓ G - Piano di Sicurezza e Coordinamento (ex D.Lgs. 81/08)
- ✓ H - STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE
- ✓ RILIEVO BATIMETRICO
- ✓ CARATTERIZZAZIONE DEI SEDIMENTI MARINI DA SOTTOPORRE AD ATTIVITA' DI ESCAVO (a cura del *Dipartimento di Scienze della Terra e del Mare - DiSTeM dell'Università degli Studi di Palermo*)

Nella riunione operativa del 7/06/2013, il Responsabile del Procedimento, dato il benessere ai sensi dell'art. 3 del Disciplinare d'Incarico, ha richiesto alla scrivente di fornire anche un progetto stralcio per i soli interventi denominati 1, 3 e 4, che quindi, stante la copertura finanziaria attualmente disponibile, posponga l'intervento di rifiorimento della mantellata esistente (intervento 2).

### 3. DESCRIZIONE FISICA E PROGRAMMATICA DEI LUOGHI

#### 3.1 GEOGRAFIA, OROGRAFIA E BATIMETRIA

La descrizione geografica, orografica e batimetrica è riportata negli appositi elaborati grafici in cui sono stati riportati gli stralci di interesse a seguito della ricerca cartografica effettuata (cfr. SF.01.01).

#### 3.2 COORDINATE GEOGRAFICHE

L'area di interesse (cfr. Figura 3.1) ricade all'interno delle tavoletta denominata "Termini Imerese" Foglio 259, Quadrante IV, redatta in scala 1:25.000 ed edita dall'I.G.M.I. (Istituto Geografico Militare Italiano) e nella sezione 609010 "Termini Imerese" della C.T.R. in scala 1:10.000.

Le coordinate geografiche del sito, riferita al way point, lette sulla Carta Tecnica Regionale (scala 1:10.000), in Gauss-Boaga, sono:

- Longitudine (Est) 2 407 543.118;
- Latitudine (Nord) 4 205 012.436.

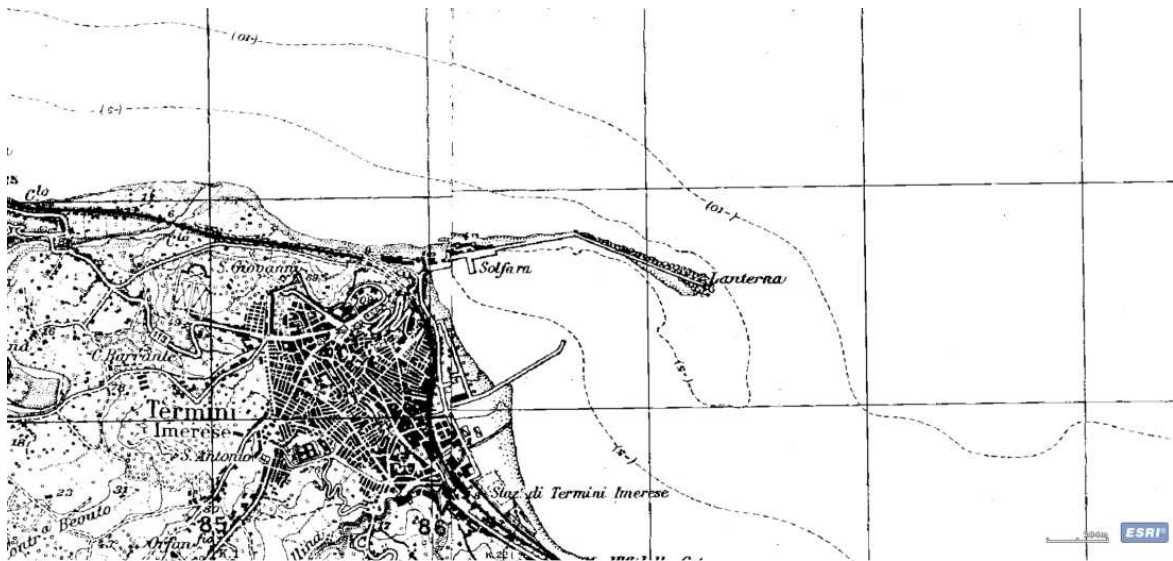


Figura 3.1 – Cartografia IGM, Foglio 259 Quadrante IV "Termini Imerese"

#### 3.3 INQUADRAMENTO CATASTALE

Le superfici oggetto dell'intervento ricadono interamente in specchi acquei demaniali.

#### 3.4 STATO DEI LUOGHI

Il sito in cui si prevede la realizzazione dell'opera è nel porto di Termini Imerese, comune sito a circa 40 km a Est di Palermo.

Il porto di Termini Imerese è un porto artificiale formato da molo di sopraflutto, da un molo di sottoflutto e da un molo trapezoidale che divide lo specchio acqueo in due bacini. Tra il molo di sopraflutto ed il molo trapezoidale si sviluppa la banchina di riva.

La diga foranea è costituita da un primo tratto sub-ortogonale alla costa ed orientato in direzione Nord-Est, e da un secondo tratto, su cui sono proposti gli interventi in progetto, che è deviato in direzione Sud-Est di circa 32° rispetto al primo. La presenza della diga foranea è



registrata sin dal 1955; una serie di interventi durante il corso degli anni hanno modificato l'opera fino al suo stato attuale. Si confrontino gli elaborati del Piano Regolatore Portuale vigente, ed in particolare gli Studi Preparatori del PRP del 2003, Vol 1, par. 3.3, e la Tavola Sinottica degli Interventi, 3.2.C., per la storia costruttiva dell'opera. Più recentemente si sono succeduti ulteriori interventi di ripristini, riparazioni e completamenti vari.

A tergo della diga foranea, è stato realizzato un ampio piazzale (circa 21.000m<sup>2</sup>) che inferiormente è delimitato dal primo tratto della banchina che corre parallelamente all'opera di sopraflutto, che prende qui il nome di "S. Veniero". Questo primo tratto ha uno sviluppo lineare di circa 471,00 m e una quota di +1,50 m rispetto il livello medio mare; il secondo tratto invece ha uno sviluppo pari a circa 662 m e una quota di +2,50÷3,00 m rispetto il livello medio mare; mediamente la sua larghezza è di 30,00 m.

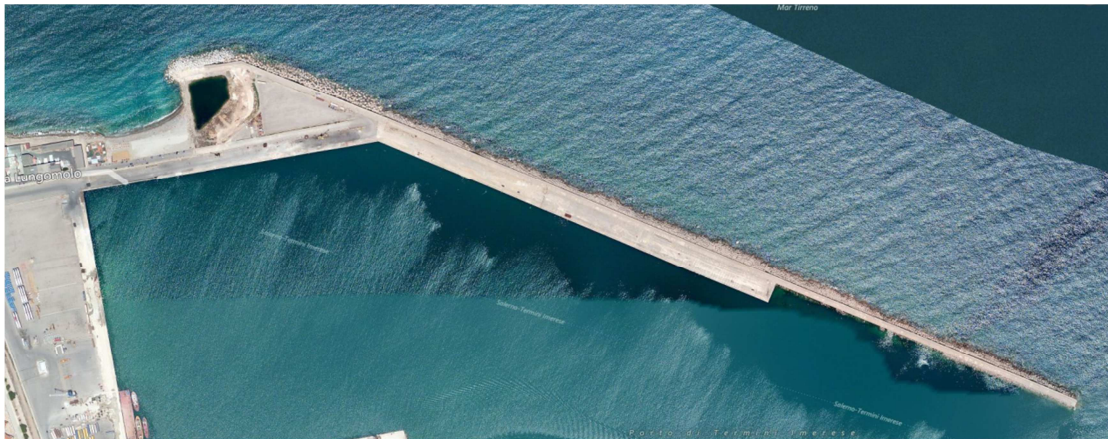


Figura 3.2 - Molo di sopraflutto

La sezione tipica dell'opera foranea, come si evince dai disegni riportati nella documentazione del PRP, è costituita da un nucleo in scogli di 1° categoria e pietrame con berma orizzontale larga 14,00 m a quota -1,40 rispetto il livello medio mare, la scarpa lato mare ha una pendenza 3/1, invece la scarpa lato porto ha pendenza 3/2. Il nucleo è rivestito, lato mare da strati successivi di blocchi, che vanno da un primo strato di scogli naturali di 2° categoria di spessore 2,40 m, da un secondo strato in scogli naturali di 3° categoria, rasata a quota di 2,00 m e scarpa 3/1. Infine la mantellata più esterna è costituita da massi artificiali in conglomerato cementizio da 40t dello spessore di 4,50 m e scarpa 3/1. La berma orizzontale è a +5,50 m sul l.m.m. ed ha una larghezza di 7,00 m. Dalla progressiva 1291,00 m alla 1867,00 m gli strati in scogli di 2° e 3° categoria sono anche realizzati lato porto ed hanno uno spessore rispettivamente di 2,40 m e 3,00 m ed una pendenza di 3/2.

Il tutto è sormontato da una sovrastruttura di coronamento, con una quota d'imposta a +1,00 m costituito dallo strato di 2° categoria. La sovrastruttura è composta da due elementi di calcestruzzo gettato in opera, uno carrabile, il "massiccio di carico", rettangolare, ha dimensioni di 6,5 x 3,5 m e quota superiore di +4,5 m, l'altro, il "muro paraonde", ha forma rettangolare svasata e dimensioni 3,5 x 8,0 m, la quota superiore è a +9,0 m.

### 3.5 SITUAZIONE AMMINISTRATIVA DELLE OPERE ESISTENTI

L'Autorità Portuale committente è subentrata nella gestione del sito portuale di Termini Imerese con D.M. 23/07/2007 "Ampliamento della circoscrizione territoriale dell'Autorità Portuale di Palermo".

A seguito di consegna formale delle aree e delle opere portuali, l'Autorità ha condotto l'esame burocratico amministrativo in merito alle opere. L'Ente ha quindi riferito agli scriventi

che gli interventi fin qui conclusi per la realizzazione dell'opera di sopraflutto sono stati sottoposti al previsto collaudo tecnico amministrativo, secondo la normativa tempo per tempo vigente. Gli atti di collaudo, depositati agli atti delle amministrazioni competenti, secondo norma, descrivono compiutamente quanto realizzato.

### 3.5.1 ANAMNESI DELLO STATO DELLA STRUTTURA OGGETTO DELL'INTERVENTO

La diga di sopraflutto del porto di Termini I. è stata realizzata nella sua configurazione attuale a partire da un nucleo originario con diversi interventi successivi che si sono sviluppati principalmente negli anni '80 e che si sono protratti fino ai nostri giorni senza però addivenire ad un completamento.

La successione degli interventi, la qualità costruttiva dell'opera ed i relativi costi sopportati dall'erario hanno risentito dell'architettura normativa precedente all'attuale, che come è ormai risaputo, presentava molte criticità.

Si sono quindi condotte tutte le indagini documentali e fisiche possibili ed economicamente compatibili e sostenibili, per avere un quadro il più possibile dettagliato dell'opera su cui si interviene. Sono quindi stati riscontrati alcuni progetti originari eseguiti dal Genio Civile per le Opere Marittime di Palermo e dal Consorzio per le Aree di Sviluppo Industriale di Palermo, per avere contezza della consistenza delle opere prevista da quei progettisti.

Si è quindi programmata una campagna di indagini esplorative e conoscitive, ulteriori a quelle fisiologicamente propedeutiche al progetto di nuove opere, per poter riscontrare l'effettiva consistenza del costruito, e per integrare e confrontare il corpo di indagini dello stesso tipo già eseguite nel corso degli anni per varie motivazioni.

E' stato inoltre effettuato un rilievo scrupoloso delle sezioni dell'opera foranea, condotte da Watersoil srl per le parti sommerse e da Progetti e Opere srl per le parti emerse, per poter quantificare al meglio i visibili cedimenti diffusi dell'opera.

#### 3.5.1.1 Evidenze principali a seguito dei rilievi condotti

Il massiccio ed il paraonde presentano dei cedimenti differenziali lungo lo sviluppo della diga, presumibilmente legati alle differenti fasi costruttive, che evidenziano dei salti di quota anche dell'ordine del metro.

La mantellata esterna di protezione dalle mareggiate, come risulta dal rilievo effettuato dalla scrivente (2011) integrato con quello batimetrico della Watersoil Srl (2009), si discosta in modo notevole dalla sagoma di progetto, evidenziando la necessità di un intervento di rifiorimento.



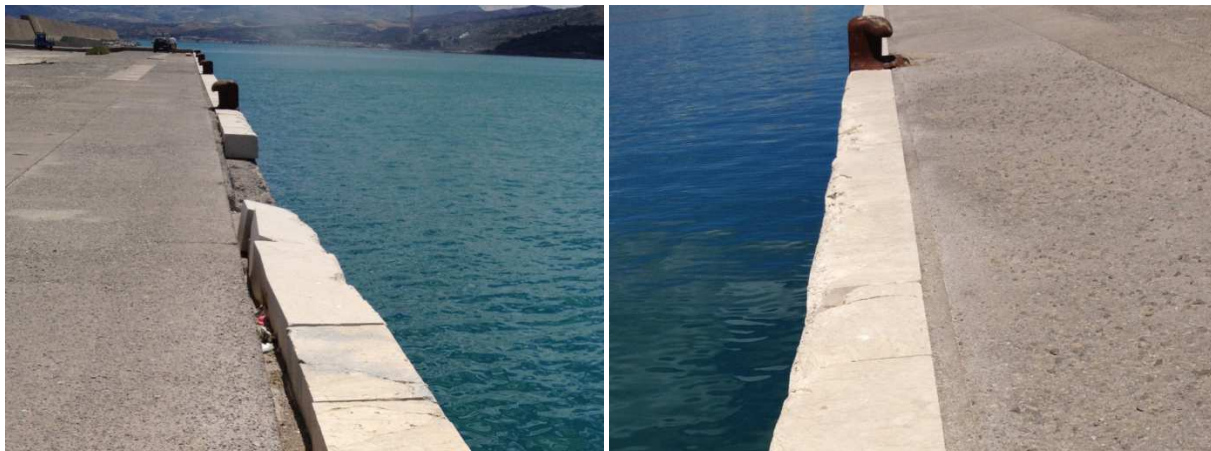
**Figura 3.3 – Salti di quota lungo il molo di sopraflutto**



**Figura 3.4 – Mantellata della diga foranea**

Secondo i progetti confrontati, la sezione tipica della banchina è costituita da un muro di sponda in cassoni cellulari in cemento armato, imbasati presumibilmente a  $-10,00$  m rispetto al livello medio mare, ognuno dei quali ha dimensioni  $25,00 \times 8,30 \times 10,80$  m, con mensole alla base lungo i lati maggiori sporgenti  $2,00$  m lato mare e  $1,00$  m lato diga. La sovrastruttura in conglomerato cementizio ha una larghezza di  $8,30$  m. Nella sovrastruttura è incorporato un cunicolo di servizio della larghezza di  $0,80$  m. A tergo dei cassoni cellulari vi è un rinfiacco di pietrame ed il riempimento è in tout-venant.

La cospicua ampiezza dei giunti tra i cassoni, alcuni dei quali superiori ai  $40$  cm, e la mancata sigillatura degli stessi, potrebbe avere innescato fenomeni di sifonamento con conseguente asportazione del materiale più fine del riempimento a tergo e la formazione di sgrottature. Tale situazione comporta cedimenti della pavimentazione carrabile e rischi incompatibili con il livello prestazionale d'uso della banchina.



**Figura 3.5 – Banchina del molo di sopraflutto: orlatura rovinata o sconnessa**

Inoltre nella stessa banchina l'orlatura in pietra risulta in più punti rovinata o sconnessa e non risultano più presenti i parabordi cilindrici una volta ancorati in corrispondenza delle bitte.

Infine occorre rilevare che ad oggi lo specchio acqueo portuale non può ritenersi completamente sicuro, essendo incomplete le opere foranee di protezione dall'energia ondata, come d'altronde definite dal vigente Piano Regolatore Portuale.

Per la descrizione ulteriore si rimanda all'apposito elaborato SF.02.02 "Inventario visuale".

### 3.6 FUNZIONI IN ATTO

All'interno del porto vengono attualmente svolte insieme all'attività commerciale, attività di nautica da diporto, pesca e cantieristica.

### 3.6.1 Attività di tipo commerciale

Le attività del porto commerciale hanno avuto un deciso sviluppo nel 1998 con l'instaurarsi stabilmente di alcuni traffici di linea.

Le funzioni in atto nel porto commerciale sono sostanzialmente riconducibili a:

- traffico Ro-Ro passeggeri
- traffico Ro-Ro merci, con movimentazione di mezzi stradali articolati, semirimorchi e casse mobili mediante navi Ro-Ro.  
A questo tipo di traffico sono dedicati due accosti e buona parte del piazzale retrostante la banchina di riva.
- traffico navi cargo per merci varie.

### 3.6.2 Nautica di diporto

Alla nautica da diporto è attualmente destinato il sotto bacino compreso tra i moli di sottoflutto e trapezoidale. Qui infatti sono presenti diversi pontili radicati principalmente sulla banchina del molo di sottoflutto e ad esso ortogonali.

L'approdo turistico non è attrezzato con tutte le facilities tipiche della portualità turistica.



Figura 3.6 - Pontili galleggianti radicati sul molo di sottoflutto

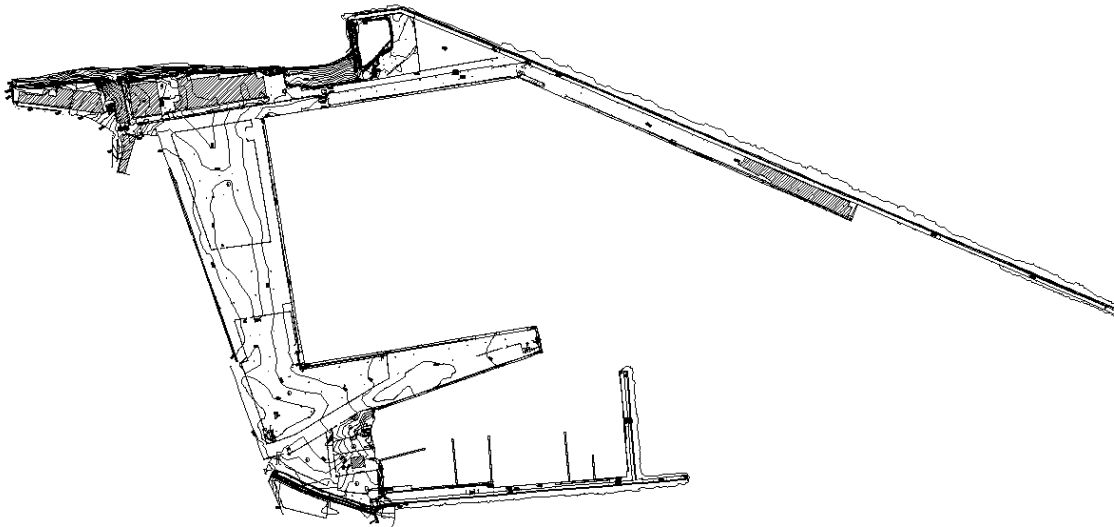
### 3.6.3 La pesca

È attualmente destinata all'approdo dei pescherecci parte della banchina del Molo di Sottoflutto e la sponda sud del molo trapezoidale.

### 3.6.4 Cantieristica

Si segnala la presenza di alcuni cantieri navali adibiti a manutenzione e riparazione dei motopesca e delle imbarcazioni da diporto.

I cantieri sono ubicati tra il molo trapezoidale e il molo di sottoflutto ed occupano complessivamente una superficie di circa 6.600 m<sup>2</sup>.



**Figura 3.7 – Il porto oggi**

### 3.7 PIANO REGOLATORE DEL PORTO

Il Piano Regolatore del Porto, redatto dallo studio CI.GI.VI. degli Ingg. Elio Ciralli, Franco Grimaldi e Paolo Viola, è stato approvato dalla Regione con Decreto Dirigenziale dell'A.R.T.A., n.367 del 5 aprile 2004. Il PRP ha inoltre completato la procedura di Valutazione Ambientale Strategica, il cui decreto finale è di prossima emanazione.

L'attuazione del Piano è prevista per fasi, la prima delle quali è quella di completamento dei moli di sopraflutto e di sottoflutto (si confronti la Relazione di PRP "Le fasi di realizzazione del Piano"), lasciando le funzioni esistenti nell'attuale collocazione.

E' facilmente riscontrabile che le opere foranee in completamento sostanzialmente ripropongono, ottimizzandole le opere foranee già previste nel precedente PRP del 1981.

Solo a seguito del completamento delle fasi successive il piano avrà sostanziale attuazione con le refluenze funzionali prescritte.

Infatti sotto gli aspetti funzionali il PRP vigente destina gli specchi acquei del porto ad attività di nautica di diporto, pesca, cantieristica e crocieristica, ma con disposizione diversa dall'attuale.

Per la descrizione del PRP si confronti la tavola SF.01.03 - Stralcio di PRP.

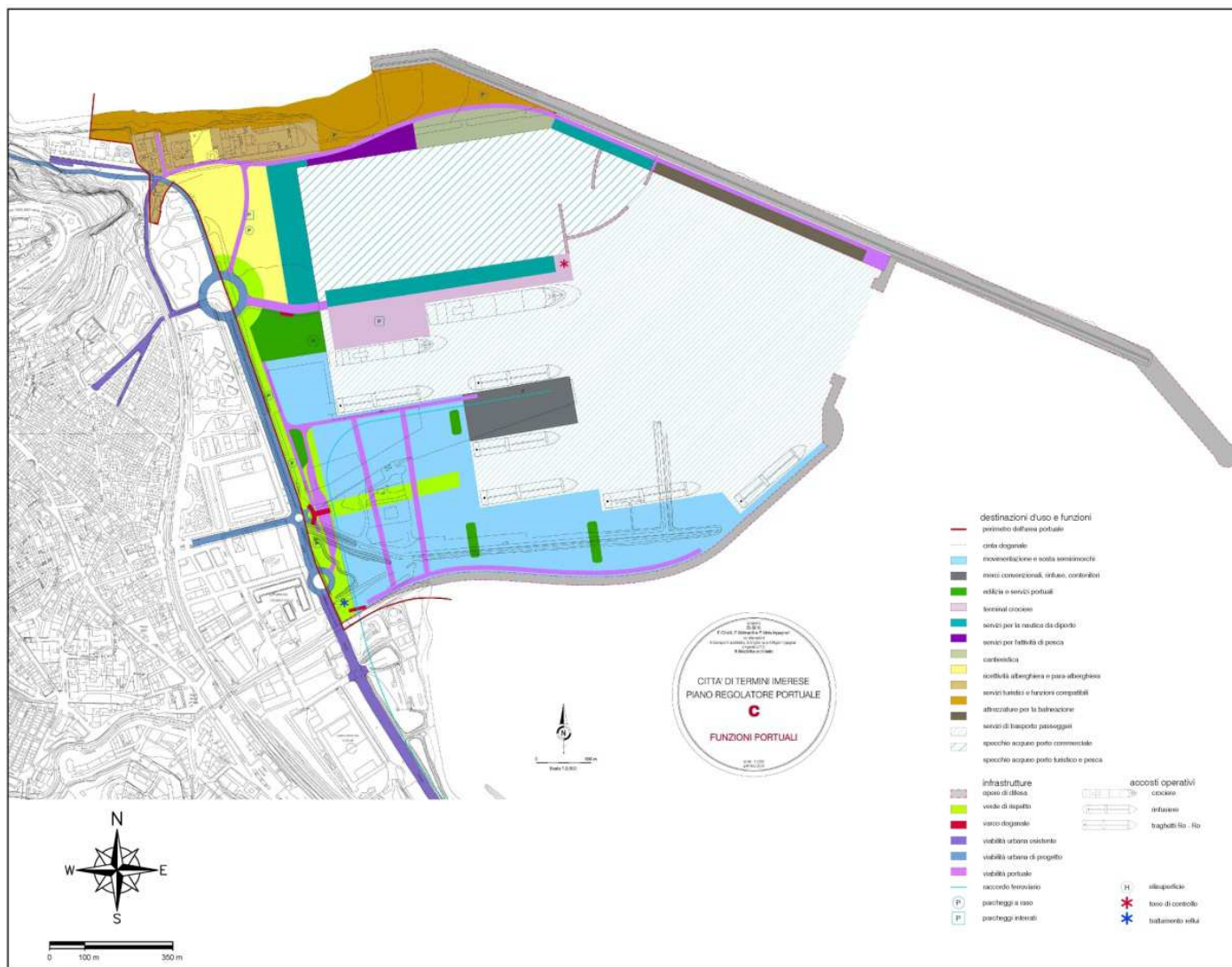


Figura 3.8 – Piano Regolatore Portuale vigente (2004)

## 4. DESCRIZIONE DEL PROGETTO

---

### 4.1 SINOSSI PROGETTUALE

---

Il progetto prevede il ripristino ed il completamento dell'opera di sopraflutto del Porto di Termini Imerese in conformità a quanto previsto nel vigente Piano Regolatore del Porto.

Tutti gli interventi previsti tendono inoltre alla riqualificazione della infrastruttura, ai fini di un miglior e completo utilizzo di tutte le aree portuali.

In particolare il progetto prevede quattro differenti interventi:

1. Il prolungamento della diga foranea di sopraflutto (dalla progr. 1205,00 m alla prog. 1455,00 m) – cfr. OP.02.01 e OP.05.01;
2. Il rifiorimento della mantellata della diga foranea (dalla prog. 0,00 m alla prog. 1205,00 m) – cfr. OP.02.02 e OP.05.02;
3. Il ripristino della banchina della diga foranea – cfr. OP.02.02, OP.05.02 e OP.07;
4. La realizzazione del martello terminale della banchina della diga foranea – cfr. OP.02.02, OP.05.02, OP.07, OP.08.01 e OP.08.02.

Si rimanda alla tav. OP.01 per una visualizzazione sinottica degli interventi.

L'opera, insieme al completamento del molo di sottoflutto (attualmente in corso di progettazione da parte di altra società), fornirà un indubbio contributo alla messa in sicurezza dell'intero bacino portuale, la cui agitazione residua interna dovuta alle mareggiate (compresi gli eventi generati da venti di terra - scirocco) soffre ancora dell'incompletezza delle opere foranee.

Il molo e la banchina saranno completati con tutti gli arredi e le attrezzature necessarie ed alla praticabilità in sicurezza dello stesso.

### 4.2 CONFORMITA' AL PIANO REGOLATORE DEL PORTO VIGENTE

---

Il progetto tende al completamento della configurazione portuale prevista dal vigente PRP, redatto dallo studio CI.GI.VI. degli Ingg. Elio Ciralli, Franco Grimaldi e Paolo Viola e approvato dalla Regione con Decreto Dirigenziale dell'A.R.T.A., n.367 del 5 aprile 2004, attuandone sostanzialmente la prima fase ivi prevista.

La configurazione planimetrica delle opere ricalca quindi lo schema approvato.

### 4.3 OBIETTIVI E LINEE GUIDA

---

E' fuor di dubbio che l'esigenza di una qualsiasi opera di questo tipo deve tenere in massimo conto una serie di condizioni al fine di consentirne la fattibilità.

#### 4.3.1 Compatibilità ambientale

---

Deve essere garantito l'uso di tutti gli accorgimenti e strumenti di salvaguardia ambientale che assicurino l'assoluto mantenimento della qualità delle acque e dei fondali anche in occasione della realizzazione dei suddetti interventi.

Un'attenzione particolare viene rivolta alla sostenibilità complessiva del progetto ai fini dell'uso delle risorse naturali:

- verranno adottati tutti i sistemi necessari di protezione ambientale sia in fase costruttiva che in quella gestionale;
- i movimenti di terra saranno ridotti al minimo necessario e compensati in loco;
- verranno installati sistemi di illuminamento a basso consumo energetico (led) che garantiscono un basso inquinamento luminoso;

- i materiali da costruzione, rivestimenti, componenti, semilavorati, etc. saranno scelti con alto grado di eco-compatibilità.

#### 4.4 DESCRIZIONE DEGLI INTERVENTI

Di seguito vengono descritti puntualmente i singoli interventi.

##### 4.4.1 Intervento 1: prolungamento della diga foranea di sopraflutto

Come detto in precedenza, il progetto prevede il completamento dell'opera di sopraflutto in coerenza con quanto previsto nel PRP approvato e vigente.

Detto prolungamento avrà lunghezza complessiva misurata lungo l'asse pari a 250 m, dalla progressiva 1.205,0 m alla progressiva 1.455,0 m e sarà radicato alla testata dell'attuale tratto terminale dalla cui giacitura divergerà verso sud-est di un angolo pari a 25°50'8".

La realizzazione del molo concorrerà quindi ad una maggiore protezione dell'intero bacino portuale nel rispetto proprio delle previsioni del vigente Piano Regolatore Portuale di Termini.

##### 4.4.1.1 Scelta della sezione tipologica

Nel corso della progettazione sono state esaminate e valutate differenti soluzioni progettuali per la realizzazione del molo. Ciò è stato fatto confrontando preventivamente le effettive disponibilità di materiali da costruzione in loco, in termini di tipologia e qualità degli stessi, e delle capacità costruttive, in termini di disponibilità di mezzi e di tecnologie, mediamente riscontrabili per opere di questo tipo.

L'esame delle diverse alternative deve mirare alla scelta dell'opera maggiormente sostenibile ed economicamente più conveniente, da sottoporre a successiva ottimizzazione.

Nel novembre 2011, a seguito di una preliminare valutazione della tipologia costruttiva del prolungamento del molo foraneo di sopraflutto del porto di Termini Imerese, sono state proposte all'Autorità Portuale di Palermo tre differenti alternative, delle quali sono stati stimati preliminarmente i costi al metro lineare e, quindi, complessivi per l'intero progetto.

Dette soluzioni sono state illustrate nell'elaborato "PSA, Proposte di Soluzioni Alternative", agg. 8 novembre 2011, agli atti dell'Amministrazione.

Tipologia	Descrizione
<b>Soluzione 1</b>	Diga a gettata con mantellata in massi artificiali parallelepipedi, sovrastruttura e muro paraonde in calcestruzzo (soluzione riportata nel PRP vigente)
<b>Soluzione 2</b>	Diga a cassoni cellulari con scogliera radente e mantellata in massi esapodi
<b>Soluzione 3</b>	Diga a cassoni cellulari con muro paraonde

Tabella 4.1 – Soluzioni alternative proposte nel novembre 2011



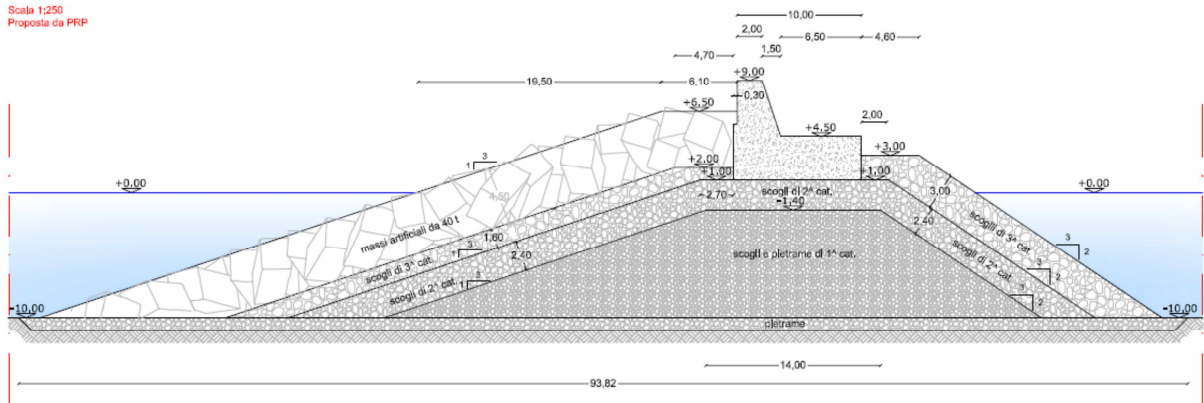


Figura 4.1 – Sezione tipo per il prolungamento del molo di sopraflutto: soluzione 1

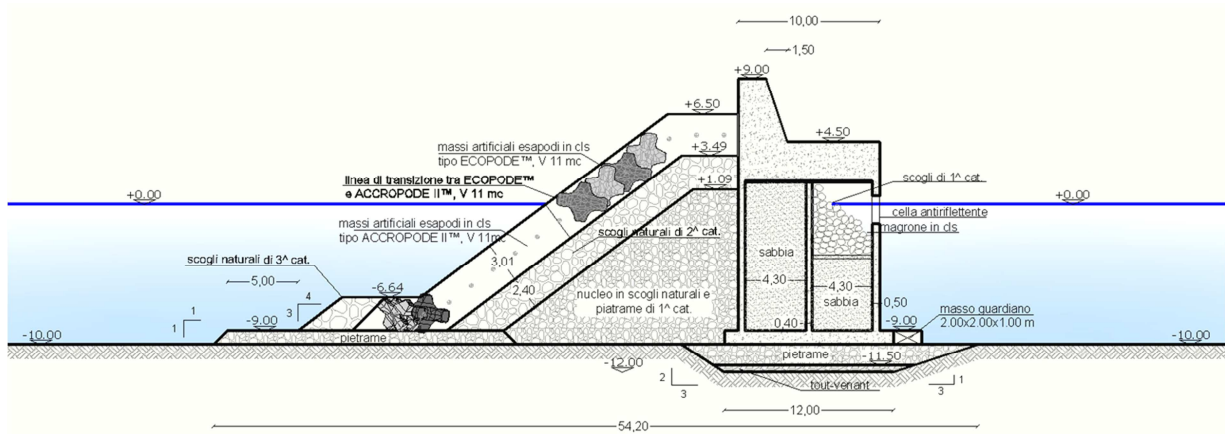


Figura 4.2 – Sezione tipo per il prolungamento del molo di sopraflutto: soluzione 2

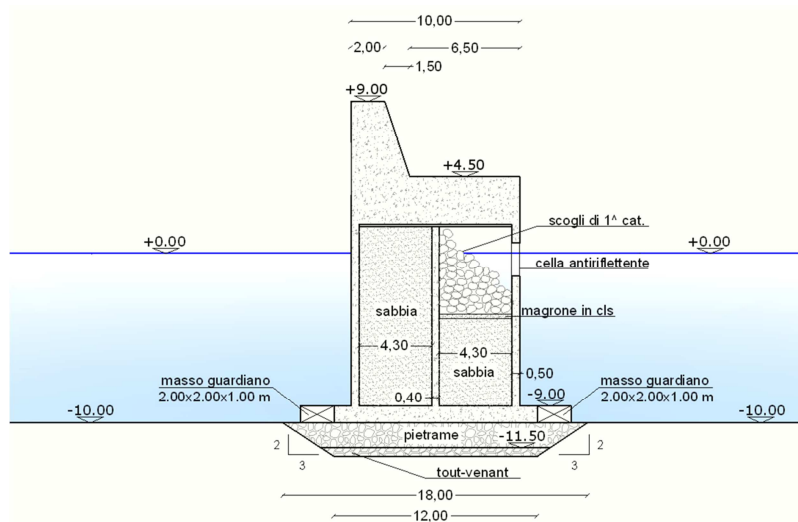


Figura 4.3 – Sezione tipo per il prolungamento del molo di sopraflutto: soluzione 3

Successivamente, a seguito delle prime risultanze delle indagini geotecniche condotte e ultimate nell'ottobre 2012 sono state riconsiderate le possibili alternative costruttive.

Pertanto si sono proposte le sezioni tipo 4 e 5 (cfr. elaborato "PSA v2, Soluzioni Alternative delle Opere Marittime del Molo di Sopraflutto", agg. 25 ottobre 2012 agli atti dell'Amministrazione).

Tipologia	Descrizione
<b>Soluzione 4</b>	Diga a gettata con mantellata in massi artificiali cubici, sovrastruttura e muro paraonde in calcestruzzo (variante della proposta del PRP)
<b>Soluzione 5</b>	Diga a cassoni cellulari con scogliera radente e intervento di miglioramento del terreno

Tabella 4.2 – Soluzioni alternative proposte nell'ottobre 2012

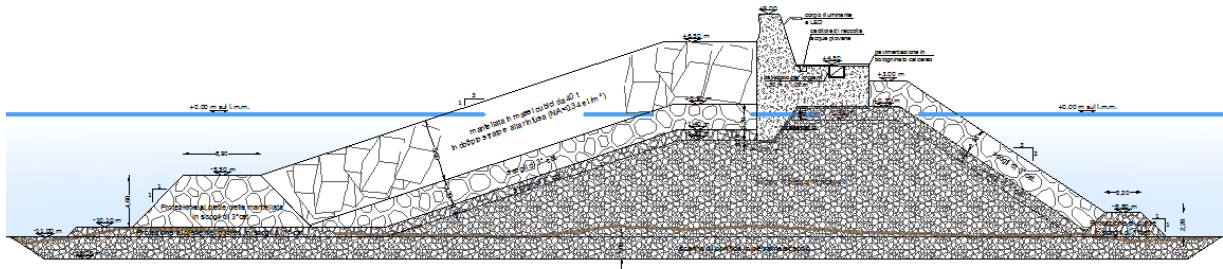


Figura 4.4 – Sezione tipo per il prolungamento del molo di sopraflutto: soluzione 4

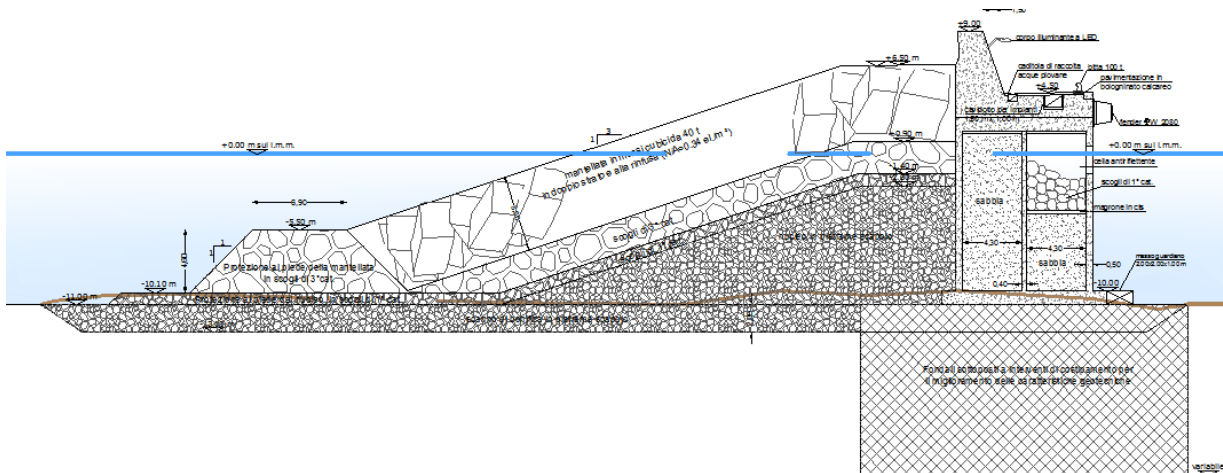


Figura 4.5 – Sezione tipo per il prolungamento del molo di sopraflutto: soluzione 5

La scelta finale è quindi ricaduta sulla soluzione 4, sia per la corrispondenza tipologica con il molo già esistente sia per la piena rispondenza al PRP, avendo l'Autorità Portuale ritenuto non compatibile ne necessario rendere attraccabile questa parte terminale del molo di sopraflutto.

Detta soluzione è stata successivamente ottimizzata sotto gli aspetti ingegneristici, tenendo anche conto dell'entrata in vigore del nuovo prezzario della Regione Siciliana (GURS n.13 del 15/03/2013) che ha introdotto una consistente lievitazione dei costi delle opere marittime rispetto ai precedenti.

In tal senso si è potuto pure procedere ad una migliore gestione dei sedimenti dragati riutilizzandone la maggior quantità possibile nella costruzione delle opere in progetto, anche in considerazione dei risultati delle analisi condotte dal Dipartimento di Scienze della Terra e del Mare (DiSTeM) dell'Università degli Studi di Palermo che hanno escluso l'uso degli stessi per ripascimento di spiagge.

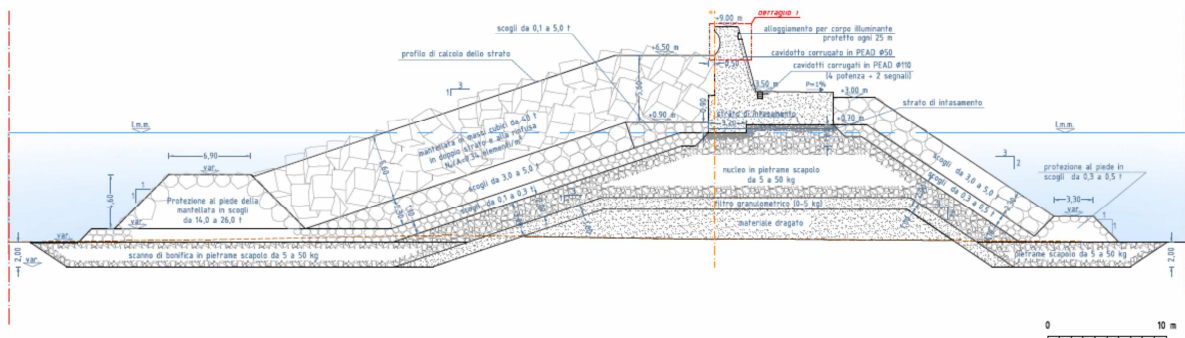
#### 4.4.1.2 Descrizione della sezione ottimizzata

Lungo il tracciato del nuovo tratto del molo di sopraflutto il fondale è caratterizzato da lievi differenze batimetriche: i recenti rilievi effettuati nel 2011 hanno mostrato che le batimetriche variano tra -7,50 m in corrispondenza dell'attuale testata sino a -10,50 m.

Occorre specificare che tali batimetrie sono da ritenere in equilibrio alquanto stabile, avendo lo studio sulla dinamica della costa evidenziato come queste provengano dal generale abbassamento delle quote di fondale che si è instaurato dopo la costruzione dello sbarramento sul F. San Leonardo.

La costruzione del prolungamento della diga foranea è stata pensata come una tipica opera a gettata stratificata che insiste su un terreno di non buone proprietà meccaniche. E' stato quindi previsto un miglioramento delle proprietà fisiche del terreno presente lungo il sedime dell'opera, mediante uno scanno di bonifica in pietrame scapolo da 5 a 50 kg avente uno spessore di circa 2 m, da realizzare ai piedi delle mantellate e degli strati filtro, previa rimozione dello strato di sabbia pelitica presente.

La maggior parte del materiale dragato (ovvero la prevalente frazione sabbiosa in quanto quella pelitica andrà fisiologicamente dispersa durante la stessa operazione di dragaggio e refluento) verrà posto alla base del nucleo. Tale soluzione risulta importante ai fini ambientali ed economici, grazie al compenso dei materiali in loco, al conseguente abbattimento dei costi di smaltimento e conferimento in discarica ed alla conseguente riduzione del materiale di cava occorrente per il nucleo.



**Figura 4.6 – Sezione tipo ottimizzata per il prolungamento del molo di sopraflutto**

Su questo materiale verrà posato uno strato filtro granulometrico con elementi non superiori a 5 kg, al fine di garantire il buon confinamento dello strato sabbioso riportato. In sede costruttiva verranno effettuate le ricariche occorrenti per garantire le quote finali previste in progetto.

Il nucleo di forma trapezia sarà completato con pietrame scapolo, con dimensioni variabili da 5 a 50 kg, con berma a quota adeguata sul l.m.m. e scarpate con pendenza 3/1 su entrambi i lati.

Il nucleo nel lato esposto alle mareggiate sarà protetto da:

- uno stato filtro di scogli di prima categoria avente spessore pari a 1,10 m;
- uno stato filtro di scogli di terza categoria avente spessore pari a 2,30 m.

La mantellata sarà in massi artificiali cubici in calcestruzzo disposti in doppio strato.

Lungo il tratto tronco-conico i massi artificiali in calcestruzzo avranno peso pari a 40 t; la mantellata avrà spessore 5,60 m e formerà lato mare una berma emersa di larghezza 8,40 m a quota +6,5 m sul l.m.m.

Lungo il tratto curvilineo di testata i massi artificiali avranno peso pari a 60 t; la mantellata avrà spessore 6,40 m e formerà lato mare una berma emersa di larghezza 9,60 m a quota +6,5 m sul l.m.m. La disposizione planimetrica degli elementi a peso maggiorato si evince dagli elaborati grafici e dalla relazione di calcolo.

La mantellata avrà una protezione al piede in scogli naturali:

- o da 14 a 26 t fino alla batimetrica dei - 9 mslm;
- o da 10 a 20 t dalla batimetrica dei - 9 m alla batimetrica dei -11 m slm.

Il nucleo sarà protetto dal lato porto da:

- o uno stato filtro di scogli di prima categoria avente spessore pari a 1,10 m;
- o una mantellata in scogli di terza categoria avente spessore pari a 2,30 m che forma una berma larga 3,50 m a quota +3,0 m sul l.m.m., con protezione al piede in scogli di prima categoria.

Al di sopra del nucleo è prevista una sovrastruttura in calcestruzzo di larghezza 10,00 m con muro paraonde sino a quota +9,0 sul l.m.m.. Il muro paraonde presenta lato mare un'apposita sagomatura per ridurre ulteriormente gli spruzzi durante la risalita delle onde.

Nella stima complessiva delle quantità di materiale lapideo occorrenti per realizzare il molo suddetto si è, inoltre, tenuto conto dell'assestamento del terreno di sedime sottoposto al peso dell'intera opera. Tale cedimento, conseguente alla deformazione degli strati compressibili sottostanti, è stato stimato, a mezzo di calcolo numerico agli elementi finiti (cfr. elab. B.9.1 Studio Geotecnico), nell'ordine massimo di circa metri 1.00. Pertanto, rapportando la superficie media del cedimento alla superficie media della sezione di progetto, si è ricavato un incremento percentuale pari a circa il 10%, applicato al computo dei quantitativi delle singole categorie di materiale lapideo da porre in opera.

Per una visualizzazione sinottica delle opere si rimanda agli elaborati OP.02.01 e OP.05.01.

#### *4.4.1.3 Arredi e segnaletica portuale*

E' prevista la predisposizione di un apposita segnaletica orizzontale per segnalare il pericolo di caduta a mare. Tale segnaletica è da realizzare predisponendo una fascia di un metro composta da bande di colore giallo e blu (cfr. OP.05.01). I colori e le specifiche grafiche devono essere idonei al tipo di impiego e rispondenti alle specifiche norme UNI-EN.

Gli ostacoli verticali alla manovra dei mezzi (muro paraonde, salti di quota, etc.) verranno opportunamente segnalati con dispositivi rifrangenti muniti di catadiottri bifacciali bianco/rosso. I dispositivi, idonei per l'ambiente e per il tipo di posa, saranno posti nel rispetto della buona norma tecnica.

#### *4.4.1.4 Impianti*

E' previsto l'inserimento di un apposito impianto di illuminazione con ottiche a LED e predisposizioni per prese di servizio ai fini della manutenzione.

A tal fine sono previsti appositi alloggiamenti ricavati lungo il muro paraonde, collegati da cavidotti corrugati in PEAD  $\Phi$ 110 (4 per la linea potenza e 2 per la linea segnali) e pozzetti di ispezione, opportunamente segnalati, con chiusini in ghisa carrabili posti ogni 20 m circa.

In corrispondenza della testata verrà spostato l'impianto di segnalamento a luce verde già presente sull'attuale molo e di recente sostituzione.

Si rimanda alle specifiche relazioni di progetto IE.01 per gli impianti elettrici e illuminotecnici, IS.01 per gli impianti idrici e antincendio ed agli elaborati grafici EI.02 e IS.02.

#### 4.4.2 Intervento 2: rifiorimento della mantellata della diga foranea

Il molo di sopraflutto (dalla prog. 0,00 alla prog 1.205,00 m) presenta oggi una mantellata in massi cubici con diversi elementi dislocati e frequenti spazi vuoti con conseguente aumento dell'esposizione del sottostrato all'azione diretta del moto ondoso e quindi della possibilità di dissesto catastrofico dell'intera opera. L'intervento che viene proposto intende ripristinare la sezione dell'opera foranea ai livelli prestazionali consoni per l'opera.

Si confrontino i rilievi condotti per le parti sommerse ed emerse per ottenere una immediata evidenza della necessità dell'intervento.

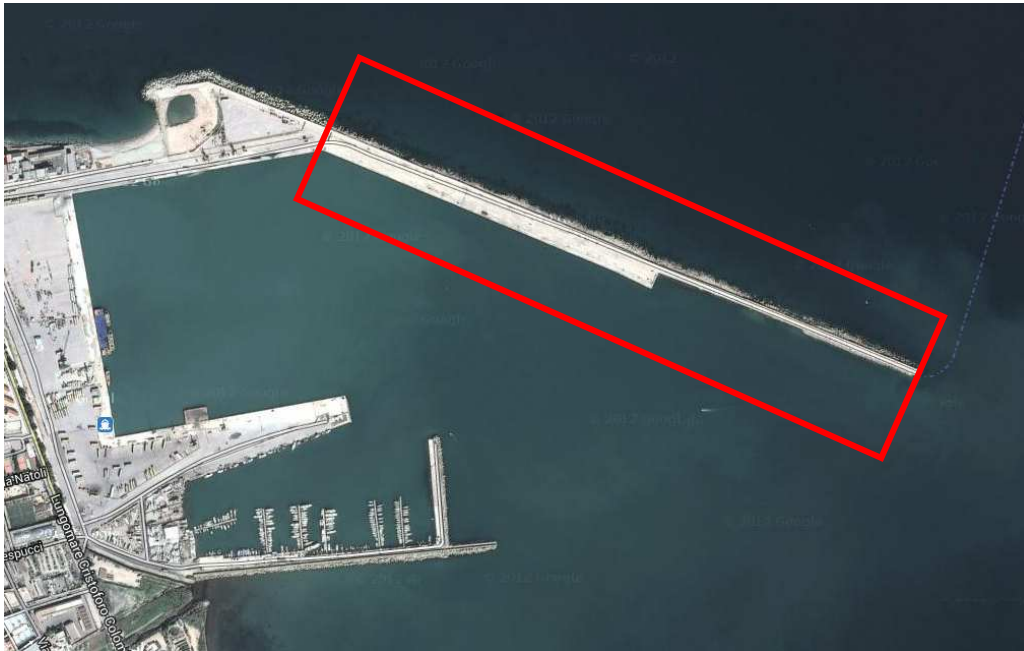


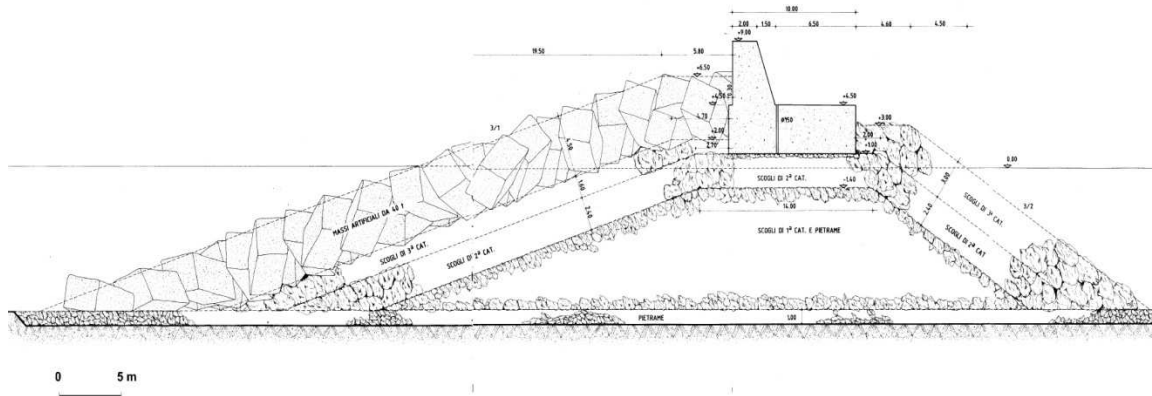
Figura 4.7 – Molo di sopraflutto: tratto dalla progr. 0.00m alla 1.205,00m con la mantellata da rifiorire

##### 4.4.2.1 Analisi delle probabili cause di dissesto

I lavori oggi esistenti della diga foranea del porto di Termini Imerese sono stati realizzati e terminati da alcuni decenni.

Avendo riscontrato che la sagoma della mantellata oggi visibile risulta notevolmente difforme da quella riportata nei disegni del progetto originario, ci si è intanto interrogati sulle probabili cause che hanno determinato l'attuale situazione.

La sezione tipologica originaria prevedeva una mantellata in massi cubici attestata direttamente su di uno scanno di imbasamento dello spessore di un metro, alla quota del fondale allora esistente.



#### 4.8 – Sezione tipo del progetto della diga foranea (“Progetto esecutivo generale di prolungamento della diga foranea e completamento della banchina S.Veniero”, prof. Ing. G. Mallandrino, 1985)

Occorre tener presente che in quei tempi era presente e documentato un notevole apporto sedimentario proveniente principalmente dal fiume San Leonardo. Ne era testimonianza diretta la così detta “secca di San Giovanni”, notevole accumulo sabbioso presente nel tratto terminale della diga foranea ed utilizzata come spiaggia balneare dagli abitanti della zona (Cfr. Studio della Dinamica delle Coste).

Successivamente allo sbarramento del fiume San Leonardo con la costruzione della diga Rosamarina, il flusso sedimentario si è notevolmente ridotto, tanto che oggi la secca di cui sopra è completamente scomparsa.

Appare quindi presumibile che tale riduzione dell’apporto solido litoraneo, combinato alle mareggiate da maestrale che interessano il sito, abbiano nel tempo comportato l’abbassamento delle quote di fondale su cui era impostata l’opera, portando a nudo lo scanno di imbasamento e quindi determinando estesi fenomeni di scalzamento al piede.

Conseguentemente può essere avvenuta una rotazione degli elementi della mantellata verso mare con delocalizzazione di alcuni massi sui fondali prospicienti.

Non possono comunque escludersi a priori scostamenti costruttivi rispetto alle sezioni di progetto.

#### 4.4.2.2 Descrizione della soluzione progettuale

Il progetto prevede la ricostituzione dell’integrità della sagoma di sezione dell’opera (in attinenza a quella del “Progetto esecutivo generale di prolungamento della diga foranea e completamento della banchina S.Veniero”, prof. Ing. G. Mallandrino, 1985) ai fini di un deciso miglioramento delle performance idrauliche e statiche della struttura. Naturalmente non si è trascurato di riverificare l’efficacia della sezione a suo tempo progettata rispetto le condizioni meteomarine di progetto oggi stimate con informazioni e metodi aggiornati.

Come è dimostrato nella specifica sezione della relazione di calcolo, il ripristino della mantellata con massi cubici in calcestruzzo non armato permette di resistere all’azione delle maggiori ondate con una riduzione notevole dell’overtopping.

La sezione costruttiva della mantellata, scelta per analogia con la scogliera preesistente, prevede la realizzazione di un piede composto da tre massi cubici da 40 t su uno strato di pietrame, quest’ultimo previsto al fine del necessario miglioramento meccanico dell’appoggio in considerazione della qualità dei terreni interessati (cfr. OP.05.02 e OP.06.02).

Per rendere remote le possibilità di scalzamento che hanno interessato fin qui l’opera, in considerazione del fatto che la diga foranea risulta sub parallela all’andamento delle batimetriche naturali del sito, si è scelto di collocare il piede, dalla prog. 0,00 m alla prog.

911,30 m, ad una profondità fissa, pari ad una quota di fondale verosimilmente non modificabile dalle eventuali fluttuazioni future del regime sedimentario.

In questo modo è stata definita una sezione di progetto uniforme e facilmente misurabile, sia in fase costruttiva che nei successivi monitoraggi. La particolare cura costruttiva del piede garantisce un punto fermo contro eventuali scivolamenti.

Il piede verrà infatti realizzato tramite una bonifica meccanica puntuale della qualità del terreno fondale a mezzo di pietrame, dopo aver delocalizzato la modesta quantità di sedimento preesistente in situ su batimetrie leggermente più profonde al fine di garantire una migliore protezione del piede stesso. Ciò è reso possibile dalle buone risultanze delle analisi di caratterizzazione compiute sui sedimenti.

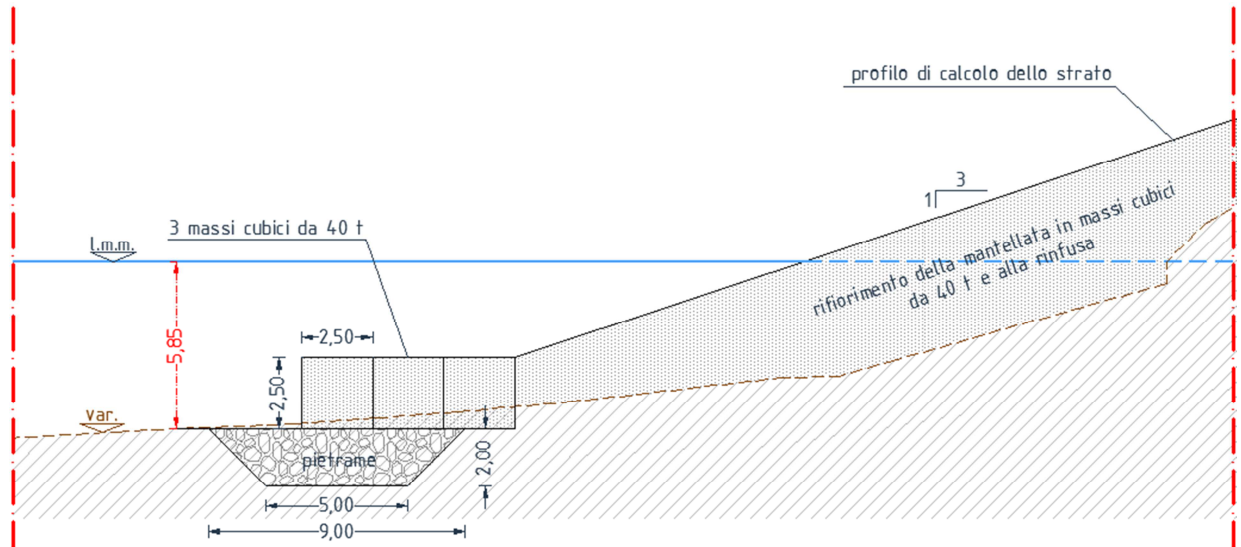


Figura 4.9 – Sezione intervento di rifiorimento, piede della mantellata

È stata inoltre prevista una risagomatura del massiccio e del muro paraonde, che ad oggi si presentano con una sagoma non omogenea. Al fine di garantire una quota costante lungo tutto lo sviluppo del sopraflutto, il massiccio si regolarizzerà a +3,50m per la parte carrabile e a +9,00 m sul l.m.m. per la parte del coronamento. Quest'ultima quota è quella verificata durante le analisi di funzionalità dell'opera in caso di overtopping (cfr. la relazione di calcolo).

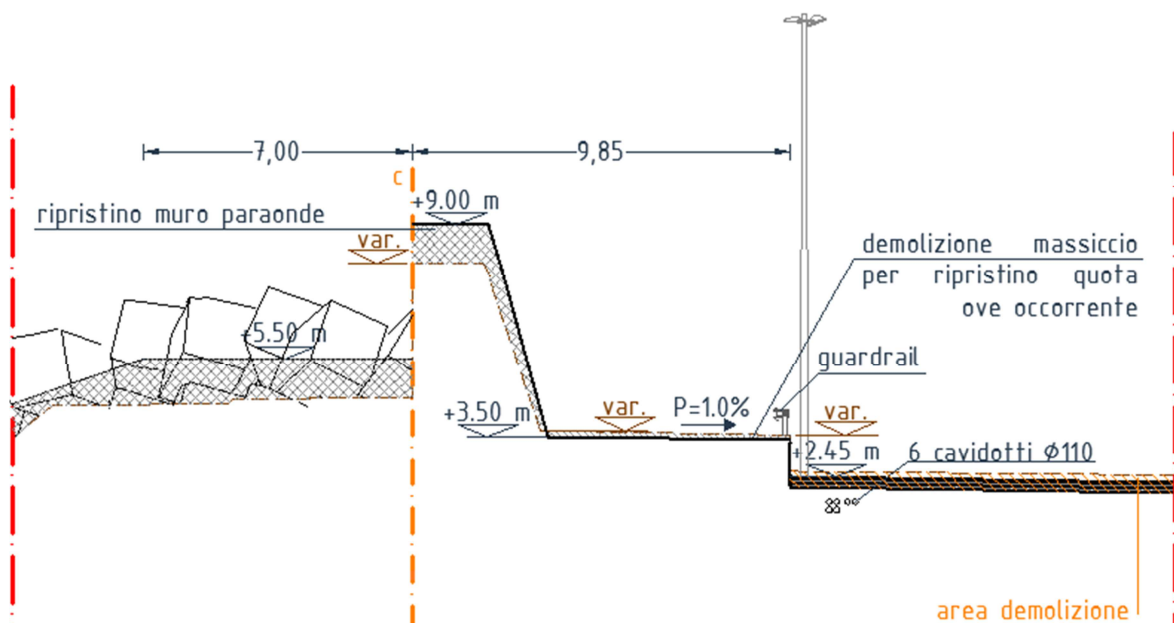


Figura 4.10 – Sezione intervento di rifiorimento, massiccio e muro paraonde

#### 4.4.3 Intervento 3: ripristini della banchina della diga foranea

Il progetto prevede degli interventi di ripristino della banchina della diga foranea, oggi dissestata e non utilizzata. Questi consistono:

- nella regolarizzazione della quota della banchina a +2,00 m sul l.m.m. in corrispondenza del ciglio, come previsto dal PRP vigente;
- nella sigillatura dei giunti tra cassoni esistenti, oggi aperti e causa di sifonamento (cfr. OP.07);
- nel riempimento degli eventuali vuoti e cavità presenti nella colmata a tergo dei cassoni, sotto la pavimentazione, per effetto di fenomeni di sifonamento.

La regolarizzazione per abbassamento della quota della banchina fino a 2,00 m, dalla prog. 0,00 m alla prog 695,70 m (cfr. OP.07), verrà effettuata operando una demolizione degli strati superficiali della banchina (che ad oggi si attesta a quota +2,50 m circa). La demolizione interessa parte della sovrastruttura sopra i cassoni in cls realizzati a coronamento della banchina lato porto, nonché parte del riempimento a tergo. Si noti che la demolizione sopra i cassoni deve avvenire dopo la rimozione delle lastre di copertura del cunicolo, dei blocchi di orlatura e delle bitte presenti.

L'intervento di sigillatura dei giunti fra i cassoni esistenti sarà operato attraverso la seguente procedura (cfr. tav. OP.07):

- posizionamento di sacchetti di iuta dal lato mare ai fini della necessaria protezione ambientale durante i lavori;
- infissione di tuboforma in acciaio di diametro  $\varnothing$  250 (verificato che tale diametro sia inferiore all'ampiezza del giunto) fino a quota di 2 m inferiore rispetto al piano di imposta del cassone esistente, posizionati ad una distanza di 1 m dal bordo dello stesso lato mare e subito prima del riempimento a tergo;
- infilaggio nel tuboforma di apposito sacco  $\varnothing$  700, realizzato in geotessile con determinate caratteristiche (verificato che tale diametro, una volta riempito il sacco di cls, sia sufficiente a sigillare il giunto), animato con tubo di acciaio  $\varnothing$  40, fino alla quota di 2 m inferiore rispetto al piano di imposta dei cassoni;
- sfilamento del tuboforma;
- riempimento del sacco in geotessile con idoneo cls C20/25;
- apertura di scasse nella sovrastruttura per il versamento del materiale di riempimento nell'intercapedine confinata dai diaframmi in cls realizzati;
- riempimento della suddetta intercapedine fino a rifiuto con materiale proveniente da demolizioni della sovrastruttura e/o tout venant di cava;
- previa rimozione del surplus di riempimento fino alla quota necessaria, ripristino della sovrastruttura in cls.

Al fine di ottenere anche sulle superfici di riempimento a tergo dei cassoni la portanza prevista originariamente per la banchina (pari a  $6 \text{ t/m}^2$ ) l'intervento prevede l'inserimento di:

- una geogriglia biassiale in polipropilene in maglia quadrata 38x38 mm;
- una fondazione in misto granulometrico, sp. 20 cm;
- uno strato di base in conglomerato bituminoso, sp. 10 cm;

Realizzata la suddetta stratificazione ed il necessario livellamento si provvederà, sia sul riempimento che sui cassoni, a stendere:

- una rete metallica zincata 8 x 10 cm, a doppia torsione in maglia esagonale;
- uno strato di binder, sp. 5 cm;
- uno strato di usura in conglomerato bituminoso modificato, sp. 4 cm.

I materiali provenienti dalla scarifica e demolizione saranno utilizzati per il riempimento a tergo del palancolato del nuovo molo martello (intervento 4), ovvero per il riempimento dei giunti tra cassoni, di cui sopra.



L'intervento si completa con interventi minori di riqualificazione della banchina foranea (cfr. OP.02.02):

- il rifacimento della rampa di collegamento tra la banchina S.Veniero (+1,50 m) e la banchina della diga foranea (2,25 m);
- la realizzazione di una rampa tra la strada che affianca la banchina S. Veniero (3,20 m) ed il massiccio della diga stessa (3,50 m);
- la realizzazione di due rampe tra la banchina ed il massiccio della diga alle progressive 354,6 m e 695,5 m.

#### *4.4.3.1 Arredi e segnaletica portuale*

L'ormeggio del naviglio avverrà con l'ausilio di bitte in ghisa sferoidale idoneamente installate e colorate con vernice poliuretana colore RAL 5007. Detti dispositivi di ormeggio sono disposti e dimensionati in relazione alla grandezza e tipologia delle imbarcazioni da ormeggiare e realizzati con materiali di provata resistenza alla corrosione. In ogni caso, dovranno resistere in condizioni di sicurezza ad almeno 1000 KN di tiro orizzontale in ogni direzione.

Verranno idoneamente collocati idonei parabordi in gomma stirolica opportunamente dimensionati e rispondenti all'uso previsto (oggetto di specifica fornitura da parte dell'Autorità Portuale con separato appalto).

Per motivi di sicurezza è previsto l'inserimento, lungo la banchina, di sei scalette di emergenza (cfr. OP.07) da porre ad una distanza di circa centocinquanta metri l'una dall'altra (cfr OP.02.02).

E' prevista la predisposizione di un apposita segnaletica orizzontale sia per segnalare il pericolo di caduta a mare che la presenza delle scalette di emergenza e delle aree di rispetto per l'ormeggio alle bitte. Tale segnaletica è da realizzare predisponendo una fascia di un metro composta da bande di colore giallo e blu e piazzole di colore giallo in corrispondenza delle zone di rispetto per l'ormeggio alle bitte e rosso per la segnalazione delle scalette di emergenza (cfr. OP.02.02). I colori e le specifiche grafiche devono essere idonei al tipo di impiego e rispondenti alle specifiche norme UNI-EN.

Gli ostacoli verticali alla manovra dei mezzi (muro paraonde, salti di quota, etc.) verranno opportunamente segnalati con dispositivi rifrangenti muniti di catadiottri bifacciali bianco/rosso. I dispositivi, idonei per l'ambiente e per il tipo di posa, saranno posti nel rispetto della buona norma tecnica.

Il ciglio banchina sarà segnalato ai pedoni anche con l'apposizione, a tre metri dallo stesso, di dissuasori in acciaio AISI 316 (parapedoni) installati secondo regola d'arte, col sistema a bussola/bicchiera.

#### *4.4.3.2 Impianti*

La realizzazione degli impianti (elettrico, illuminotecnico e antincendio) è già oggetto di appalto da parte dell'Autorità Portuale. Il presente progetto prevede di ricollocare, secondo le nuove quote, le armature con tre corpi illuminanti (2x250W + 1x150W) lungo la banchina (cfr. OP.02.02).

Allo stesso tempo verrà ricollocato l'impianto antincendio mentre verrà realizzato ex novo l'impianto idrico con la disposizione di erogatori sottosuolo ogni 40 metri.

Inoltre è stato concordato con la stazione appaltante di predisporre nella banchina una rete per la raccolta e il convogliamento di acque reflue.

Questa terminerà in corrispondenza della banchina "S. Veniero" per poi essere in futuro collegata ad una nuova rete di smaltimento dei reflui che l'Autorità Portuale ha intenzione di realizzare in prossimità della stessa banchina.

Tale condotta sarà realizzata tenendo conto delle quote disponibili prevedendo quindi gli opportuni pozzetti di salto per il sollevamento dei reflui.

Si rimanda alle specifiche relazioni di progetto IE.01 per gli impianti elettrici e illuminotecnici, IS.01 per gli impianti idrici e antincendio ed agli elaborati grafici EI.02 e IS.02.

#### 4.4.4 Intervento 4: realizzazione del martello terminale della banchina della diga foranea

Al termine della banchina della diga foranea, in corrispondenza della progressiva 695,70 m ed in allineamento con il tratto terminale del nuovo molo di sottoflutto (in corso di progettazione), verrà realizzato un molo martello secondo le previsioni del Piano Regolatore del Porto vigente.

Il nuovo molo presenta il ciglio lato mare a quota +2,00 m s.l.m.m. e sporge rispetto alla banchina esistente di 30 m. Il nuovo molo avrà una superficie complessiva di circa 1.000 m<sup>2</sup>.

La soluzione progettuale prevede la realizzazione di struttura tipo "cofferdam", tramite l'impiego di palancolate composite, mutuamente tirantate, composte da profilati metallici con sezione ad "H", alternati a palancole metalliche con forma classica a "Z".

Tali elementi, legati da apposite giunzioni (gargami), realizzano la chiusura continua e impermeabile tra i componenti principali.

Le palancolate risultano essere vincolate in testa con tiranti di ancoraggio metallici in barre, ancorati a mezzo di elementi di carpenteria, oltre che collegate da una trave di coronamento in c.a. realizzata in opera.

Detta trave di coronamento viene progettata per assolvere ad una funzione aggiuntiva, che è quella di migliore protezione contro l'attacco corrosivo dell'acqua di mare verso il palancolato metallico: infatti il coronamento nella parte lato mare riveste e protegge il palancolato fino a quota -1,00m s.l.m.m., pertanto realizza un efficace schermo protettivo nella zona di maggiore corrosione per gli effetti di bagnatura e asciugatura.

Per la paratia principale si è considerato a favore di sicurezza un fondale di calcolo pari a -11.00m. Tale assunzione cautelativa tiene conto delle quote di fondale previste dal PRP e di un possibile scalzamento localizzato al piede delle paratie, dovuto all'azione delle eliche dei natanti.

Si prevede di realizzare la palancolata con profili ad H di lunghezza pari a 20.90 m e palancole di chiusura da 15.40 m.

Le palancolate saranno mutuamente tirantate in sommità con tiranti orizzontali in barre metalliche di diametro 3 ¼", disposti ad interasse tipico pari a 1.68 m.

Per la formazione dei piazzali di banchina si prevede di eseguire il riempimento tra le due paratie con il materiale proveniente dalle demolizioni della sovrastruttura dei cassoni di banchina e dai dragaggi, idoneamente costipato e compattato, con una finitura superficiale di tipo elastico realizzata con un pacchetto di pavimentazione bituminosa.

I piazzali di banchina e le strutture di sostegno verticali sono state progettate per un carico di servizio pari a 60kN/mq.

##### 4.4.4.1 Arredi e segnaletica portuale

L'ormeggio del naviglio, ove previsto, avverrà con l'ausilio di bitte in ghisa sferoidale idoneamente installate e colorate con vernice poliuretana colore blu. Detti dispositivi di ormeggio sono disposti e dimensionati in relazione alla grandezza e tipologia delle imbarcazioni da ormeggiare e realizzati con materiali di provata resistenza alla corrosione. In

ogni caso, dovranno resistere in condizioni di sicurezza ad almeno 1000 KN di tiro orizzontale in ogni direzione.

Verranno idoneamente collocati idonei parabordi in gomma stirolica opportunamente dimensionati e rispondenti all'uso previsto (oggetto di specifica fornitura da parte dell'Autorità Portuale con separato appalto).

Per motivi di sicurezza è previsto l'inserimento, lungo la banchina, di scalette di emergenza (cfr. OP.07).

E' prevista la predisposizione di un apposita segnaletica orizzontale sia per segnalare il pericolo di caduta a mare che la presenza delle scalette di emergenza e delle aree di rispetto per l'ormeggio alle bitte. Tale segnaletica è da realizzare predisponendo una fascia di un metro composta da bande di colore giallo e blu e piazzole di colore giallo in corrispondenza delle zone di rispetto per l'ormeggio alle bitte e rosso per la segnalazione delle scalette di emergenza (cfr. OP.02.02). I colori e le specifiche grafiche devono essere idonei al tipo di impiego e rispondenti alle specifiche norme UNI-EN.

Il ciglio banchina sarà segnalato ai pedoni anche con l'apposizione, a tre metri dal bordo, di dissuasori in acciaio AISI 316 (parapedoni) installati secondo la regola d'arte col sistema a bussola/bicchiere.

#### 4.4.4.2 Impianti

Nel nuovo molo verranno derivate le linee per potenza e segnale presenti in banchina per future implementazioni.

Saranno a tal fine posati cavidotti corrugati in PEAD  $\Phi$ 110 (4 per la linea potenza e 2 per la linea segnali) e pozzetti di ispezione, opportunamente segnalati, con chiusini in ghisa carrabili posti ogni 20 m circa.

Infine si prevede l'installazione di un fanale di segnalamento verde alla testa del molo.

Si rimanda alle specifiche relazioni di progetto IE.01 per gli impianti elettrici e illuminotecnici, IS.01 per gli impianti idrici e antincendio ed agli elaborati grafici EI.02 e IS.02.

### 4.5 MODALITA' DI ESECUZIONE IN AMBIENTI AGGRESSIVI

L'ambiente marino è notoriamente aggressivo secondo tutte le classificazioni tecniche correnti. Secondo la norma UNI 9858 - Prospetto II, l'ambiente marino senza gelo ha una classe di esposizione ambientale "4a".

Tale esposizione comporta una accurata scelta dei materiali da costruzione in funzione delle loro caratteristiche tecnologiche. Rimandando alla letteratura tecnica in materia, copiosa sui materiali tradizionali, meno su quelli "alternativi" a minor "costo totale" (si veda per esempio PIANC RecCom WG15 "The use of alternative materials in marine construction" - 2009), si deve distinguere l'azione e quindi i migliori rimedi da mettere in campo per le costruzioni in siti costieri e portuali.

#### 4.5.1 Calcestruzzi armati

La definizione della classe di esposizione del calcestruzzo (norme UNI 11104 UNI EN 206-1) è "XS3 - Ambiente marino - molto aggressivo". Tale classificazione comporta una serie di regole tecniche e di buona pratica per il confezionamento e la realizzazione di un buon calcestruzzo non poroso e sufficientemente impermeabile che garantisca dall'innesco dei fenomeni di carbonatazione e di conseguente riduzione della passivizzazione degli acciai strutturali, con conseguente innesco dei noti fenomeni di ossidazione, velocemente progressivi ed altamente distruttivi.

Le costruzioni in calcestruzzo a ridosso del mare, immediatamente al di sopra del livello delle acque subiscono attacchi fisico meccanici, elettrochimici e biologici che occorre tenere in evidenza per le più opportune scelte mitigatrici degli effetti dannosi.

#### 4.5.2 Acciai (pareti combinate e armature per cls)

---

I fenomeni dell'aggressione degli acciai in acqua marina sono stati ampiamente studiati ed esiste una copiosa letteratura tecnica in materia a cui si è fatto riferimento. Valga per esempio la citazione dei recenti:

- "Accelerated low water corrosion" PIANC MarCom report of WG 44 – 2005
- "Inspection, maintenance and repair of maritime structures exposed to damage and material degradation caused by salt water environment" PIANC MarCom report of WG 17 - 2004

La protezione degli acciai delle pareti combinate è stata quindi affidata ad un impianto di protezione catodica a correnti impresse, con caratteristiche idonee alla tipologia progettuale prescelta. Le sezioni dei profili sono state dimensionate tenendo in opportuno conto della perdita di spessore indicata dalla EN 1993-5, in funzione della vita utile di progetto

Nella zona di splash i profilati metallici delle pareti combinate saranno inoltre dotati di idoneo rivestimento con vernici epossidiche per la protezione passiva idonea per l'ambiente "Im2", come definito dalla norma ISO 12944-5: 2007. Sono infatti previsti spessori di 360 µm per l'adeguata aspettativa di durata della struttura. Tale protezione passiva sarà realizzata con cinque fasi esecutive successive, ovvero pulitura da grassi e oli, sabbiatura, stesura di zincante inorganico, stesura in doppia mano di pittura epox alluminio.

Tutti gli acciai di armatura dei manufatti in cls.a. verranno zincati a caldo per posizioni superiori a -2 m rispetto al l.m.m..

#### 4.5.3 Componenti degli impianti elettrici, elettronici e meccanici

---

Verranno adottati apparecchi di manovra, componenti, condutture e semilavorati sempre rispondenti alla classe di esposizione del sito con particolare riguardo ad esecuzioni finalizzate alla durevolezza ed alla minore esigenza manutentiva.

#### 4.5.4 Materiali, semilavorati e prodotti per gli arredi esterni e l'illuminotecnica

---

Verranno scelti materiali, semilavorati e prodotti sempre rispondenti alle classi di esposizione del sito garantendo esecuzioni di installazione ed assemblaggio rispondenti alla finalità della generale durabilità delle opere (viterie, bullonerie, fissaggi, etc) ed alla facilità di manutenzione.

Per tutti i profilati esposti agli agenti atmosferici (coprigiunti, paraspigoli, elementi di arredo portuale) sarà garantito un adeguato livello di protezione grazie all'utilizzo di acciaio di tipo INOX AISI 316 o almeno rivestimenti a mezzo di zincatura a caldo.

### 4.6 VERIFICA DELLE INTERFERENZE CON RETI AEREE E SOTTERRANEE

---

Il porto di Termini Imerese viene oggi dotato di tutti gli impianti necessari per l'operatività dell'infrastruttura (elettrico, illuminotecnico, idrico, fognario, antincendio) grazie ai "Lavori di ripristino statico dei piazzali del porto commerciale e rifacimento degli impianti ed arredi", già appaltati dall'Autorità portuale ed in corso di realizzazione.

In particolare la banchina della diga foranea, oggi sprovvista di qualsiasi dotazione impiantistica, verrà col suddetto appalto dotata dell'impianto elettrico ed illuminotecnico e dell'impianto antincendio.

Tali impianti sono stati progettati ed oggi vengono realizzati in conformità agli interventi previsti nel progetto in esame.

---

Pertanto tutte le reti sotterranee risultano note e sono state tenute in debito conto nella progettazione de quo.

## 5. FATTIBILITA' DELL'INTERVENTO

---

Il progetto è corredato degli studi specialistici per le verifiche di fattibilità, per le ottimizzazioni e i dimensionamenti nonché per l'analisi dei principali effetti delle opere progettate sull'ambiente.

In particolare sono stati redatti i seguenti studi:

- Studio Climatologico
- Studio Meteomarino
- Studio dell'Agitazione Residua e dell'Operatività Nautica del Sistema Portuale
- Studio Sedimentologico
- Studio della Dinamica delle Coste
- Studio Idrologico-idraulico
- Studio Geologico (*a cura del dott. Giuffrè*)
- Studio Sismico
- Studio Geotecnico
- Studio sulla Stabilità delle Strutture
- Studio di Inserimento Paesaggistico
- Studio della Biocenosi Bentonica

Di seguito sono riportate le conclusioni degli studi più significativi.

### 5.1 Considerazioni conclusive dello studio meteomarino

---

Nello Studio Meteomarino (cfr. elab. B.2) sono state definite le principali condizioni meteomarine per la caratterizzazione del paraggio in esame ai fini ingegneristici.

L'individuazione del settore geografico di traversia, che sottende il paraggio in studio, è stata effettuata sulla carta Tecnica Regionale a scala 1:10.000 e sulle carte dell'Istituto Idrografico della Marina, su un punto sulla batimetrica dei 100 m di fronte il sito interesse.

Esso risulta compreso tra 300°N e 90°N.

Per la stima degli eventi estremi ondametrici al largo del litorale di Termini Imerese sono stati identificati dapprima tutti i dataset ondametrici disponibili utilizzati in precedenti studi per l'area in esame.

La scrivente ha quindi eseguito ulteriori elaborazioni su alcuni dataset al fine di verificare e confrontare al meglio i risultati.

In particolare sono stati considerati:

- il dataset ondametrico fornito dall'agenzia britannica UKMO, già utilizzato per il paraggio di Termini Imerese durante la redazione degli studi di supporto del Piano Regolatore del Porto vigente (2002) da parte dello Studio "Ci.Gi.Vi" e sottoposto ad ulteriori elaborazioni da parte della scrivente nel 2011 e nel 2012;
- il dataset ondametrico dell'atlante MedAtlas, relativo al periodo 1991-2002, realizzato da un consorzio di sei compagnie con sede in Italia, Francia e Grecia, già utilizzato per il paraggio di Termini Imerese durante la redazione del Rapporto Ambientale per la Procedura di Valutazione Ambientale Strategica relativa al suddetto Piano Regolatore del Porto (2009) da parte dello "Studio Mallandrino S.R.L." e sottoposto ad ulteriori elaborazioni da parte della scrivente nel 2011 e nel 2012;
- le serie ondametriche storiche dalla rete ondametrica italiana R.O.N., relativi al periodo 2004-2007, presenti nell'area con il sito strumento di Capo Gallo, già utilizzate per il

paraggio di Termini Imerese durante la redazione del Rapporto Ambientale per la Procedura di Valutazione Ambientale Strategica relativa al suddetto Piano Regolatore Portuale (2009) da parte dello “Studio Mallandrino S.R.L.”;

- le serie ondametriche sintetiche Era–Interim, relative al periodo 1979-2010, derivate dal modello ECMWF ed elaborate dalla scrivente nel 2012;
- dati ondametrici, derivanti dall’applicazione del metodo SBM a partire dalle serie anemologiche della stazione aeronautica di Ustica per il periodo 1951-1973, utilizzati nello studio idraulico marittimo del 1981 redatto dall’Ing. Mallandrino;
- i dati ondametrici stimati per la redazione dello studio meteomarinario a supporto della modellazione numerica eseguita dalla società Hr Wallingford (2007) commissionato dal Comune di Termini Imerese, per gli interventi di recupero e stabilizzazione della spiaggia in erosione con opere di protezione diretta da fenomeni erosivi a breve termine, lungo il tratto di costa compreso tra la foce del fiume S. Leonardo e del molo di sopraflutto del porto e in cui il database ondametrico è stato derivato dai dati anemologici MetOffice relativi al periodo 1986 - 2006.

A seguito di un confronto diretto tra tutte le risultanze degli studi condotti, è stata determinata una tabella di sintesi degli eventi estremi. Questa si è ottenuta scegliendo ogni evento estremo, al variare del tempo di ritorno e della direzione al largo, in modo tale che esso eguagli o superi il 75% dei dati analoghi disponibili. La soglia utilizzata è tipica delle usuali applicazioni statistiche di questo tipo.

Nonostante l’approccio possa presentare alcuni aspetti scientificamente criticabili, è pur vero che il metodo utilizzato ha il pregio di tener conto di tutti gli sforzi elaborativi sinora compiuti da diversi esperti negli anni, e quindi definisce valori della grandezza sui quali è possibile concordare largamente. L’approccio è inoltre senz’altro cautelativo, e ciò conforta sia l’importanza dell’opera sia il livello di progettazione a cui ci si riferisce.

Sono stati così determinati gli eventi estremi al largo per le direzioni 300°N, 330°N, 0°N, 30°N, 60°N e 90°N e per i tempi di ritorno 1,5,10, 25, 50, 100 e 150 anni.

ANALISI DEGLI EVENTI ESTREMI AL LARGO DI TERMINI IMERESE						
R (ANNI)	H <sub>s</sub> (m)					
	300°N	330°N	360°N	30°N	60°N	90°N
1	5,40	3,93	3,60	3,20	2,50	2,30
5	5,81	4,99	5,00	4,40	3,70	3,02
10	6,22	5,68	5,60	4,90	3,74	3,50
25	6,67	6,99	5,86	5,17	4,04	3,76
50	7,14	7,68	6,57	6,20	4,97	4,01
100	7,41	8,37	7,29	6,24	5,31	4,27
150	7,73	8,77	7,70	6,55	5,65	4,44

Tabella 5.1 – Stima degli eventi estremi di progetto al largo di Termini Imerese

Per quanto riguarda il clima d’onda al largo, il database ondametrico registrato grazie alla boa della RON di Capo Gallo, sotto forma di tabelle di occorrenze, a seguito di opportune considerazioni, è stato ritenuto identificativo anche del paraggio di Termini Imerese. Le occorrenze sono state trasposte al largo del paraggio in esame, applicando un metodo di trasposizione basato sul confronto dei fetch geografici ed efficaci. Inoltre sono stati determinati gli eventi caratteristici del clima d’onda al largo con frequenza di superamento pari a 5 gg/anno e 12 h/anno, utili per alcune elaborazioni specifiche.

TERMINI IMERESE CLIMA D'ONDA AL LARGO		
DIR (°N)	H <sub>s</sub> (m)	
	5gg/a	12 h/a
300	1.80	2.86
315	1.90	3.03
330	1.52	3.11
345	1.05	2.40
0	0.72	2.24
15	0.91	2.28
30	0.99	2.22
45	0.80	1.94
60	1.00	2.00
75	0.66	2.08
90	0.58	1.24
OMNI	2.66	3.63

Tabella 5.2 – Eventi caratteristici del clima d'onda al largo di Termini Imerese per 5 gg/anno e 12 h/anno.

Ci si è quindi dedicati alla trasformazione degli stati del mare nella loro evoluzione dal largo verso riva. Sono state quindi effettuate opportune simulazioni numeriche tramite modelli matematici idonei (STWAVE e CGWAVE) e sono stati quindi stimati sia gli eventi estremi che gli eventi caratteristici del clima d'onda sottocosta.

A seguito di tali simulazioni è stato possibile trarre le seguenti conclusioni:

- l'onda che si propaga dal largo verso riva tende a disporsi con direzioni di propagazione ortogonali alla linea di riva;
- sulla batimetria dei -25 m i treni d'onda sottocosta tendono a disporsi secondo le direzioni comprese nel settore tra 324°N e 65°N;
- sulla batimetria dei -11 m i treni d'onda sottocosta tendono a disporsi secondo le direzioni comprese nel settore tra 0°N e 56°N;
- la fascia di frangenza si localizza a ridosso della costa, e risulta tanto più ampia quanto minore è la frequenza di accadimento del moto ondoso in esame.

In particolare, quindi, per ogni punto di controllo a differente profondità, è stato possibile identificare una coppia di “mean wave directions”:

- sulla batimetria dei -25 m :
  - Maestrale (325°N-0°N ), come traversia principale;
  - Grecale (0°N-75°N), come traversia secondaria;
- sulla batimetria dei -11 m:
  - Tramontana (345°N-15°N ), come traversia principal e;
  - Grecale (30°N-60°N), come traversia secondaria.

Stante la situazione peculiare del porto di Termini Imerese che soffre di forti agitazioni interne per venti di terra (II quadrante, scirocco) sono stati valutati specificamente gli eventi estremi sulla batimetria dei -11 m s.l.m. dovuti a tali condizioni meteorologiche.

In particolare si osserva che gli stati del mare più gravosi e generati dai venti spiranti dal II quadrante sulla batimetria dei -11 m s.l.m. sono quelli indotti dagli eventi anemologici da 150°N. Gli stati del mare assumono una direzione le ggermente inclinata rispetto a quello del vento generatore; nel punto di controllo i treni d'onda generati assumono la direzione  $D_{wave}=67°N$ . Il valore estremo per il tempo di ritorno pari a 150 anni delle altezze d'onda generate dall'azione del venti spiranti dal secondo quadrante, con una durata dell'evento anemologico pari a 24 ore, assume valori prossimi a 1,59 m.

Inoltre per il litorale di Termini Imerese sono stati identificati come rappresentativi dei livelli idrici in situ i dati provenienti dalla stazione R.M.N. di Palermo.



L'ampiezza massima di marea è stata valutata pari a circa 15 cm. L'escursione di marea è stata valutata pari a circa 30 cm.

Sono state eseguite considerazioni sull'innalzamento idrico per i fenomeni di "storm surge", dovuti agli effetti relativi ai gradienti barometrici, al frangimento dell'onda e all'azione del vento per alcuni tempi di ritorno di maggior interesse.

In via cautelativa, si è scelto di considerare il livello idrico massimo a 150 anni pari a +1,2 m sul Imm. Tale valore andrà considerato, nelle successive elaborazioni, relativamente alle finalità ingegneristiche di effettiva pertinenza.

Non si è trascurato, infine, di eseguire considerazioni sulla variazione dei livelli idrici marini indotti dai cambiamenti climatici.

## 5.2 Considerazioni conclusive dello studio agitazione residua e dell'operatività nautica del sistema portuale

---

Lo studio (cfr. elab. B.3) è finalizzato alla valutazione delle condizioni di agitazione residua sotto le mareggiate e alle considerazioni sull'operatività nautica del porto di Termini Imerese a seguito della realizzazione delle nuove opere.

Si è rilevato che i lavori di completamento del molo di sopraflutto e del molo di sottoflutto rappresentano la prima fase di attuazione dello strumento di pianificazione vigente (PRP), mentre viene mantenuta temporaneamente inalterata l'attuale configurazione interna degli specchi acquei con le relative destinazioni funzionali.

Essendo le condizioni di operatività portuale, e quindi gli stati limite di agitazione interna, dipendenti dalla tipologia di traffico ed al naviglio a cui il bacino è destinato, in assenza delle opere di parzializzazione e riconfigurazione interna, si è optato di eseguire un confronto diretto tra la configurazione progettuale post operam, denominata "Layout A", e la configurazione attuale, denominata "Layout 0", al fine di verificare se e quanto la situazione generale tragga beneficio dalle nuove opere.

Solo ai fini dell'ottimizzazione delle condizioni di agitazione residua nell'avamposto è stato anche studiata un'ulteriore configurazione portuale definita "Layout B". I Layout A e B si differenziano per via della diversa sezione costruttiva ipotizzata per il molo di sottoflutto lato mare e per la configurazione del dente posizionato all'estremità della banchina sul molo di sopraflutto lato avamposto. Per il layout A si sono adottati coefficienti di riflessione pari a 0,9 (pareti verticali). Per il layout B essi sono stati valutati pari a 0,65 (pareti antiriflettenti).

In particolare, sono state eseguite, per ogni configurazione in analisi, le simulazioni di agitazione residua applicando il codice CGWAVE, modello che permette di stimare gli effetti indotti da fenomeni diffrattivi e riflessivi. Durante le simulazioni eseguite gli effetti dissipativi non lineari sono stati considerati trascurabili. Ciò implica che i valori del coefficiente di amplificazione ottenuti risultano sovrastimati, e sono, pertanto, da ritenersi cautelativi.

Per ciascun accosto, a parità di periodo, i coefficienti di amplificazione più elevati in generale si riscontrano per gli stati del mare sottocosta da 45°N, mentre, per le direzioni 330°N e 135°N, i valori si riducono.

La riduzione media del coefficiente di amplificazione per il layout progettuale A, rispetto al layout di stato di fatto 0, è pari:

- per mareggiate da 330°N: -39%;
- per mareggiate da 45°N: - 48%;
- per mareggiate da 135°N: - 58%.

E' stata eseguita l'analisi di *downtime* per le operazioni di movimentazione merci per gli accosti commerciali attuali secondo i dettami della direttiva ROM 3.1 99, ritenuta applicabile al caso per la sua cautelatività. Le verifiche eseguite mostrano che i tempi di inoperatività

portuale per le operazioni di movimentazione merci secondo la configurazione progettuale si riducono notevolmente rispetto alle condizioni attuali.

Le verifiche effettuate sull'operatività degli attuali ormeggi per le imbarcazioni da diporto dal punto di vista dell'agitazione residua (che restano attualmente in posizione difforme rispetto alla previsione di PRP), hanno indicato che la realizzazione delle nuove opere implica una notevole riduzione dei livelli di agitazione residua rispetto alle condizioni attuali, soprattutto per le ondate con direzione sottocosta di 45°N e 135°N.

Per quanto riguarda la larghezza e la profondità dell'imboccatura del porto commerciale è stato confermato secondo gli standard di settore e secondo le metodologie riconosciute a livello internazionale (PIANC) quanto già stabilito negli studi di supporto per la redazione del PRP. Per la nave di progetto indicata nel PRP, la larghezza del canale di accesso deve essere superiore a 182 m mentre la profondità deve essere pari a 11m.

In merito all'agibilità nautica dell'accesso al porto, dall'analisi dei fenomeni di frangimento all'imboccatura è emerso che la persistenza temporale media annua di tali fenomeni presso la nuova imboccatura è pari a 1 ora/anno e che pertanto i tempi di downtime per le operazioni portuali di ingresso e di uscita sono pressoché trascurabili.

Infine le verifiche eseguite sugli eventuali fenomeni di risonanza che possono verificarsi nei bacini portuali, hanno fornito esito positivo; in particolare, all'interno del range di periodi di onde lunghe, tra 20 s e 800 s e aventi direzione di provenienza pari a 45°N, non si verificano situazioni problematiche per l'operatività portuale; infatti i livelli di agitazione residua, in termini di coefficienti di amplificazione rimangono molto al di sotto dei valori di soglia indicati dagli standard di riferimento (*Harkins and Dorrel, 2000*).

### 5.3 Considerazioni conclusive dello studio della dinamica delle coste

Lo studio (cfr. elab. B.5) è stato redatto allo scopo di chiarire le dinamiche relative al trasporto solido litoraneo in prossimità del sito di Termini Imerese, ed in particolare nel tratto interessato dalle opere portuali da realizzare, stimando gli effetti che possono derivare dalla realizzazione delle opere sulla linea di riva interessata.

Dopo aver raccolto le informazioni di tipo climatico, ondometrico, correntometrico, idrologico-idraulico, sedimentologico (cfr. elabb. B.1, B.2, B.4, B.6) e sulla posizione storica della linea di riva, è stato evidenziato che le caratteristiche del trasporto solido litoraneo sono prevalentemente quelle di un flusso di tipo longitudinale con direzione O-E (dalla foce del fiume San Leonardo verso quella del fiume Imera), indotto prevalentemente dal moto ondoso proveniente dal IV quadrante.

Tale trasporto risulta oggi molto ridotto a causa del depauperamento degli apporti solidi fluviali provenienti dal F. San Leonardo come dagli altri corsi d'acqua. Tra le opere che hanno inciso maggiormente nel mancato apporto di materiali sono da considerare gli sbarramenti (come la diga di Rosamarina sul Fiume S.Leonardo), le briglie e traverse fluviali (su tutti i fiumi principali afferenti all'unità fisiografica) che catturano i sedimenti, ed infine le opere di sistemazioni delle foci che determinano la loro deviazione ed allontanamento verso il lago (foce del Torto e dell'Imera Settentrionale).

Per comprendere l'ordine di grandezza di tale riduzione di materiale solido, basti pensare che fino alla realizzazione della diga Rosamarina, il San Leonardo era in grado di fornire quantità di materiale solido tali da indurre elevati fenomeni di interrimento in prossimità della testata del molo foraneo, formando la cosiddetta "Secca di San Giovanni". Essa veniva utilizzata come spiaggia balneare dagli abitanti della zona. A seguito della realizzazione della diga Rosamarina, tale secca è completamente scomparsa, proprio per via del mancato apporto solido e della ininterrotta azione dei flutti.

La morfologia costiera attuale è stata fortemente influenzata anche dallo sviluppo degli insediamenti abitativi ed allo sfruttamento agricolo ed industriale della fascia retrostante la spiaggia. Le attività umane ed i manufatti costruiti hanno determinato in più punti l'interruzione dei cordoni dunali determinando una grave alterazione del regime degli apporti sedimentari e del loro trasporto e distribuzione.

La riduzione degli apporti solidi fluviali del Fiume San Leonardo e degli altri corsi d'acqua ha comportato una generalizzata tendenza ai fenomeni di erosione, aggravando lo stato delle spiagge limitrofe. Ai fini di limitare gli effetti causati dal continuo processo di erosione che coinvolge le coste sono stati realizzati, nel corso degli anni, numerosi interventi di protezione rigida delle coste.

Stante la conformazione orogenetica e la disposizione delle mareggiate prevalenti, la presenza delle opere foranee del porto di Termini Imerese ha contribuito in modo secondario sull'evoluzione della linea di costa, incidendo principalmente sulla costa immediatamente adiacente sottoflutto, oggi completamente armata.

Per le conferme e le verifiche di maggior dettaglio lo studio si è avvalso delle usuali metodologie riscontrabili in letteratura.

Le considerazioni sedimentologiche sugli indici statistici di Folk e Ward (1957), sui diagrammi di Shepard, sulle curve di Balsillie e sulla mineralogia dei sedimenti marini hanno consentito di confermare l'influenza delle correnti litoranee indotte dal moto ondoso sulla dinamica dei sedimenti all'interno dell'unità fisiografica in esame. L'affinità mineralogica tra i sedimenti prelevati alla testata del molo foraneo di sopraflutto con i suoli del bacino del fiume San Leonardo evidenzia che le correnti prevalenti siano orientate principalmente da ovest verso est.

Sono state condotte verifiche sulle potenziali modifiche del profilo di spiaggia a breve termine mediante il codice SBEACH. E' stato così confermato che i possibili scompensi cross-shore indotti dalle singole mareggiate o dall'effetto cumulato delle stesse, si possono manifestare tra la foce del fiume San Leonardo e il porto, con l'arretramento temporaneo della riva di qualche decina di metri al massimo e con un'escursione dei fondali pari a qualche decimetro al massimo. Tali risultati sono compatibili qualitativamente con quelli valutati dai redattori del P.A.I. per il litorale in esame. I risultati confermano d'altronde quanto riscontrabile sui luoghi soprattutto durante le mareggiate invernali.

Per ridurre tali effetti il Comune di Termini Imerese sta realizzando interventi di recupero e stabilizzazione della spiaggia che prevedono la realizzazione di scogliere soffolte, da finanziare con sovvenzione del Ministero dell'Ambiente.

Sono state inoltre condotte verifiche sui trend evolutivi di medio periodo valutando la componente long-shore del trasporto litoraneo. Dalle modellazioni numeriche della componente idrodinamica, realizzate con l'ausilio dei codici di calcolo STWAVE e ADCIRC, è stato confermato che il regime correntometrico litoraneo prevalente si sviluppa secondo la direzione longitudinale O-E, indotto dalla mareggiate del IV quadrante.

In presenza del moto ondoso del I quadrante, settore di traversia secondario, la corrente litoranea si inverte e ha direzione E-O.

Anche lo studio del clima d'onda e del contenuto energetico associato agli eventi ondosi ha confermato le informazioni presenti in letteratura sul regime idrodinamico, ovvero, che il contributo dovuto alle mareggiate del I quadrante è ridotto e trascurabile rispetto a quello del IV quadrante.

Dalle simulazioni condotte con l'ausilio del codice PTM sulla componente long-shore si è osservato che lungo il litorale in esame il regime del trasporto solido è effettivamente caratterizzato da una debole componente secondo la direttrice O-E.

Il vettore traspo-deposizionale è comunque in grado di movimentare le particelle più leggere e trasportarle lungo il molo di sopraflutto. La mobilità dei sedimenti si riduce all'aumentare della granulometria delle particelle solide. Le particelle più grossolane permangono in situ.

Il trasporto solido O-E praticamente si annulla alla testata del molo di sopraflutto, ove i fondali sono più profondi, generando locali fenomeni di modesto insabbiamento. L'entità di tali fenomeni di insabbiamento è minima per via del mancato apporto solido primario.

In prossimità delle opere di sottoflutto si osservano gradienti correntometrici molto ridotti tali da permettere la sedimentazione e il permanere in situ dei sedimenti pelitici.

Sono state eseguite ulteriori simulazioni al fine di verificare con maggior dettaglio gli effetti indotti dalla nuova configurazione portuale dal punto di vista della dinamica dei sedimenti.

L'inserimento delle nuove opere portuali non incide significativamente sul trasporto solido longitudinale diretto da O verso E, in quanto tali interventi sono localizzati in continuità delle attuali opere foranee del porto di Termini Imerese, all'interno della zona di diffrazione dei flutti prevalenti, senza peggiorare le condizioni attuali.

Anzi si osserva la netta riduzione dell'entità di insabbiamento in prossimità della nuova testata del molo di sopraflutto, rispetto a quella, già ridotta, riscontrabile nelle condizioni attuali.

Le nuove opere di sottoflutto, ricadendo in una zona a basso dinamismo, non intervengono sul regime del trasporto solido locale.

Le evidenze riscontrate sul trasporto solido litoraneo e sul gradiente di accumulo/erosione consentono di affermare che la realizzazione delle nuove opere non comporta preoccupazioni per eventuali effetti negativi sulle coste adiacenti.

#### 5.4 Considerazioni conclusive sullo studio geologico

---

Lo studio geologico è stato condotto dal Dott. Giuffrè.

L'area ove si prevede di realizzare le opere di cui all'oggetto, come evidenziato dagli studi condotti in passato, è caratterizzata dalla presenza in parte di depositi fluvio - marini terrazzati ed in parte da litotipi di riporto.

Morfologicamente, la stabilità d'insieme dell'area appare buona e allo stato attuale non sono stati rilevati dissesti in atto né segni di sconnessione o lesioni negli edifici esistenti nelle vicinanze.

In virtù delle opere previste in progetto, sono state eseguite due differenti campagne di indagini rispettivamente nel novembre 2012 e nel giugno 2013, miranti alla definizione delle principali caratteristiche litostratigrafiche, geofisiche e geotecniche dei terreni che saranno interessati dalle opere di progetto.

Le due differenti campagne geognostiche sono state eseguite, la prima su moto pontone galleggiate, per le aree relative al prolungamento della diga foranea e la seconda sulla banchina del molo di sopraflutto.

I sondaggi ubicati nella zona del prolungamento, hanno intercettato per tutto il loro spessore terreni in posto del tipo (SL), costituiti da sabbie limose e limi sabbiosi di colore grigio-verdastro, a grana fine, poco addensati.

Relativamente ai sondaggi eseguiti sulla banchina, questi sono stati realizzati tre sui cassoni esistenti e tre nell'area della banchina retrostante i cassoni.

Per i primi tre si è riscontrata la presenza del cassone fino alla profondità di 12.50 metri. I cassoni sono stati riempiti con terreni assolutamente eterogenei e classificabili come terreni TR. Il terzo cassone investigato con il sondaggio S3a, spinto fino alla profondità di 9 metri dal

p.c., è stato completamente riempito di calcestruzzo, probabilmente per il fatto che è l'ultimo e si trova in posizione più esposta rispetto agli altri.

I cassoni poggiano poi sui litotipi in posto (SL) costituiti da sabbie limose e limi sabbiosi di colore grigio-verdastro, a grana fine, poco addensati.

Relativamente all'area della banchina retrostante ai cassoni, questa risulta abbastanza omogenea e caratterizzata da una zona compresa tra 8.50 m e 10 m di terreni TR, seguiti dalla formazione in posto SL. In nessuno dei tre sondaggi sono stati riscontrati vuoti che erano stati precedentemente ipotizzati in una prima fase, causati da un possibile sifanomanto dei terreni di riporto posti a contatto tra cassoni contigui.

Relativamente alla caratterizzazione sismica del suolo di fondazione ai sensi delle N.T.C. 2008, la categoria di suolo è stata calcolata con i valori di coesione non drenata ( $C_u$ ) ottenuta dalle prove geotecniche di laboratorio.

In considerazione di quanto riscontrato è stato possibile esprimere parere favorevole per le opere di cui all'oggetto.

## 5.5 Considerazioni conclusive dello studio geotecnico

---

Nello studio (cfr. elab. B.9) sono stati analizzati i temi connessi alla caratterizzazione meccanica dei terreni, sviluppando in modo particolare i seguenti aspetti:

- suscettività sismica dei fondali in presenza di carichi sismici;
- verifiche geotecniche delle opere e degli interventi.

A tal fine sono stati ricavati i parametri utili per le verifiche sismiche delle strutture oggetto della progettazione in funzione delle indagini geognostiche eseguite dalla Globalgeo Srl e della vita nominale e la classe d'uso individuati per le opere da progettare (cfr. elab. B.8 – Studio Sismico).

In particolare, su indicazione dell'Ente committente, la vita nominale dell'opera è stata assunta pari a 50 anni mentre per la classe d'uso è stata individuata la classe II.

Per quanto riguarda l'analisi alla liquefazione è stato utilizzato un approccio denominato "*cyclic stress approach*", basato sul calcolo del fattore di sicurezza nei confronti della liquefazione  $FSL(z)$  al variare della profondità.

La raccolta e l'elaborazione dei dati ha consentito di evidenziare le scarse caratteristiche meccaniche dei primi strati che caratterizzano i fondali in oggetto ed, a valle di un'analisi statistica estremamente cautelativa, si è visto che generalmente sono suscettibili a liquefazione dinamica i terreni presenti sino a 2,00 m computati dalla quota fondale.

Per la realizzazione del prolungamento della diga foranea si è ritenuto quindi opportuno procedere ad una bonifica mirata dei fondali, atta a migliorare le caratteristiche meccaniche del terreno, asportando i terreni caratterizzati da scarse caratteristiche geotecniche e creando uno scanno di imbasamento in pietrame calcareo in corrispondenza dei piedi delle mantellate della scogliera.

Le verifiche geotecniche eseguite hanno riguardato il calcolo del coefficiente di sicurezza allo stato limite ultimo e dei cedimenti allo stato limite di esercizio.

Per lo stato limite ultimo per la stabilità globale sono state analizzate differenti combinazioni (statica in condizioni drenate e non drenate e sismica) per le quali sono stati determinati i valori del coefficiente di sicurezza il quale è sempre risultato superiore all'unità.

Per lo stato limite di esercizio sono stati calcolati i cedimenti immediati e di consolidamento, stimando un cedimento complessivo di circa un metro.

Pertanto si è tenuto conto, in fase esecutiva, di tali cedimenti, per garantire in esercizio le quote stabilite in fase di progetto attraverso delle adeguate misure di compensazione.

## 5.6 Considerazioni conclusive dello studio sulla stabilità delle strutture

---

Negli appositi elaborati di progetto (Cfr. elabb. B.10), si sono riportati i calcoli relativi al presente livello di progettazione per il dimensionamento strutturale delle principali opere.

A tal fine sono stati ricavati i parametri utili per le verifiche sismiche delle strutture oggetto della progettazione in funzione delle indagini geognostiche eseguite dalla Globalgeo Srl e della vita nominale e la classe d'uso individuati per le opere da progettare (cfr. elab. B.8 – Studio Sismico ed elab. B.9 Studio Geotecnico).

In particolare sulla base dei dati idraulico-marittimi e geologico-tecnici disponibili, si è provveduto ad effettuare le opportune verifiche di stabilità del prolungamento del molo di sopraflutto in argomento (intervento 1) riferendo nella relazione di calcolo di cui all'elaborato B.10.1, in merito alla stabilità della mantellata esterna e del relativo piede, degli strati filtro, del coronamento della testata, del complesso opera-terreno, nonché alla valutazione del run-up e dell'overtopping.

Per quanto riguarda il rifiorimento della mantella del molo di sopraflutto esistente (intervento 2) non si è trascurato di riverificare l'efficacia della sezione a suo tempo progettata rispetto alle condizioni meteomarine di progetto oggi stimate con informazioni e metodi aggiornati. Inoltre è stata verificata la quota del muro paraonde in caso di overtopping (cfr. elab. B.10.2).

Nell'elaborato B.10.3 sono riportate invece le verifiche della nuova pavimentazione della banchina prevista nell'intervento 3, mentre nell'elaborato B.10.4 è illustrato il dimensionamento del palancoleto combinato con cui verrà realizzato il nuovo molo martello (intervento 4).

## 5.7 Considerazioni conclusive dello studio di inserimento paesaggistico

---

La Relazione Paesaggistica (cfr. elab. B.11), alla quale si rimanda, evidenzia:

- la sostanziale alta coerenza dell'intervento proposto con le pianificazioni territoriali e di settore, sancita dalla coerenza dell'intervento col Piano Regolatore del Porto approvato e vigente;
- la conseguente fattibilità dell'intervento in merito alla vincolistica attualmente vigente;
- il bassissimo o nullo impatto paesaggistico delle opere in progetto.

## 5.8 Considerazioni conclusive dello studio della biocenosi bentonica

---

Lo studio della biocenosi bentonica (cfr. elab. B12) è stato condotto dal Dott. M. Toccaceli (CREA società cooperativa).

Sono state condotte due tipologie di indagini:

- 1) Indagine sulle biocenosi marine condotta con Side Scan Sonar;
- 2) Indagine e campionamenti in immersione con ARA per l'analisi bionomica e granulometrica.

Inoltre il professionista si è avvalso di un apposito survey visuale subacqueo dei fondali di sedime del previsto prolungamento della diga foranea effettuato con sistema ROV operato da personale qualificato per conto della Porgetti e Operese Srl nell'ottobre 2011.

I fondali indagati sono esclusivamente mobili: fangosi nelle zone interne e più vicine alle opere portuali meridionali (molo sottoflutto) e sabbiosi con granulometria crescente nelle zone più esterne alle opere portuali. Frequente, sui fondali, la presenza di massi e reperti antropici, probabilmente corpi morti o rottami abbandonati.

E' stato evidenziato che le opere in progetto interessano zone con rade tracce di *Cymodocea nodosa* frammista a *Caulerpa sp.* e quindi non interessano habitat prioritari protetti dalle normative nazionali e internazionali.

---

## 5.9 Conclusioni sulla fattibilità tecnica dell'intervento

---

Dagli Studi Tecnici Specialistici sopra richiamati, in nessun caso si sono ravvedute emergenze o criticità che possano in maniera oggettivamente evidente ostare alle previsioni progettuali.

## 6. CAVE E DISCARICHE

### 6.1 Cave di prestito

Il materiale di cava da approvvigionare è costituito da misto granulometrico, tout-venant, scogli e pietrame per le scogliere ed i sottfondi stradali.

La cava più vicina al sito d'intervento risulta essere quella identificata al n.11 (Cava Giardinello Srl) dell'elenco delle cave di prestito autorizzate al 31/12/2012 nella provincia di Palermo e Trapani estratto dal sito internet del Corpo Regionale delle Miniere dell'Assessorato Industria della Regione Siciliana. Nella Figura 6.1 è visualizzata l'ubicazione ed il percorso sino al sito d'intervento (circa 33 km).

Per effetto dell'ordinanza di divieto di transito che interessa alcune arterie viarie del comune di Termini Imerese, il percorso dei mezzi pesanti dalla cava Giardinello in comune di Trabia (punto A) al porto (punto D) risulta essere molto più lungo di quello ordinario.

Dalle interviste condotte con gli operatori della stessa cava, l'unico percorso alternativo, considerate le varie deficienze infrastrutturali, risulta quello indicato in figura.

In pratica i mezzi pesanti dalla cava raggiungono lo svincolo autostradale di Trabia (punto B) e quindi prendono la A19 in direzione Messina fino allo svincolo dell'agglomerato industriale (punto C). Da qui raggiungono il porto attraverso la strada litoranea.

Tale percorso comporta un forte aumento della distanza che devono percorrere i mezzi che devono approvvigionare il materiale: dai circa 10 km che separano la cava dal porto con la viabilità ordinaria ai 33,7 km dell'itinerario sopra descritto.

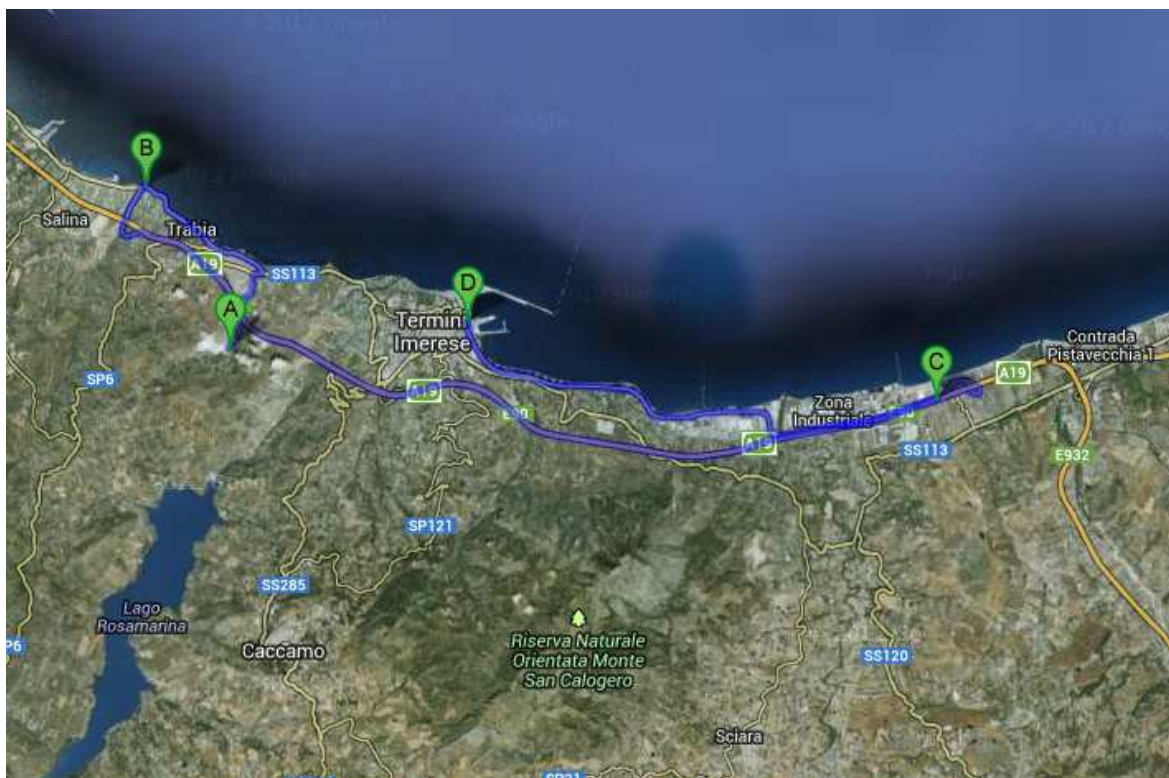


Figura 6.1 - Ubicazione cava di prestito e percorso sino all'area d'intervento (in viola)

### 6.2 Discariche

I materiali di dragaggio, dei quali è stata effettuata la caratterizzazione risultando gli stessi non inquinati, verranno per la maggior parte impiegati per lo stesso nucleo della scogliera e



per rispondere alle esigenze dei rinterri necessari. Allo stesso modo il calcestruzzo proveniente dalla demolizione della sovrastruttura della banchina verrà utilizzato per il riempimento del palancoiato e dei giunti tra i cassoni.

Il materiale da portare effettivamente a discarica sarà dunque contenuto e verrà conferito presso un impianto di raccolta ubicato vicino lo svincolo dell'agglomerato industriale di Termini Imerese, a soli 12 Km dal porto.

Tale impianto effettua il recupero degli inerti con processo certificato, assicurando quindi un'alta valenza ambientale all'intero intervento.

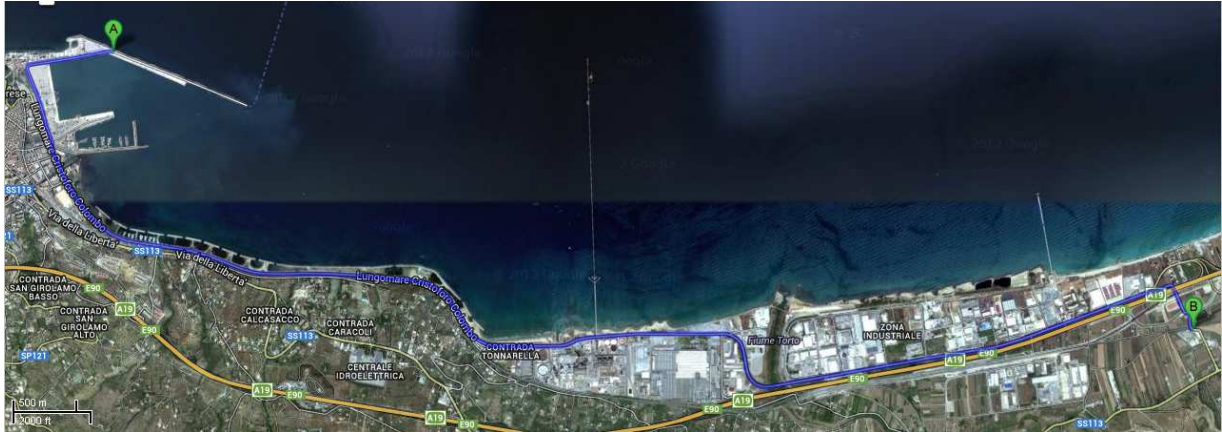


Figura 6.2 – Ubicazione del sito di conferimento e percorso sino all'area d'intervento (in viola)

---

## 7. INDIRIZZI PER I LIVELLI SUCCESSIVI DI PROGETTAZIONE

---

### 7.1 Progetto Esecutivo

---

Il progetto esecutivo dovrà essere redatto sulla scorta delle indicazioni contenute nel presente progetto definitivo, nonché delle indicazioni e prescrizioni eventualmente scaturenti da pareri e autorizzazioni degli Enti preposti alle varie tutele.

I contenuti del progetto esecutivo ed il livello di approfondimento dello stesso non potranno discostarsi da quanto previsto nel D.P.R. 207/2010.

Il progetto esecutivo costituirà documento di appalto ed in quanto tale conterrà tutte quelle indicazioni utili alla effettiva cantierabilità dell'opera.

I livelli successivi di progettazione dovranno attenersi strettamente anche:

- alle esigenze gestionali delle opere, apportando anche quelle modeste modifiche di impostazione al progetto che siano finalizzate al miglior risultato economico-gestionale;
- alle esigenze di una pratica efficace e non eccessivamente onerosa manutenzione delle opere, e ciò intervenendo nelle scelte inerenti la tecnologia dei materiali impiegati in relazione al tipo di posa in opera ed all'ambiente, ed i processi costruttivi.

In particolare la manutenzione delle opere andrà attentamente programmata in relazione ad una efficace esecuzione della stessa.

### 7.2 Opere strutturali

---

Per quanto riguarda le opere strutturali in c.a., si raccomanda, ai fini di garantirne la durabilità in un ambiente così tipicamente aggressivo, di seguire le indicazioni tecniche contenute nelle "Linee guida sul calcestruzzo strutturale" emanate nel dicembre 1996 dal Servizio Tecnico Centrale presso la Presidenza del Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici, in armonia con quanto previsto al punto 8 – allegato II del D.I. del 14.4.1998.

### 7.3 Eliminazione delle barriere architettoniche

---

Si deve tenere conto dell'obbligo di adempiere alle vigenti previsioni normative di cui al DPR del 24.07.1996 n.503 "Regolamento recante norme per l'eliminazione delle barriere architettoniche negli edifici, spazi e servizi pubblici" al fine di assicurare, in detti luoghi, accessibilità (o accessibilità condizionata) ai disabili.

Ciò con particolare riferimento:

- all'accessibilità delle banchine portuali;
- alle pendenze, alle larghezze, alle protezioni laterali (qualora necessarie) dei percorsi pedonali all'interno del porto, rampe e moli inclusi.

### 7.4 Prime indicazioni per la stesura dei piani di sicurezza

---

In sede di progettazione esecutiva, o prima di questa in caso di appalto di progettazione ed esecuzione, il Committente avrà cura di effettuare gli adempimenti di cui al D. Lgs. 81/08 e ss.mm.e ii., concernenti le "Prescrizioni minime di sicurezza nei cantieri temporanei e mobili" o la stesura del "Piano di Sicurezza e Coordinamento", se ed ove inerenti.

In ogni caso le opere e le lavorazioni previste in sede di progettazione esecutiva dovranno rispettare i dettami e lo spirito delle norme citate.

## 8. FASI ATTUATIVE E CRONOPROGRAMMA

Il progetto implicitamente comporta una certa complessità operativa, la quale ha fatto sì che si prevedessero specifiche fasi di attuazione.

Le fasi attuative del progetto saranno quindi:

Fase	Descrizione	Mesi
1	approvazione del progetto ed eventuali valutazioni ambientali	6
2	redazione e approvazione del progetto esecutivo	3
3	contratti e consegna dei lavori	2
4	costruzione delle opere (tutti gli interventi)	27
5	collaudi delle opere	6
<b>TEMPO OCCORRENTE PER IL COMPLETAMENTO</b>		<b>44</b>

Per quanto attiene al dettaglio della fasi di costruzione delle opere si rimanda all'apposito elaborato E.05.

Sotto il profilo della tempistica e dell'effettiva successione degli eventi, tali fasi attuative risentiranno degli accordi con i vari Enti preposti alle varie tutele di legge.

## 9. QUADRO ECONOMICO

L'importo complessivo dell'intervento è previsto in € 48.051.555,86 (da finanziare principalmente con fondi previsti dall'art. 111 "Rilancio produttivo del settore industriale" della legge della Regione Siciliana n.11 del 12/05/2010), così suddiviso:

<b>STIMA DEI LAVORI:</b>		
<b>Intervento 1</b>	Prolungamento diga foranea	€ 21.433.122,31
<b>Intervento 2</b>	Rifiorimento diga foranea	€ 15.503.733,38
<b>Intervento 3</b>	Ripristini della banchina della diga foranea	€ 2.299.982,17
<b>Intervento 4</b>	Realizzazione del nuovo molo martello	€ 2.218.671,08
<b>Totale lavori soggetti a ribasso</b>		<b>€ 41.455.508,94</b>
	Oneri per la sicurezza	€ 350.000,00
<b>A</b>	<b>Importo dei lavori con oneri per la sicurezza</b>	<b>€ 41.805.508,94</b>
	Progettazione esecutiva	€ 322.307,80
<b>A.1</b>	<b>IMPORTO A BASE DI APPALTO (PROGETTAZIONE ESECUTIVA E LAVORI)</b>	<b>€ 42.127.816,74</b>
<b>SOMME A DISPOSIZIONE AMMINISTRAZIONE:</b>		
B.1	Oneri di conferimento a discarica	€ 233.065,00
B.2	Imprevisti e arrotondamenti: 5% di "A"	€ 2.090.275,45
B.3	Incentivi e spese ex Art. 18 legge 109/94: 0,8 x 2% di "A"	€ 668.888,14
B.4.1	Rilievi e indagini:	
	- Rilievo batimetrico	€ 20.637,76
	- Indagini geotecniche e prove di laboratorio	€ 120.710,67
B.4.2	Consulenza geologica, biologia marina in fase di progettazione ed esecuzione	€ 24.139,50
B.4.3	Pubblicità gara di appalto, relativo esito e ultimazione lavori	€ 70.000,00
B.4.4	Prove geotecniche di laboratorio sui materiali di escavo, etc.	€ 122.122,24
B.4.5	Indagini archeologiche in fase di esecuzione	€ 30.000,00
B.4.6	Progettazione definitiva	€ 251.680,00
B.5	Accantonamento di cui all'art. 133, comma 3, D.Lgs. 163/06 (prezzo chiuso): 1,0% di "A"	€ 418.055,09
B.6	Accantonamento per art. 240 D.Lgs. 163/06: 3,0% di "A"	€ 1.254.165,27
B.7	Spese per funzionamento ufficio inerenti l'intervento (stampe, acquisti materiali)	€ 50.000,00
B.8	Spese per trasferte	€ 50.000,00
B.9	Spese per commissione di gara con offerta economicamente più vantaggiosa	€ 20.000,00
B.10	Acquisto parabordi	€ 500.000,00
B.11	IVA esente ai sensi dell'art. 9, punto 6, del DPR n. 633/72	
<b>B</b>	<b>Totale somme a disposizione</b>	<b>€ 5.923.739,12</b>
<b>TOTALE DEL PROGETTO (A.1 + B)</b>		<b>€ 48.051.555,86</b>

Gli oneri di sicurezza ex D.Lgs. 81/08 e ss.mm.ii. sono stati forniti come da norma dal coordinatore per la sicurezza in fase di progettazione.

## 10. PIANO D'USO, MONITORAGGIO E MANUTENZIONE DELLE OPERE E DELLA COSTA

---

Questa sezione del progetto definitivo è opportunamente coordinata con lo studio di impatto ambientale ovvero con lo studio di inserimento ambientale e paesaggistico.

Ha per oggetto la definizione delle modalità operative e dei tempi per l'effettuazione del monitoraggio e della manutenzione programmata delle opere civili e degli impianti tecnologici realizzati.

Il fine è quello di garantire nel tempo della vita utile prevista una inalterata funzionalità e sicurezza dell'infrastruttura nel suo complesso e nei suoi elementi costitutivi, nel rispetto dell'ambiente.

Speciale attenzione è rivolta al monitoraggio delle principali componenti ambientali con particolare riferimento ai seguenti aspetti:

- qualità dello specchio acqueo interessato dalla infrastruttura;
- qualità dell'aria;
- evoluzione dinamica del segmento costiero influenzato dalla infrastruttura;
- eventuali processi di sedimentazione in corrispondenza dell'imboccatura portuale.

La manutenzione programmata, pertanto, garantisce gli opportuni interventi di riequilibrio, anche in relazione agli aspetti sopra riportati.

Il piano, inoltre, determina:

- i preventivati costi per tutte le precitate attività di monitoraggio e manutenzione, effettuate a cura ed esclusivo onere del concessionario;
- la tempistica per la produzione di periodici rapporti riportanti i risultati delle attività di monitoraggio e manutenzione, da sottoporre all'attenzione dell'Autorità concedente.

I rapporti introducono, altresì, il confronto tra i dati rilevati dal monitoraggio e quelli scaturiti dalla modellistica appositamente sviluppata in fase progettuale. Ciò al fine di individuare, nei rapporti stessi, l'eventuale necessità di una ricalibrazione di parti del piano e/o di urgenti interventi di manutenzione non programmata, da realizzarsi.

Sarà facoltà dell'Autorità:

- esercitare un controllo ispettivo per la verifica dell'attuazione del piano e della significatività dei risultati contenuti nei rapporti periodici;
- curare le eventuali necessarie ricalibrature del piano (da sottoporre a successiva approvazione) e/o gli interventi urgenti di manutenzione non programmata.

### 10.1 Accessibilità, Uso e Manutenzione delle opere

---

Le opere in progetto, sotto il profilo dell'accessibilità, dell'utilizzo e della manutenzione, possono ascrivere alle seguenti categorie:

- Opere marittimistiche, quali banchine e dighe;
- Impianti a rete;
- Impianti puntuali;
- Manufatti di arredo portuale;
- Installazioni caratterizzate da facile amovibilità.

Per ciascuna categoria è possibile riconoscere criteri di accessibilità, d'uso e di manutenzione che è bene fornire guida specifica per gli ulteriori livelli di progettazione.

E' evidente che il basso livello di complessità tecnologica delle opere descritte non comporta particolari criticità tali da dover predisporre dettagliati piani di manutenzione.

Tuttavia una attività periodica di ispezione dovrà essere garantita, con apposita sorveglianza sia terrestre che subacquea, condotta da personale di idonee capacità professionali e tecniche.

Le risultanze dell'attività ispettiva andranno riportate nei rapporti di cui al paragrafo precedente, prodotto con cadenza almeno annuale.

I costi per gli interventi di ispezione e conseguente manutenzione delle opere e degli impianti al fine di garantire il medesimo livello prestazionale durante la vita utile delle stesse sono stimabili in 20 k€/anno.

## 10.2 Monitoraggio e manutenzione della costa interessata

---

Come esplicitato nelle sezioni apposite del progetto, le opere in questione è prevedibile interessino poco o nulla i dinamismi dei tratti di costa naturale. Le modifiche indotte dalle stesse al vettore traspedeponzionale, per la tipologia e configurazione della costa, non potranno che modificare positivamente i processi di siltaggio.

Si prevede dunque un monitoraggio dei tratti di costa immediatamente limitrofi e ricadenti nella unità fisiografica interessata. Ciò verrà effettuato a mezzo di misurazioni periodiche della larghezza delle spiagge limitrofe in sezioni identiche con cadenza stagionale. I dati rilevati verranno riportati in apposito registro.

In questa sede tuttavia per le motivazioni sopra esposte non si ritiene occorra prevedere interventi di manutenzione di tratti di costa naturali limitrofi.