

Regione Sicilia
Assessorato Turismo Trasporti e Comunicazioni
Autorità Portuale di Palermo

P.O.R. Sicilia 2000 - 2006 mis. 4.20
Convenzione del 12 dicembre 2002 per la realizzazione
del Porto Turistico di S. ERASMO

PORTO DI PALERMO
COMPLETAMENTO DELLE OPERE DI DIFESA
DELLA DARSENA TURISTICA DI S. ERASMO

Contratto di concessione per la progettazione definitiva ed esecutiva -
costruzione - infrastrutturazione - arredo e gestione della darsena turistica

PROGETTO DEFINITIVO
All. a.1 - Relazione generale

Palermo: 27 - 02 - 2007

L'impresa:



RESEARCH S.p.A. ENGINEERING

IL RESPONSABILE DEL PROCEDIMENTO:
IL DIRIGENTE DELL' AREA TECNICA
(Ing. Bartolomeo Salvo)

L'AUTORITA' PORTUALE:

Redatto da:



RESEARCH S.p.A. ENGINEERING



SIGMA S.r.l. INGEGNERIA

Con la collaborazione:

consulenza strutturale
consulenza bati-stratigrafia
consulenza geologica
consulenza geotecnica
impianti tecnologici
sicurezza cantiere
ingegneria marittima
studio impatto ambientale
studio incidenza ambientale

Ing. Achille Orlando
Dott. Giuseppe Di Grigoli
Dott. Oreste Adelfio
Prof. Ing. Calogero Valore
Ing. Mario Scaduto
Ing. Giuseppe Marineo
SIGMA s.r.l. INGEGNERIA
SIGMA s.r.l. INGEGNERIA
C.I.S.A.C. Università degli Studi di Palermo



1. PREMESSE.....	2
2. L'OFFERTA TECNICA.....	4
3. IL CONTRATTO DI CONCESSIONE PER LA PROGETTAZIONE, COSTRUZIONE E PER LA GESTIONE	17
4. STUDI E INDAGINI PRELIMINARI AL PROGETTO DEFINITIVO.....	19
A) INDAGINI SISMOACUSTICHE.....	19
B) STUDIO SEDIMENTOLOGICO.....	21
C) STUDIO GEOLOGICO	22
D) RELAZIONE GEOTECNICA	24
E) INDAGINI CHIMICO-FISICHE E MICROBIOLOGICHE SU CAMPIONI DI FANGHI MARINI PROVENIENTI DAI FONDALI DA SOTTOPORRE A ESCAVAZIONE.....	25
F) STUDIO IDRAULICO MARITTIMO	26
G) STUDIO DELLA AGITAZIONI INTERNE.....	28
H) STUDIO DELLA DINAMICA COSTIERA	31
I) STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE	35
J) PIANO ECONOMICO-FINANZIARIO	37
5. IL PROGETTO DEFINITIVO	40
6. INDAGINI PRELIMINARI AL PROGETTO ESECUTIVO E TEMPISTICA.....	48
7. STIMA DELL'INTERVENTO	49

1. PREMESSE

Il progetto del Porto di S. Erasmo si inserisce nel programma di completamento e sistemazione di tutti i porti storici della costa palermitana, volto a costituire un articolato sistema di approdi turistici e di spazi collettivi che siano anche compatibili con la tradizione peschereccia e con il recupero dell'edificato storico connesso fin dalle origini alle strutture portuali.

L'Autorità Portuale, in coerenza con il sistema complessivo programmato dal Comune, ha previsto la realizzazione del porto turistico di S. Erasmo, secondo il P.R.P., in armonia con il P.P.E. del centro storico e con la Variante Generale al P.R.G. adottata dal Consiglio Comunale con delibera n.45/97.

Il porticciolo di S. Erasmo è previsto nel vigente Piano Regolatore Portuale del Porto di Palermo approvato con D.M. 2/2/1988.

L'Autorità Portuale di Palermo, a seguito dell'emanazione del D.A. dell'Assessorato Regionale al Turismo, Comunicazioni e Trasporti n. 37 del 16.11.2001 con il quale è stato approvato il Piano di Sviluppo della Nautica da Diporto in Sicilia, in data 12.12.2002 ha sottoscritto, con lo stesso Assessorato, la convenzione per la realizzazione del Porto turistico di S. Erasmo approvata con D.A n. 58 del 24.07.2003.

In attuazione della suddetta convenzione l'Autorità Portuale ha predisposto il progetto preliminare di completamento delle opere di difesa della darsena turistica di S. Erasmo.

Tale progetto è stato validato dal responsabile del procedimento in data 30.09.2003 previa acquisizione del parere favorevole della Sovrintendenza BB.CC. di Palermo e della dichiarazione di conformità al Piano Regolatore Portuale vigente.

In data 27.11.2003, con D.D. n. 1467/S5/TUR, l'Assessorato Regionale al Turismo, Comunicazioni e Trasporti ha concesso il contributo di €. 9.774.001,42 per la realizzazione del Porto Turistico di S.Erasmo.

In ottemperanza all'art. 4 del suddetto Decreto Dirigenziale, l'Autorità Portuale di Palermo ha indetto la gara per licitazione privata ai sensi dell'art. 21, comma 2, della legge 109/94.

Tale gara è andata deserta in quanto tutti i soggetti che hanno fatto richiesta di partecipazione ed invitati a seguito di prequalifica, ritenendo l'investimento a loro carico non remunerativo, non hanno presentato alcuna offerta.

Conseguentemente l'Autorità Portuale ha effettuato un parziale aggiornamento del progetto preliminare del Porto Turistico di S. Erasmo, aumentando il numero dei posti barca

da 230 a 272, riducendo la richiesta del canone demaniale annuo e indicando una nuova gara per licitazione privata ai sensi della L. 109/94 e successive modificazioni e integrazioni da aggiudicare con il criterio dell'offerta economicamente più vantaggiosa ai sensi dell'art. 21, comma 2 della L. 109/94.

A seguito della gara, la Commissione giudicatrice ha proposto l'aggiudicazione della concessione per la progettazione definitiva ed esecutiva per la costruzione e per la gestione della darsena turistica di S. Erasmo alla Research S.p.A. .

Con Decreto n. 75 del 06.02.2006 il Presidente dell'Autorità Portuale di Palermo ha approvato i risultati della gara per l'affidamento della progettazione, costruzione e gestione della darsena turistica di S. Erasmo, alla Research S.p.A. con le seguenti condizioni economiche:

- prezzo relativo all'attuazione dell'intervento (IVA esclusa): €. 15.733.689,49 di cui €. 14.025.509,49 per lavori ed €. 1.708.180,00 per somme a disposizione dell'Amministrazione di cui a carico dell'amministrazione appaltante €.7.866.800,00 escluso IVA;
- canone demaniale annuo: €. 30.000,00;
- tariffa annuale massima dei posti barca al metro quadrato: €. 109,82;
- tariffa giornaliera massima dei posti barca al metro quadrato: €. 1,07.

2. L'OFFERTA TECNICA

La Research S.p.A. è una azienda che opera da diversi anni principalmente nel settore della costruzione di opere marittime, idrauliche e subacquee e della posa di condotte sottomarine.

Fondata nel 1973 a Napoli, la Research ha operato inizialmente nell'Italia meridionale ed insulare, affermandosi successivamente come contractor efficiente ed affidabile sull'intero territorio nazionale.

Grazie ad ingenti investimenti, infatti, l'azienda si è dotata negli anni di risorse e di mezzi marittimi particolarmente attrezzati che le hanno consentito di offrire servizi e soluzioni tecnologiche avanzate per l'esecuzione di lavori multidisciplinari nel settore marittimo, ecologico ed edile a livello nazionale.

Negli ultimi anni la Research ha acquisito esperienze tecnologiche e costruttive e ha ampliato la propria produzione nel campo dei lavori marittimi inshore/offshore, specializzandosi nella progettazione e costruzione nei lavori di ingegneria marittima.

È politica dell'azienda di fornire prodotti e servizi con alti standard di qualità, secondo le specifiche esigenze di ciascun committente.

Per la realizzazione dei progetti ad essa affidati, l'azienda si avvale di un ampio parco di mezzi navali e di strumenti delle tecnologie più avanzate, che vengono gestiti da personale specializzato competente.

La Research ha da sempre posto particolare attenzione alla necessità di operare secondo procedure efficaci e consolidate ed opera da anni in regime di qualità secondo le norme ISO 9001, con l'applicazione di un Sistema di Qualità certificato da IQNet e CISQ/RINA.

L'azienda ha inoltre ottenuto numerosi riconoscimenti ed attestazioni, tra le quali quella di qualificazione SOA alla esecuzione di lavori pubblici, per le categorie di competenza e per progetti di notevole rilevanza.

Per quanto concerne la sicurezza, che da sempre occupa un posto di primaria importanza nelle priorità aziendali, la Research adotta da anni un sistema di sicurezza in ottemperanza alla normativa italiana ed in particolare al D.L. 626/94, dotandosi inoltre, in qualità di operatore di mezzi navali, anche di tutti gli strumenti previsti per la salvaguardia degli operatori in mare.

Anche nell'ambito della protezione ambientale la Research ha attivato una serie di iniziative e di procedure per ridurre al minimo i rischi in tal senso, quali ad esempio l'adeguamento alle norme antinquinamento delle proprie attrezzature tecniche come

compressori, gruppi elettrogeni, mezzi navali, veicoli, etc., l'applicazione di procedure a norma per lo scarico di oli lubrificanti in mare e l'impiego di sistemi di monitoraggio per la prevenzione di fuoriuscite dai sistemi sottomarini oleodinamici.

Con tale esperienza, l'Impresa Research, ha partecipato al bando per la progettazione definitiva ed esecutiva, costruzione, infrastrutturazione, arredo e gestione della darsena turistica di S. Erasmo – Palermo, il cui importo complessivo a base di gara era pari a €16.290.000,00 IVA esclusa.

La Research è rimasta aggiudicatrice per la realizzazione del porto turistico ed in data 03.07.2006 ha firmato il contratto di Concessione per la progettazione definitiva ed esecutiva, per la costruzione e per la gestione della darsena turistica di S. Erasmo.

Il progetto preliminare, redatto dall'Autorità Portuale, a base d'Appalto riguardante la "progettazione definitiva ed esecutiva, costruzione, infrastrutturazione, arredo e gestione della darsena turistica di S. Erasmo – Palermo" prevede la realizzazione delle seguenti opere:

- diga foranea: costituita da una struttura a gettata con banchina interna antiriflettente, che si sviluppa dalla progr. 0.00 alla progr. 354.90 in due tratti di cui il primo (dalla progr. 0.00 alla progr. 117.00) in direzione W-E e il secondo (dalla progr. 117.00 alla progr. 354.90) in direzione NW-SE, su fondali variabili da -4.00 m a -8.00 m sotto il l.m.m.;
- diga di sottoflutto: si sviluppa in direzione W-E per una lunghezza di circa 91.00 m e risulta costituita da una struttura a gettata in scogli di 1[^], 2[^] cat. e pietrame, banchinata lato porto con una struttura a giorno su pali e mantellata lato mare con sogli di 2[^] e 3[^] cat.;
- banchinamento della scogliera esistente dalla parte foranea con cassoncini cellulari antiriflettenti imbasati a quota -3.50 m sotto il l.m.m., rinfiancati con riempimento in pietrame, e sovrastante pavimentazione posta a quota +1.20 m sopra il l.m.m.;
- recupero e ristrutturazione delle banchine esistenti in parte ricoperte dai sedimenti dovuti al progressivo insabbiamento dell'area portuale;
- recupero dell'edificio adiacente all'area portuale da destinare ai servizi necessari per le attività nautiche;
- escavazione dei fondali a quota -3.50 m sotto il l.m.m.

Con tali opere il Porto Turistico potrà ospitare la seguente flotta tipo di progetto:

CATEGORIA IMBARCAZIONE	POSTI BARCA	NUMERO
A	8.5x3.0	70
B	10.0x3.5	78
C	11.5x4	52
D	13.0X4.5	28
E	16.0X5.0	11
F	18.0X5.5	13
G	21.0X6.0	10
	SOMMANO	262
POSTI RISERVATI MARINERIA LOCALE		10
	TOTALE POSTI BARCA	272

Per ottimizzare e rispondere al meglio alle richieste della lettera di invito dell'Autorità Portuale di Palermo per elaborare l'offerta tecnica, l'Impresa Research ha eseguito le seguenti indagini conoscitive in situ:

- Sopralluogo e rilievo fotografico delle opere foranee emergenti;
- Rilievi batimetrici;
- Rilievo stratigrafico dei fondali.

Questa attività è stata eseguita per una verifica dell'opera foranea a gettata del moletto esistente.

Il rilievo di dettaglio ha avuto l'obiettivo di verificare lo stato delle opere esistenti e lo stato di conservazione dei manufatti con particolare riguardo all'edilizia da utilizzare a servizio del porto turistico.

Sono state inoltre verificate le batimetrie di progetto, operazione effettuata con l'ausilio del sistema Sub-Bottom profiler utilizzando la frequenza di circa 100 kHz e utilizzando come sistema di posizionamento un'apparecchiatura RTK.

Una stazione GPS denominata base, è stata posizionata su un punto prestabilito per tutta la durata del rilievo; quindi è stata collegata ad un'altra stazione GPS denominata Rover via radio posta su un natante.

Per il posizionamento si è utilizzato un sistema GPS differenziale composto da una coppia di ricevitori GPS (Stazione master e stazione Rover di bordo) con link radio VHF per la trasmissione continua delle correzioni differenziali (RTCM) GPS con correzione differenziale satellitare.

Il sistema è stato interfacciato con il software di navigazione PDS 2000.

Il rilevamento è stato effettuato nel sistema di coordinate WGS'84, con proiezione nel sistema UTM ed è stato riferito ad un punto della rete di riferimento IGM 95.

La procedura di elaborazione dei dati è stata eseguita tramite fasi successive così definite:

- Correzione di tutti i dati batimetrici per l'escursione di marea rilevata durante il periodo del rilievo;
- Editing delle linee di navigazione per eventuali problemi connessi a salti di posizione o errori del singlebeam;
- Tracciamento delle isobate ad intervalli regolari di profondità;
- Editing delle linee isobate.

I dati batimetrici hanno confermato i rilievi a supporto del progetto preliminare messi a disposizione dall'Autorità Portuale di Palermo

Inoltre, per verificare le caratteristiche geomorfologiche dei terreni di sedime interessati dalle opere in progetto, è stata effettuata un'indagine dei fondali che ha avuto l'obiettivo di caratterizzare la struttura geomorfologica superficiale dei primi metri del sottofondo marino interessato dalle opere foranee. A questo fine è stato impiegato un sistema a tecnologia chirp con correzione automatica d'immagine e registratore grafico (Subbottom-profiler).

E' stato eseguito il rilievo bati-stratigrafico del fondale interessato dai lavori di costruzione del porticciolo di S. Erasmo con l'esecuzione di numero 27 transetti batimetrici Sub-Bottom Profiler per una lunghezza totale di circa 10 km, con una copertura di 1.26 kmq.

Dall'esame degli rilievi acustici dei fondali sinteticamente si può dedurre indirettamente la presenza di una lente di sedimenti a granulometria media fine, spesso poco meno di 1 m, presente dalle profondità di 8 m circa che si spinge lungo la zona *inshore* ed un sottile spessore di detrito di taglia grossolana assimilabile a blocchi e brecce nei pressi della costa. Rilevante è la presenza di substrato roccioso al disotto dei sedimenti sciolti, rifacentesi probabilmente alla calcarenite del Pleistocene sup. che affiora vicino costa nella parte emersa.

Questo riflettore, al disotto dei sedimenti sciolti fin qui descritti o anche senza essere associato ad essi, appare contrassegnato da una forte riflessione con una geometria che tende ad essere subpianeggiante con una leggera immersione verso il largo. Al disotto di questo

riflettore, che presenta un alto grado di assorbimento del segnale acustico, l'onda acustica non riesce più a penetrare in maniera efficace concedendone riflessioni solo in alcuni tratti o non concedendone del tutto.

In generale si può affermare che l'area in esame sia contraddistinta da un substrato roccioso subpianeggiante che a tratti affiora direttamente sul fondale marino o al disotto di una lente di sedimenti sciolti, di taglia mista da grossolana a fine, con spessore compreso tra pochi centimetri e 1.5 m.

La geomorfologia del fondale sul quale sono stati effettuati i rilievi è strettamente legata all'azione dominante di diversi fattori quali:

- 1) l'azione deposizionale da parte dell'apparato di foce del Fiume Oreto;
- 2) l'effetto morfologico e sedimentologico delle manipolazioni antropiche;
- 3) la presenza di una piattaforma d'abrasione quaternaria a composizione calcarenitica tipica di questo settore della Sicilia;
- 4) la presenza di una dinamica del moto ondoso con un orientamento a NE;
- 5) la presenza di un trasporto longitudinale ossia parallelo alla riva ed altri fattori legati alla dinamica di zone *inshore*.

La presenza del Fiume Oreto, di scarichi fognari limitrofi e di apporti detritici di natura antropica garantiscono una grande disponibilità di materiali inerti ed una facile deposizione degli stessi nei settori litoranei contigui, ma la debole pendenza del fondale non agevola la discesa dei detriti verso il largo, dando vita così ad una variabilità granulometrica che passa da sedimenti di taglia grossolana per i bassi fondali fino ad arrivare a sedimenti di taglia più fine all'aumentare della profondità.

Per verificare il valore tecnico delle opere foranee ed in particolare la funzione antiriflettente delle banchine interne, è stato espletato uno studio delle agitazioni all'interno dello specchio liquido protetto previsto in progetto.

Come dati di input per il modello matematico agli elementi finiti utilizzato per lo studio delle agitazioni interne, si sono presi in considerazione i dati delle caratteristiche ondose desunti dallo studio idraulico marittimo messo a disposizione dall'Autorità Portuale di Palermo. Si sono, pertanto prese in esame le direzioni di attacco del moto ondoso al largo provenienti da: $360,00^\circ$ N, $22,50^\circ$ N $45,00^\circ$ e $67,50^\circ$ N relative ai tempi di ritorno di seguito riportati:

PORTO DI S. ERASMO - PALERMO					
DD al largo (gradi)	H al largo (m)	T (s)	H sottocosta (m)	DD sottocosta (gradi)	tr (anni)
360.00	6.15	9.82	3.07	8.29	5
22.50	5.00	8.88	4.59	21.37	
45.00	4.30	8.27	4.02	42.07	
67.50	3.71	7.66	3.48	64.23	
360.00	8.08	11.25	5.73	13.52	10
22.50	6.43	10.05	5.71	21.80	
45.00	5.39	9.23	4.84	41.89	
67.50	4.34	8.30	3.97	63.12	
360.00	11.29	13.26	5.65	15.69	30
22.50	8.41	11.50	7.04	24.40	
45.00	6.75	10.31	5.80	41.33	
67.50	5.47	9.30	4.80	61.94	
360.00	11.51	13.40	5.65	15.69	50
22.50	9.72	12.33	8.30	26.04	
45.00	7.95	11.16	6.54	41.51	
67.50	6.62	10.21	5.59	60.46	

In particolare, in una prima fase, è stata analizzata la configurazione relativa allo stato attuale e per la configurazione del progetto preliminare per i tempi di ritorno di 5, 10, 30 e 50 anni, al fine di determinare le altezze onda residue dotate ancora di un'energia residua considerevole, tali, comunque, da determinare una incompatibilità con l'uso diportistico, in sicurezza, del porto.

Il confronto ha evidenziato una notevole diminuzione delle altezze d'onda residue a tergo dell'opera foranee rispetto a quelle rilevate nella situazione attuale.

Quindi, dall'analisi dei casi sopraccitati, si evidenzia che l'effetto smorzante di attenuazione dell'altezza d'onda determinato dalle opere in progetto, consente le operazioni

attracco e ormeggio dei natanti in sicurezza e pertanto determina gli usuali standard di sicurezza per un porto a vocazione turistica.

In conclusione lo studio ha confermato la validità tecnica delle opere foranee di protezione dei bacini ridossati del porto turistico di cui al progetto preliminare.

Lo studio della penetrazione del moto ondoso è servito anche a dare risposta a quanto richiesto al punto b) dell'offerta tecnica sopraccitata. Infatti è stata verificata la funzionalità del porto in riscontro al paraggio dello stesso.

L'Impresa Research al fine di verificare la funzionalità idraulica e la stabilità della mantellata della diga foranea in fase di progetto definitivo provvederà a fare espletare ad un laboratorio altamente specializzato delle prove su modello fisico in vasca.

Inoltre, il valore tecnico delle opere foranee è stato verificato con uno studio preliminare di ingegneria geotecnica.

I terreni di fondazione del molo di sopraflutto e dell'area portuale sono stati oggetto di ricognizioni subacquee nel 2003 per conto dell'Autorità Portuale di Palermo, che ha provveduto altresì a fare eseguire, da pontone, due sondaggi meccanici, denominati SM15 e SM16. Il primo sondaggio (SM15) è ubicato a circa 70 m dal molo esistente (verso il mare aperto) laddove la batimetria è di -8.20 m circa; l'altro (SM16) è ubicato in prossimità della testata del molo di sopraflutto (batimetria -7.70m). Entrambi i sondaggi ricadono entro l'area d'impronta della base del molo di sopraflutto. Di questi sondaggi è disponibile il profilo stratigrafico schematico.

Lungo la verticale del sondaggio SM15 sono state rinvenute calcareniti fino a profondità di m 7 (misurata a partire dalla superficie del fondale) e sabbie calcarenitiche da 7 a 18m.

Lungo la verticale SM16 sono stati rinvenuti materiali alluvionali grossolani fino a profondità di 2m (a partire dalla superficie del fondale marino) e sabbie calcarenitiche da 2 a 20m.

Le sabbie calcarenitiche sono ben addensate.

Con le ricognizioni subacquee, sempre nel 2003, è stata riscontrata la presenza sui fondali di sabbie e limi "residuali di palude", di ghiaia e materiale detritico, "ciottolame", conglomerato di genesi alluvionale, e calcarenite organogena "massiva o a plaghe".

A parziale integrazione dei dati precedenti e per gli scopi del presente studio sono state eseguite prospezioni mediante *sub-bottom profiler* (SBP).

In sintesi, i rilievi mediante SBP confermano la presenza pressoché continua di un substrato fortemente riflettente riconducibile a una formazione "di base" di calcarenite e di sabbie calcarenitiche molto addensate. Il tetto di tale formazione, subpianeggiante con leggera

immersione verso il largo, sarebbe ubicato approssimativamente a quote assolute comprese tra -7 e -9 m s.m. in corrispondenza della base del previsto molo di sopraflutto. La "formazione di base" predetta è sormontata da una copertura di rocce sciolte di varia granulometria, con potenze non superiori generalmente ai 2-3m.

Alla luce dei dati disponibili le opere previste sono sicuramente fattibili. In particolare, si riconosce che i terreni di fondazione offrono favorevoli condizioni per l'appoggio del molo di sopraflutto, del tipo previsto.

Il porto turistico di S. Erasmo sarà realizzato nella parte terminale del Foro Italico Umberto I in prossimità di Piazza Tumminello e della foce del fiume Oreto, nel mandamento Tribunali del centro storico di Palermo. Il quartiere, di cui fa parte la zona interessata all'insediamento del porto turistico di S. Erasmo, è denominato anche Kalsa: tale denominazione è dovuta all'origine araba del primo insediamento urbano. Tutta la zona è fortemente permeata della storia più intima della città di Palermo, legata alla presenza del mare.

Per accogliere i servizi essenziali del porto, direzione, servizi igienici, ecc, si è ipotizzato l'utilizzo, previa ristrutturazione, di una parte adiacente al porto lato sud-est del compendio "Padre Messina" appartenente al P.D.M. ed in atto utilizzata in sub-concessione ex art 45 R.c.n dal Comune di Palermo per dipendenza scolastica.

Il corpo principale dei servizi, realizzato nella zona sopraindicata, sarà ristrutturato realizzando una galleria delimitata dal preesistente muro perimetrale e da una vetrata di forma sinusoidale arretrata di alcuni metri dallo stesso muro. Nella suddetta galleria saranno ubicati i seguenti servizi:

- Agenzia reg. barche;
- Internet e telefoni;
- Libri e riviste;
- Shop nautico;
- Ufficio turismo;
- Noleggio gommoni.

Nella parte terminale della stecca demaniale esistente saranno ubicati i servizi igienici, un bar-self service e una scala che consente l'accesso al piano di copertura della stessa area che sarà attrezzata e utilizzata come giardino pensile sul porto.

E' pure presente in radice alla banchina lato terra è prevista la realizzazione di un

manufatto prefabbricato in acciaio atto all'accoglimento di una officina finalizzata alla riparazione meccanica di pronto intervento dei natanti in avaria.

L'inserimento paesaggistico del contesto progettato è stato studiato in modo da rendere il complesso compatibile con la nuova organizzazione progettuale, a tal fine è stata predisposta una pensilina metallica, antistante la stecca progettata, estremamente leggera e lineare che porge il suo legame con il contesto portuale circostante, attraverso l'inserimento di fili e cavi che opportunamente intrecciati riconducono il tutto alle sartie e alle reti, ciò pone un passaggio tra il mare ed i manufatti a terra in continuità, porgendo per contro una schermatura con i manufatti edilizi esistenti il cui peso nel contesto del porto va pur mantenuto, ma mitigato.

In corrispondenza al piazzale antistante il primo tronco della diga foranea, sono state predisposte delle strutture amovibili prefabbricate in acciaio dove saranno ubicate dei locali per gli operatori portuali e personale a servizio del porto turistico (spogliatoi, docce e w.c.).

In adiacenza a tale locale è stato ubicato un prefabbricato in acciaio anch'esso amovibile atto all'impiantistica tecnologica; in continuità con tali manufatti è previsto un siloscafo posto a tergo del muro paraonde, dove potranno essere ricoverate a secco dei piccoli natanti fino alla lunghezza di 6 m. movimentati da un fork – lift.

La stecca del siloscafo è delimitata a levante con un corpo servizi, sempre in strutture amovibile, destinato ai servizi igienici e docce per i dipartisti.

Sulla testata del sottoflutto si prevede la realizzazione di una struttura anch'essa amovibile a servizio dell'impianto di rifornimento carburanti ove nella parte sovrastante sarà realizzata la torretta di avvistamento e movimentazione natanti.

L'impatto paesaggistico-visivo (effetto barriera) dovuto alla realizzazione delle dighe, viene mitigato dall'uso di materiali quali il rivestimento del muro paraonde in pietra a faccia in vista e tecniche costruttive che contribuiscono all'inserimento delle stesse in un ambiente fortemente caratterizzato dal punto di vista storico-architettonico.

Il porto di S. Erasmo in progetto si propone come una struttura che integrerà efficienza ed estetica, utilizzando le sistemazioni a verde come tessuto connettivo tra la città ed il mare.

In relazione agli aspetti richiesti dall'offerta tecnica particolare attenzione è stata dedicata agli impianti tecnologici quali impianto idrico, antincendio, fognario, elettrico e rifornimento carburanti.

Per assicurare alla darsena turistica e conseguentemente ai servizi e alle imbarcazioni ormeggiate, in qualsiasi momento, la fornitura e l'erogazione di acqua per usi generici non

potabili, si realizzerà un impianto idrico di distribuzione capillarmente diffuso in tutta la darsena fondato su una rete distributrice di tipo aperta.

Per assicurare la quantità minima d'acqua per tenere in funzionamento l'impianto idrico sarà realizzato un serbatoio interrato in c.a. , nel quale era prevista l'installazione di un gruppo costituito da due elettropompe centrifughe più polmone con autoclave.

L'erogazione di acqua alle imbarcazioni avverrà mediante 51 colonnine posizionate sui pontili galleggianti e lungo le banchine attrezzate con 4 rubinetti da ½" e con 21 colonnine attrezzate con 2 rubinetti da ½". Ogni rubinetto eroga una portata di 0,25 l/s e la pressione residua a monte del rubinetto sarà non inferiore a 15 m.c.a.

Per ottenere una protezione attiva contro gli incendi si realizzerà un impianto idrico antincendio, costituito da:

- 21 idranti UNI 45 dotati di manichetta in nylon da 25 m con lancia erogatrice, il tutto in cassetta di plastica pesante con supporto in acciaio e con vetro a rompere, alcuni dei quali (2x4) collocati direttamente sui pontili galleggianti;
- una rete distributrice in tubazione di PEAD PN 16, interrata.
- un sistema di pressurizzazione idrica conforme alle norme UNI 9490, installato sottobattente costituito da due pompe di potenza di 5,5KW ed apparecchiature connesse.
- un serbatoio interrato in c.a. per la riserva idrica antincendio della capacità di 35 mc.

Per il rifornimento di acqua a mezzo delle autobotti dei VV.FF. si prevede l'installazione di 2 bocchettoni UNI 70 collegati alla rete idrica antincendio con l'inserimento di una valvola di ritegno in posizione facilmente accessibile e segnalata.

Per consentire la raccolta e lo smaltimento delle acque bianche e nere si realizzerà una rete fognaria costituita da :

- una rete di griglie per la raccolta delle acque meteoriche di dilavamento dei piazzali;
- una rete di tubazioni per l'allontanamento delle acque meteoriche, realizzata con tubi in PEAD spiralato;
- una rete di tubazioni per l'allontanamento delle acque nere e delle acque di prima pioggia; realizzata con tubi in PEAD spiralato;
- 5 scaricatori di piena a salto di fondo per consentire lo scarico a mare delle acque con elevato grado di diluizione;

- 22 pozzetti d'ispezione per consentire la pulizia e la manutenzione della rete di acque bianche;
- 14 pozzetti d'ispezione per consentire la pulizia e la manutenzione della rete di acque nere;
- 2 stazioni di pompaggio per il sollevamento delle acque nere e delle acque di prima pioggia verso l'impianto di depurazione cittadino.

Per assicurare alla darsena turistica e conseguentemente alle infrastrutture di servizio e alle imbarcazioni ormeggiate, in qualsiasi momento, la fornitura e l'erogazione di energia elettrica si realizzerà un impianto elettrico fondato su una rete di distribuzione capillare diffusa in tutta la darsena; inoltre per garantire nelle ore serali e notturne condizioni di visibilità adeguate cioè sicure e confortevoli si prevede la realizzazione di un impianto di illuminazione artificiale con apparecchiature compatibili con l'ambiente.

In relazione all'impianto di erogazione carburanti prevede l'installazione di una colonnina coi due punti di erogazione carburante, benzina e gasolio.

Per assicurare inoltre la salvaguardia del paesaggio costiero, il porto sarà dotato di tutte le infrastrutture necessarie per la tutela ambientale, tra le quali un sistema per la raccolta dei rifiuti, un impianto per il trattamento dei liquami provenienti dai servizi igienici di terra, un impianto per lo spurgo degli olii esausti e delle acque di sentina e per la loro raccolta e relativo trattamento, un impianto per il lavaggio delle carene delle imbarcazioni e per il ricircolo e trattamento delle acque di lavaggio e quanto altro occorre per salvaguardare l'ecosistema marino circostante.

La qualità delle acque interne al porto turistico sarà garantita da un ricambio costante, per evitare dannosi fenomeni di anossia e proliferazione di alghe e microrganismi nelle zone interne del bacino e si prevede, pertanto, un sistema forzato di ricircolo delle acque interne.

Per l'ormeggio dei natanti veniva prevista l'installazione di pontili galleggianti della larghezza di 2,50m.

Il costo dell'opera che il concessionario andrà a realizzare al netto degli oneri della sicurezza ammontanti ad €.674.057,32 è così quantificato:

DESCRIZIONE OPERE		COSTO
ESCAVO	€.	1.824.000,00
DIGA FORANEA SOPRAFLUTTO E BANCHINA	€.	8.096.117,00
MOLO INTERNO E BANCHINE	€.	670.336,00
DIGA SOTTOFLUTTO E BANCHINA	€.	911.572,00
VARIE	€.	425.160,00
IMPIANTI	€.	933.545,17
ATTREZZATURE	€.	490.722,00

Per la quantificazione delle suddette opere sono stati formulati dall'impresa n.56 prezzi di cui n.46 riguardanti i lavori a misura e relativi al costo di opere per €.12.691.237,00 e n.10 riguardanti i lavori a corpo e relativi al costo di opere per €.660.215,17.

Il quadro economico dell'offerta è il seguente:

LAVORI AL NETTO DEL RIBASSO D'ASTA	€.	13.351.452,17	
Oneri della sicurezza, non contemplati nei lavori	€.	674.057,32	
Importo complessivo dei lavori	€.	<u>14.025.509,49</u>	
SOMME A DISPOSIZIONE AMMINISTRAZIONE			
Oneri accesso discarica	€.	250.000,00	
Imprevisti ed arrotondamenti	€.	729.089,00	
Spese generali (Consulenza geotecnica e strutturale, Collaudo amministrativo, collaudo statico, pubblicità gara)	€.	729.091,00	
Totale somme a disposizione	€.	<u>1.708.180,00</u>	€. 1.708.180,00
IMPORTO COMPLESSIVO	€.	<u><u>15.722.689,49</u></u>	

Il tempo complessivo per la progettazione definitiva ed esecutiva e la costruzione delle opere ammonta a mesi ventisei di cui mesi 6 per la progettazione definitiva ed esecutiva compreso modello fisico della diga di sopraflutto e mesi 20 per la realizzazione delle opere.

Gli elaborati presentati dall'impresa con l'offerta tecnica sono i seguenti:

All. A.1 – Relazione

All. A.2 – Documentazione fotografica

All. B.1 – Planimetria del porto turistico - scala 1:500

All. B.2.1 – Edilizia portuale – Stato di fatto – Piante – scala 1:200

All. B.2.2 – Edilizia portuale – Stato di fatto – Alzati – scala 1:200

All. B.2.3 – Edilizia portuale – Blocco servizi – Piante - scala 1:200

All. B.2.4 – Edilizia portuale – Blocco servizi – Alzati - scala 1:200

All. B.2.5 – Edilizia portuale – Servizi e siloscafi – scala 1:200

All. B.2.6 – Edilizia portuale – Elementi

All. B.2.7 – Edilizia portuale – Planivolumetrico generale

All. B.2.8 – Edilizia portuale – Viste tridimensionali 1

All. B.2.9 – Edilizia portuale – Viste tridimensionali 2

All. B.3.1 – Planimetria impianto idrico - scala 1:500

All. B.3.2 – Planimetria impianto antincendio - scala 1:500

- All. B.3.3 – Planimetria impianto fognario - scala 1:500
- All. B.3.4 – Planimetria rete di distribuzione impianto elettrico - scala 1:500
- All. B.3.5 – Planimetria impianto di illuminazione esterna scala - 1:500
- All. B.3.6 – Impianto distribuzione carburante
- All. B.3.7 – Planimetria impianto di video sorveglianza – scala 1:500
- All. B.4 – Planimetria opere di salvaguardia ambientale - scala 1:500
- All. C.1.1 – Relazione tecnica rilievi bati-stratigrafici
- All. C.1.2 – Planimetria rotte di navigazione Sub-Bottom Profiler
- All. C.1.3 – Sub-Bottom Profiler
- All. C.1.4 – Rilievo Batimetrico
- All. C.2 – Relazione geologica preliminare
- All. C.3 – Considerazioni di ingegneria geotecnica
- All. C.4 – Studio della penetrazione del moto ondoso
- All. C.5.1 – Particolari impianto idrico
- All. C.5.2 – Particolari impianto antincendio
- All. C.5.3 – Particolari impianto per servizi elettrici ed illuminazione
- All. D – Piano di sicurezza – prime indicazioni e prescrizioni
- All. E – Computo delle quantità

3. IL CONTRATTO DI CONCESSIONE PER LA PROGETTAZIONE, COSTRUZIONE E PER LA GESTIONE

Il contratto di concessione per la progettazione definitiva ed esecutiva, per la costruzione e per la gestione della darsena turistica di S.Erasmo, stipulato in data 03 luglio 2006 – repertorio n.10040 raccolta n.4292-, stabilisce:

- il prezzo relativo all'attuazione dell'intervento in €. 7.866.800,00 (IVA esclusa);
- il canone demaniale annuo di €.30.000,00;
- la tariffa annuale massima dei posti barca al metroquadrato €.109,82;
- la tariffa giornaliera massima dei posti barca al metroquadrato €. 1,07.

La concessione oggetto del contratto comprende lo studio di impatto ambientale, la progettazione definitiva ed esecutiva, la costruzione, infrastrutturazione, arredo e gestione tecnica, economica e funzionale della darsena turistica.

Nella concessione sono compresi i servizi generali obbligatori (illuminazione banchine e pontili, pulizia delle banchine, dei pontili, degli arredi portuali e degli impianti, assistenza radio in VHF, vigilanza delle aree, assicurazione degli immobili e dei pontili galleggianti, segnalamento luminoso imboccatura approdo); servizi obbligatori all'utenza (ormeggio imbarcazioni nelle banchine e nei pontili galleggianti con trappe di ormeggio, assistenza all'ormeggio con personale di banchina, fornitura acqua dolce ed energia elettrica alle imbarcazioni mediante apposite colonnine di erogazione, raccolta e smaltimento acque di sentina e olii esausti, raccolta e smaltimento acque nere di bordo, rifornimento carburanti dall'impianto di banchina); e servizi aggiuntivi non obbligatori (alaggio e varo imbarcazioni con mezzo meccanico, collegamento telematico, riparazioni meccaniche in pronto intervento, attività commerciali collegate ai servizi prestati, e simili).

La remunerazione dei servizi è prevista con i proventi della gestione dei servizi stessi.

La controprestazione a favore del concessionario consisterà nella corresponsione del prezzo di €.7.866.800,00 da corrispondere per stati di avanzamento, e nel diritto di gestire funzionalmente e di sfruttare economicamente il complesso della darsena per 50 anni dalla data di contratto.

La progettazione e la costruzione delle opere dovranno concludersi entro un periodo massimo di mesi ventisei decorrenti dalla data del contratto.

Dopo l'ultimazione dei lavori la aree di banchina, lo specchio acqueo e i fabbricati facenti parte dell'intervento saranno assentiti con apposito atto di concessione demaniale.

Il canone annuo per il concessionario sarà di €30.000,00, da rivalutare secondo le percentuali che saranno fissate con decreto del Ministero dei Trasporti e della Navigazione.

Al termine della concessione tutte le opere realizzate, compreso impianti eredi di banchina e pontili galleggianti, saranno acquisiti al Demanio Marittimo.

4. STUDI E INDAGINI PRELIMINARI AL PROGETTO DEFINITIVO

Per la redazione del progetto definitivo è stato necessario espletare preliminarmente degli studi e delle indagini specialistiche di seguito elencati:

A) Indagini sismoacustiche

I rilevamenti sono stati effettuati con l'ausilio di strumenti per le indagini batimetriche e geofisiche, installati a bordo di una imbarcazione.

La strumentazione utilizzata durante i rilievi comprende:

- Multibeam RESON Seabat 8125, operante alla frequenza di 455 kHz;
- Sistema Octans Surface con girobussola e sensore di moto tridimensionale (MRU) integrato;
- Subbottom Profiler *multiparametrico digitale*, Innomar *SES 2000*.
- Sistema DGPS Thales Landstar con correzione differenziale satellitare;
- Software per rilievi idrografici PDS 2000.

I dati batimetrici sono stati acquisiti con un ecoscandaglio multifascio (*multibeam*) della RESON, modello Seabat 8125 funzionante ad una frequenza di 455 kHz.

Il sistema Multi Beam permette di scandagliare i fondali lungo un fascio di ampiezza variabile, a seconda della profondità di utilizzo e dell'angolo di apertura del trasduttore (in questo caso 120°).

Il trasduttore è stato montato a palo sulla fiancata dell'imbarcazione ed è interfacciato con il software di navigazione (per la visualizzazione e la georeferenziazione in tempo reale dei dati acquisiti), al sensore di moto (per la correzione dei movimenti di rollio, beccheggio e deriva) ed alla girobussola (per l'orientamento).

Prima dell'inizio del rilievo lo strumento è stato calibrato per gli "errori di attitudine" statici dovuti al non perfetto allineamento del palo di supporto del trasduttore rispetto alla verticale.

Un'ulteriore calibrazione strumentale è stata eseguita mediante la misurazione del profilo di velocità del suono nell'acqua (effettuata mediante l'uso di una sonda multiparametrica Reson SVP/14).

Tali misurazioni consentono di individuare con elevata accuratezza e risoluzione la profondità d'acqua. Il sistema infatti è così in grado di correggere la profondità tenendo

conto delle variazioni di velocità di propagazione delle onde acustiche nei differenti strati del corpo idrico. La misura di profondità ottenuta è quindi di altissima precisione.

Il posizionamento dell'imbarcazione è stato eseguito mediante il sistema DGPS Thales LandStar, con correzione differenziale satellitare. Il sistema di posizionamento e i dati batimetrici acquisiti con il Multi Beam sono stati interfacciati con il software di navigazione PDS 2000.

Al termine delle operazioni di rilevamento, i dati sono stati controllati a bordo prima della demobilizzazione della strumentazione dall'imbarcazione e salvati su supporto magnetico per le successive fasi di elaborazioni da effettuare in ufficio.

La procedura di elaborazione dei dati è stata eseguita tramite fasi successive così definite:

- Correzione di tutti i dati batimetrici per l'escursione di marea rilevata durante il periodo del rilievo;
- *Editing* delle linee di navigazione per eventuali problemi connessi a salti di posizione o errori del multibeam;
- Creazione del modello digitale del fondale;
- Tracciamento delle isobate ad intervalli regolari di profondità;
- *Editing* delle linee isobate;
- Creazione di modelli tridimensionali del fondo.

I dati batimetrici sono stati utilizzati per individuare le caratteristiche morfologiche del fondale. I dati sono stati visualizzati in modalità "rilievo ombreggiato" e tridimensionale per facilitarne l'interpretazione.

Le linee dei tracciati di navigazione eseguiti durante l'acquisizione dei dati del SBP sono state plottate per poter posizionare sulla mappa i dati del SBP stesso. I record dei dati acquisiti sono stati analizzati e misurati. In particolare sono stati valutati gli spessori dei sedimenti al di sopra del fondale roccioso. I dati del subbottom sono stati inoltre confrontati con i modelli morfologici elaborati dai dati del Multi Beam .

L'indagine morfologica, eseguita con il sistema Multi Beam, ha permesso di classificare le aree di fondale con caratteristiche diverse. Infatti il sistema SeatBat 8125 consente di usare l'ecoscandaglio anche in modalità Side Scan Sonar e di acquisire i profili del Side Scan Sonar simultaneamente ai dati batimetrici.

Nel fondale marino compreso tra la linea di costa e la batimetrica di -20 m sotto l.m.m., sono stati acquisiti 27 profili di Sub-Bottom Profiler per una lunghezza di lineare di circa 10.180,00 m per un'estensione di circa 50 ha ed una copertura morfo-batimetria completa su

un'area di circa 65 ha (vedi allegati), il tutto ad una velocità media d'acquisizione di circa 3 nodi.

Per quanto riguarda i profili sismoacustici di Sub-Bottom Profiler (SBP) sono tutti ricadenti all'intero e nei dintorni dell'area interessata dall'opera in oggetto ed espliciti formando una griglia di profili paralleli e perpendicolari tra loro, aventi direzione NE-SO e SE-NO; in maniera da ricavare dei profili paralleli e perpendicolari alle batimetriche, nonché alla linea di costa. Oltre a ciò si è cercato di condurre la navigazione in modo tale che la distanza tra un profilo e l'altro sia di circa 100 m.

I rilievi di SBP e MBES sono stati georeferenziati con l'ausilio di un sistema di posizionamento RTK connesso contemporaneamente ad un software di navigazione ed acquisizione di dati batimetrici (PDS 2000, Reson) ed ad un software per l'acquisizione di dati di sismoacustici (ISE, Innomar).

In generale dalle indagini geofisiche correlate con i dati di stratigrafia e di geomorfologia dei fondali da archivio hanno permesso di affermare che l'area in studio è contraddistinta da un substrato roccioso subpianeggiante (rifacentesi ad una piattaforma d'abrasione lapideo calcarenitica – sabbiosa di età quaternaria, con plaghe di coperture detritiche ed alluvionali) che affiora o direttamente sul fondale marino o al disotto di una lente di sedimenti sciolti, di taglia mista da grossolana a fine, con spessore compreso tra pochi centimetri e 2 m circa.

B) Studio sedimentologico

Per la predisposizione dello studio sedimentologico sono stati preliminarmente prelevati campioni dei sedimenti dei fondali.

Il campionamento di materiale sedimentario per le analisi granulometriche è stato effettuato con un'imbarcazione dotata di DGPS con l'ausilio di una benna manuale tipo Van Veen.

I campioni sono stati prelevati lungo 7 transetti, con equidistanza di 150 m, in corrispondenza delle batimetriche -2, -5, -10, -15 m sotto il l.m.m.. L'ubicazione dei punti di prelievo è stata rilevata con l'ausilio del sistema di posizionamento DGPS.

Sui campioni sono state eseguite n. 32 analisi granulometriche e n.15 misure del peso specifico assoluto dei grani. L'analisi granulometrica è stata realizzata tramite vagliatura

meccanica per la porzione di terra avente grana superiore a 0.075 mm, invece per il materiale avente diametro inferiore è stata effettuata l'analisi per sedimentazione del densimetro.

Il peso specifico è stato calcolato sulla porzione di terra trattenuta al setaccio ASTM n°200, tramite la media su due valori ricavati per mezzo di un picnometro ad acqua da 100 cmc.

Le analisi sedimentologiche rivelano curve granulometriche con prevalenza di sabbia (40-60%) e ghiaia (20-30%) sulla frazione pelitica, limitata a 10-20%. Tali percentuali sono solo indicative, poiché variano sensibilmente fra le zone di campionamento, comunque sempre con prevalenza delle frazioni sabbiose o ghiaiose.

Dall'insieme dei dati raccolti è stato possibile ricostruire la dinamica dei sedimenti; il vettore del trasporto litoraneo è stato identificato mediante una elaborazione statistica dei dati granulometrici e ricostruzione grafica delle normali alle isolinee di massima frequenza relative alle singole classi granulometriche predominanti nell'area indagata.

Il verso del trasporto corrisponde ad un gradiente decrescente delle linee di isofrequenza ed è individuato in una corrente litoranea controllata dal deflusso della foce del Fiume Oreto.

C) Studio geologico

Nella fascia costiera che comprende il sito interessato dalle opere in progetto, sono presenti coltri detritico – alluvionali, palustri, colluviali, eluviali etc. sciolte o di riporto a riempimento delle depressioni preesistenti, connesse alla morfologia a terrazzi costieri ed alla rete idrografica.

Affiora quindi una estesa ma discontinua piattaforma calcarenitica di origine marina e di età pleistocenica, che ricopre substrati radicati, talora affioranti, ad argille ed argilliti di età Miocene – Pliocene, con spessore indeterminato (il Flysch Numidico supera i 400 m).

La calcarenite costituisce una piattaforma terrazzata, con spessore laminare ai bordi pedemontani e ai margini degli alti strutturali, ma raggiunge spessori fino a 80 m circa. La stratificazione a banchi di varia cementazione, presenta intercalazioni di facies arenaceo – sabbiose, sabbiose e limose bianco giallastre. Le calcareniti si presentano a consistenza e cementazione medio – alta, a zone con banchi nodulari a matrice limo-sabbiosa ed interstrati sabbioso - conglomeratici.

La piattaforma calcarenitica testimonia le oscillazioni del mare quaternario, che ha modellato e ricoperto in gran parte il substrato miocenico e pliocenico, costituito da

formazioni pelitiche ed arenacee. L'insieme dei terreni si ritrovano in assetto ribassato tettonicamente rispetto ai complessi carbonatici mesozoici, che affiorano lungo la cintura montuosa della Piana di Palermo.

Lungo la fascia costiera affiorano anche marne ed argille coeve alle calcareniti, in modeste lenti ad est dell'area in studio.

La piastra calcarenitica che caratterizza la piana di Palermo a zone si assottiglia per dar luogo ad affioramenti di un substrato flischioide in facies pelitica e silico-clastica con rari intercalazioni quarzarenitiche. Quest'ultima formazione, di età terziaria, risulta tettonicamente sottoposta a notevoli litosomi in falde, derivate da poderose formazioni carbonatiche mesozoiche, in facies di scogliera, piane tidali, scarpate e piane detritiche.

Tali formazioni, carbonatiche e silicee, hanno fornito i materiali erosivi per arricchire il carico detritico- alluvionale che il Fiume Oreto ha accumulato alla foce e che è stato ridistribuito dal mare lungo le spiagge della costa, prima che i corpi aggiunti di risulta ne stravolgersero l'assetto idraulico costiero.

Nei depositi superficiali (spessori da 0,50 a 2 m) riscontrati durante i carotaggi nell'area si riscontra una sequenza di alluvioni sciolte a conglomerati e sabbie, con localmente materiali di riporto.

Non mancano brevi episodi, anche interposti a quelli alluvionali, rivelati da orizzonti manifestamente detritico-continentali, come terreno vegetale e suoli bruni o a terre rosse, e da rimaneggiamento di depositi poligenici, con produzioni di breccie di vari centimetri di diametro, ricavate a spese degli affioramenti litologici del bacino dell'Oreto, identificabili già nel suo corso medio-basso.

Le litologie di base affioranti nel bacino idrografico che alimentano gli apporti alluvionali, sono costituite da due importanti formazioni dei Monti di Palermo, una flischioide silico-clastica ed una carbonatica. Non mancano i frammenti clastici dei banchi di calcarenite vacuolare, tipica di orizzonti del piastrone calcarenitico del Tirreniano.

Una significativa differenza stratigrafica fra i dati acquisiti è riferita alla scarsità, nel sito del porticciolo, di depositi organici torbosi, presenti solo in una piccola plaga interna all'attuale porticciolo (Sondaggio S2 – Padre Messina, rilievi geomorfologici subacquei – Aut. Portuale) e abbondanti invece nel sito della attuale foce anche ad alcuni metri di profondità (sondaggi ex deposito locomotive Sicilferguson). Ciò induce a ritenere il sito di S. Erasmo coinvolto sia da processi morfodinamici marini che da quelli fluviali, adduttori questi di detriti eterogenei e poco rimaneggiati dal bacino di drenaggio a monte nonché inquinanti. Questo giustifica la scarsità di deposito fine con sostanza organica (limi torbosi). Tuttavia

sussiste un coinvolgimento nei processi di inquinamento fluitati, protagonisti delle ultime fasi storiche dell'area. Tale dato è confermato da analisi specifiche di carattere chimico fisico, condotte nell'ambito della campagna geognostica preliminare (Aut. Portuale), per quanto riguarda il sito di S. Erasmo (sostanza organica, pesticidi organo-clorurati, PCB, idrocarburi policiclici aromatici).

La giacitura degli orizzonti alluvionali e detritico-continentali di copertura appare piano-parallela, con una leggera pendenza verso il mare aperto, senza particolari strutture, peraltro difficilmente identificabili da una campagna di indagini come quella condotta con finalità ben diverse da una vera e propria ricostruzione paleo-ambientale. Dal rilievo morfobatimetrico si notano canali di erosione a spese dei banchi sabbiosi ad andamento conico verso il largo.

Il confinamento della componente limosa nella sequenza degli spessori di copertura indagati, e la preponderanza di sedimenti grossolani denotano per un verso la variabilità del ciclo sedimentario e, in generale, la prossimalità del bacino di alimentazione e peraltro, con l'alta energia del trasporto, la bassa maturità del ciclo erosivo, dovuto a riattivazioni di origine tettonica. Inoltre la complessa e molto articolata struttura litoformazionale e tettonica del bacino, causano la varianza delle vicende idrauliche e sedimentarie del corso terminale del fiume, su cui è intervenuta l'azione dell'uomo nei tempi storici e protostorici.

La selezione dei materiali fluitati ha rilasciato, nei livelli indagati, alluvioni sciolte, costituite in prevalenza da ciottoli a grana centimetrica, con intervalli ad elementi che raggiungono il decimetro di diametro, di natura prevalentemente silicea ed arenacea, più raramente calcarea. Sono anche presenti i depositi sabbiosi addensati, di colore dal giallo al grigio-biancastro, commiste ad una scarsa matrice limosa, che in superficie si addensa in una sorta di crostone torboso, entro 1 - 1,5 metri dalla superficie. Sia in superficie che a livelli di qualche metro al di sotto del piano campagna, si possono constatare, commisti a quelli arrotondati, depositi continentali detritico-clastici a spigoli vivi, connessi ad attività antropiche.

D) Relazione geotecnica

La relazione di ingegneria geotecnica è stata redatta dal Prof. Ing. Calogero Valore.

I terreni di fondazione del molo di sopraflutto e dell'area portuale sono stati oggetto di ricognizioni subacquee nel 2003 per conto dell'Autorità Portuale di Palermo che ha fatto

eseguire due sondaggi meccanici, SM15 e SM16 in corrispondenza dell'area di impronta del molo di sopraflutto.

Nel Novembre del 2006 L'impresa Research S.p.A. ha fatto eseguire 3 sondaggi meccanici a carotaggio continuo "da terra", denominati S1, S2, S3. Tutti i sondaggi hanno raggiunto la profondità di 20 m dal boccaforo. Lungo le verticali esplorate sono state eseguite alcune prove penetrometriche SPT.

I terreni di imposta dei moli sono stati, inoltre, esplorati con prospezioni mediante sub-bottom profiler (SBP).

Le indagini eseguite consentono di ricostruire la costituzione del sottosuolo nell'ambito del volume di terreno significativo sotto il profilo geotecnico.

Nell'ambito dell'area dei costruendi moli è presente una formazione di base costituita dai terreni e dalle rocce del complesso calcarenitico di Palermo del Quaternario sormontata da una coltre di materiali alluvionali di varia granulometria.

Con le indagini sono stati prelevati campioni sui quali sono state determinate alcune proprietà indici e la composizione granulometrica.

Le verifiche di stabilità generale, delle sezioni tipo previste in progetto sono state eseguite col metodo di Morgenstern & Price, per stato piano di deformazione, in termini di pressioni efficaci, e con riferimento alle condizioni drenate. In particolare sono stati calcolati i coefficienti di sicurezza in condizioni statiche e sismiche per i moli di sopraflutto e sottoflutto.

E) Indagini chimico-fisiche e microbiologiche su campioni di fanghi marini provenienti dai fondali da sottoporre a escavazione

Per la caratterizzazione dei materiali da dragare si è fatto riferimento alle indagini espletate dall'ICRAM per conto dell'Autorità Portuale di Palermo.

In particolare, nell'area interessata dalle opere in progetto, sono stati effettuati quattro carotaggi nei punti indicati con le sigle di seguito riportate: SE-1, SE-2, SE-3, SE-4; da ciascuno di tali carotaggi sono stati prelevati quattro campioni, corrispondenti a differenti livelli di profondità.

I risultati delle analisi chimico-fisiche sono stati volti a caratterizzare i livelli di sostanza organica presenti, le concentrazioni di pesticidi organoclorurati, le concentrazioni di policlorobifenili e di idrocarburi policiclici aromatici, metalli, azoto e fosforo.

La valutazione della qualità dei sedimenti superficiali e profondi del porticciolo di S.Erasmo, basata esclusivamente su informazioni chimico fisiche, suggerisce che parte del materiale presenta caratteristiche tali da potere consentire un riutilizzo, previo adeguati pretrattamenti, come copertura di discariche di rifiuti solidi urbani.

F) Studio idraulico marittimo

Lo studio della previsione del moto ondoso al largo del paraggio di Palermo – S. Erasmo per le onde estreme, è stato redatto, in assenza di una lunga serie di misure dirette di dati ondametrici, con una elaborazione statistica dei dati anemometrici disponibili, rilevati dall'Aeronautica Militare nella stazione di Ustica, che, tra quelle disponibili, ben rappresenta le condizioni climatiche del tratto di mare considerato.

L'elaborazione statistica dei dati del vento rilevati ha consentito di valutare le durate del vento, per le direzioni principali di provenienza, in funzione del tempo di ritorno, ottenendo le Curve del Vento provenienti dalle direzioni principali N, NE, E, SE, S, SW, W e NW per tempi di ritorno da 3 a 100 anni.

Sulla scorta dei dati anemometrici è stato espletato, con l'ausilio di opportuni modelli matematici, lo studio della previsione del moto ondoso al largo per le diverse direzioni di provenienza considerate, tenendo conto dei fetches effettivi ricavati dall'elaborazione del diagramma delle distanze di mare libero.

Per la previsione del moto ondoso al largo si è utilizzato il metodo di Sverdrup-Munk e Bretshneider con il quale è stato possibile ricavare l'altezza e il periodo significativo per ogni prefissata terna di valori del fetch F , della velocità e della durata t del vento, in funzione del tempo di ritorno.

Si sono considerate le direzioni: $337,50^\circ$ N, $360,00^\circ$ N, $22,50^\circ$ N, $45,00^\circ$ N e $67,50^\circ$ ed i relativi fetches: per ognuna di esse si è fatto variare il tempo di ritorno, da 3 a 100 anni, per 8 classi di velocità del vento, da 30 a 100 nodi.

Per le direzioni di cui sopra si sono determinati i valori dell'altezza d'onda significativa $H_{1/3}$ e i periodi corrispondenti, cioè del valore medio delle altezze possedute dal terzo delle onde più alte.

In particolare lo studio della previsione al largo ha evidenziato che il paraggio in esame può essere investito da mareggiate, che per un intervallo di ricorrenza di 100 anni, hanno i seguenti valori massimi: $H = 11.51$ m e $T = 13.40$ s (proveniente da una direzione al largo di

360.00 °N), mentre le onde aventi tempo di ritorno pari a 50 anni si modificano come di seguito: $H = 12.72$ m e $T = 10.31$ s provenienti da 337.50 °N.

Per un tempo di ritorno di 30 anni l'altezza d'onda si riduce a 11.29 m ed il periodo a 13.26 s, con direzione di provenienza sempre di 360.0°N.

Per un intervallo di ricorrenza pari a 10 anni si ha un valore dell'altezza d'onda pari a 8.08 m ($T = 11.25$ s) per la direzione di 360.0°N.

Ed infine per un tempo di ritorno di 5 anni si ha un'altezza d'onda di 6.15 m con periodo di 9.82 s.

Successivamente si sono valutate le trasformazioni che le onde subiscono avanzando dal largo verso riva con lo studio dei fenomeni della rifrazione e del frangimento, che ha consentito di verificare in che modo le onde con determinato tempo di ritorno arrivano sulle opere foranee.

A tal fine è stato applicato il modello numerico STWAVE (Steady-State Spectral Wave Model). Come dati di input per il modello STWAVE (rifrazione, frangimento ed effetti di shoaling) si sono considerate mareggiate con tempi di ritorno di 5, 10, 30, 50 e 100 anni facendo riferimento ai risultati dello studio meteomarinario di cui sopra.

Si è, quindi, considerato un punto di osservazione al largo del paraggio in esame nel quale sono state ricavate le caratteristiche ondose sottocosta (altezza e direzione sottocosta).

I valori di output del modello STWAVE, nel punto considerato, sono di seguito riassunti nella seguente tabella:

S.ERASMO – MODELLO STWAVE					
DATI DI INPUT			DATI DI OUTPUT		
DD al largo [gradi]	H al largo [metri]	T [s]	H sotto costa [m]	DD sottocosta [gradi]	tr [anni]
337.50	4.62	8.51	2.23	350.50	5
360.00	6.15	9.82	5.59	12.00	
22.50	5.00	8.88	4.72	26.00	
45.00	4.30	8.27	4.02	44.00	
67.50	3.71	7.66	3.37	63.00	10
337.50	5.73	9.46	2.65	349.5	
360.00	8.08	11.25	7.47	13.00	
22.50	6.43	10.05	6.14	27.00	

45.00	5.39	9.23	5.06	44.00	
67.50	4.34	8.30	3.90	62.00	
337.50	7.62	10.92	3.30	347.50	30
360.00	11.29	13.26	10.39	15.00	
22.50	8.41	11.50	8.22	27.00	
45.00	6.75	10.31	6.41	43.00	
67.50	5.47	9.30	4.88	60.00	
337.50	8.60	11.55	3.63	346.50	
360.00	11.51	13.40	10.40	15.00	50
22.50	9.72	12.33	9.43	27.00	
45.00	7.95	11.16	7.72	40.00	
67.50	6.62	10.21	5.67	56.00	
337.50	8.80	11.69	3.69	346.50	
360.00	11.51	13.40	10.40	15.00	
22.50	11.03	13.10	10.42	29.00	100
45.00	7.96	10.98	7.64	43.00	
67.50	6.62	10.21	5.93	59.00	

Tali valori di onde sottocosta, sono state successivamente utilizzate per determinare le caratteristiche delle onde in prossimità delle nuove opere foranee previste in progetto e per verificare lo stato di agitazione interna.

G) Studio della agitazioni interne

I risultati dello studio della rifrazione e frangimento, hanno consentito di calcolare le altezze d'onda, periodi e direzioni sottocosta da utilizzare come dati di input per l'applicazione del modello numerico CGWAVE (Coastal Wave Prediction Model), per la determinazione dello stato di agitazione residua all'interno dello specchio liquido ridossato dalle opere foranee in progetto.

Il limite al largo del modello CGWAVE è stato ubicato in acque relativamente profonde, quindi ogni condizione d'onda incidente poteva essere assunta approssimativamente costante lungo il confine del modello.

Come dati di input si sono considerate mareggiate con tempi di ritorno di 5, 10, 30, 50 e 100 anni per le direzioni al largo provenienti da $337,50^\circ$ N, $360,00^\circ$ N, $22,50^\circ$ N, $45,00^\circ$ N e $67,50^\circ$ N.

Dalle elaborazioni effettuate si sono ricavati i valori di altezza d'onda residua nello specchio acqueo protetto in corrispondenza di n. 8 punti scelti all'interno dello specchio liquido ridossato dalle opere foranee in progetto.

I risultati più gravosi, per tempo di ritorno di 50 anni, sono quelli per mareggiate provenienti da $67,50^\circ$ N. Il valore più alto è stato calcolato in prossimità dell'imboccatura del porto (pari a 1.54 m), mentre all'interno dello specchio acqueo protetto i valori dell'altezza d'onda misurati presentano, per la medesima direzione e per lo stesso tempo di ritorno, un valore medio di 0,29 m; valore inferiore alla condizione limite per tempi di ritorno superiore a 50 anni, pari a 0,50 m (Raccomandazioni tecniche per la progettazione dei porti turistici – AIPCN - PIANC).

Dall'analisi dei risultati si evince che nella configurazione di progetto, i valori di altezza d'onda residua all'interno dello specchio liquido protetto risultano conformi agli usuali valori standard di agitazione residua per un porticciolo a vocazione turistica consentendo le manovre di attracco e ormeggio in sicurezza.

Si è, inoltre, proceduto alla determinazione dell'onda di progetto da utilizzare per il dimensionamento delle opere foranee. Lo studio degli eventi estremi fornisce valori di altezze d'onda e periodi in funzioni del tempo di ritorno, scelto in funzione del tempo di vita dell'opera (che dipende a sua volta dalle caratteristiche funzionali e dal livello di sicurezza richiesto) e dal livello massimo di danneggiamento ammissibile.

Nel caso in esame per il progetto e la verifica è stato scelto un tempo di ritorno di 50 anni; per determinare dei valori di altezza d'onda in prossimità delle opere foranee in progetto.

A tal fine, per la configurazione di progetto, sono stati considerati alcuni punti (denominati 1, 2 e 3 – vedi **Fig A**) in corrispondenza del piede della diga foranea di sopraflutto e di quella di sottoflutto e in ciascuno di essi è stato calcolato il valore dell'altezza d'onda per tempo di ritorno pari a 50 anni.

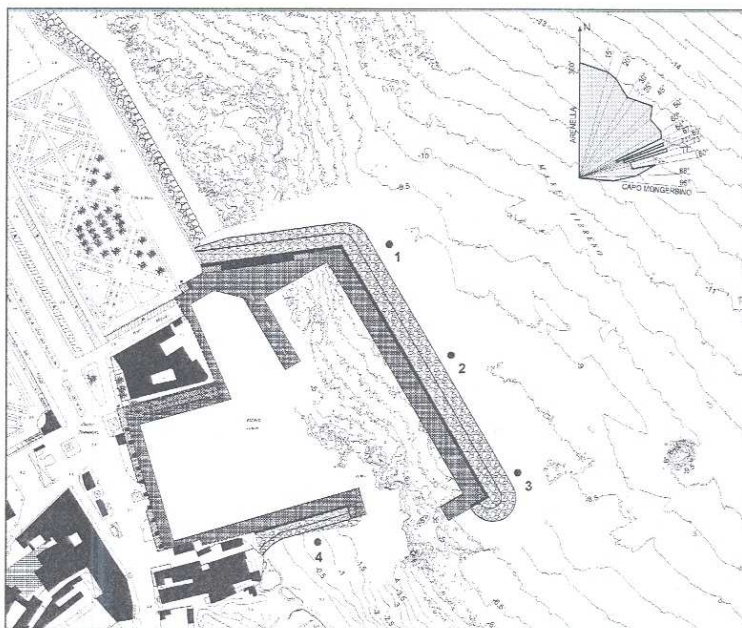


Fig.A

Nella tabella di seguito riportata sono riassunti i valori determinati per il tempo di ritorno considerato:

Altezza onda di progetto- Tr = 50 anni		DD sottocosta [gradi]	H sottocosta [m]
PUNTO 1	4.91	346.50	3.63
PUNTO 2	2.83		
PUNTO 3	4.74		
PUNTO 4	0.62		
PUNTO 1	5.12	15.00	10.40
PUNTO 2	5.08		
PUNTO 3	4.86		
PUNTO 4	1.84		
PUNTO 1	5.61	27.00	9.43
PUNTO 2	4.78		
PUNTO 3	5.25		
PUNTO 4	1.78		

PUNTO 1	5.64	40.00	7.72
PUNTO 2	5.02		
PUNTO 3	4.89		
PUNTO 4	1.99		
PUNTO 1	4.13	56.00	5.67
PUNTO 2	5.08		
PUNTO 3	4.86		
PUNTO 4	1.61		

Pertanto, con le elaborazione condotte nei punti prestabiliti si sono determinate le caratteristiche delle onde al piede delle opere foranee e i risultati più gravosi sono quelli di seguito riassunti:

- Tronco diga foranea sopraflutto (Punto 1): $H'0 = 5.64$ m e $T = 11.16$ s;
- Tronco diga foranea sopraflutto (Punto 2): $H'0 = 5.08$ m e $T = 13.40$ s;
- Testata diga foranea sopraflutto (Punto 3): $H'0 = 5.25$ m e $T = 12.33$ s;
- Tronco diga foranea sottoflutto (Punti 4): $H'0 = 1.99$ m e $T = 11.16$ s.

In conclusione, come onde di progetto, si sono considerati i valori di seguito riportati:

- Tronco diga foranea sopraflutto (Punto 1): $H'0 = 5.64$ m e $T = 11.16$ s;
- Testata diga foranea sopraflutto (Punto 3): $H'0 = 5.25$ m e $T = 12.33$ s;
- Tronco diga foranea sottoflutto (Punti 4): $H'0 = 1.99$ m e $T = 11.16$ s.

Per quanto riguarda il tronco della diga di sopraflutto sono stati scelti per le verifiche, a vantaggio di sicurezza, i valori misurati nel punto 1, essendo risultati quelli più gravosi.

H) Studio della dinamica costiera

Lo studio della dinamica costiera si è proposto di approfondire le interazioni tra le opere in progetto e il litorale sul quale verranno realizzate con particolare riguardo ai potenziali processi di interrimento del bacino portuale previsto in progetto.

A tal fine si è proceduto a verificare la dinamica costiera ed in particolare il trasporto solido dei materiali non coesivi basato sulle correnti litoranee indotte dalle onde sulle sospensioni dei materiali causata dalle stesse onde.

In particolare sono stati esaminati:

- il trasporto longitudinale di sedimenti (modello numerico utilizzato UNIBEST – CL-LT - Delft Hydraulics) sia per lo stato attuale che per la configurazione di progetto;
- il trasporto trasversale di sedimenti (modello numerico utilizzato UNIBEST – TC - Delft Hydraulics) per lo stato attuale.

Per calcolare il trasporto longitudinale è stato utilizzato il modello UNIBEST – CL LT (Longshore sediment transport and coastal morphodynamics) e la formula di Bijker.

E' stato comunque determinato esclusivamente il trasporto indotto dal moto ondoso, essendo minimo l'effetto del flusso di marea.

Sono stati considerati diversi punti costieri in cui sono stati calcolati i trasporti longitudinali. In questo modo si è tenuto conto delle variazioni di clima ondoso e di batimetria lungo il litorale.

Per la determinazione del clima ondoso rappresentativo del paraggio da utilizzare come wave input del modello, è stato indispensabile considerare un set di condizioni d'onda che influenzano il trasporto litoraneo lungo il tratto di costa considerato.

Nel caso in studio è stato considerato un anno medio, ottenuto dalle registrazioni effettuate dalla boa di Capo Gallo dal 1 Gennaio 2003 al 31 Dicembre 2005, considerando che il modello di calcolo è più adatto per condizioni normali, piuttosto che per condizioni estreme.

Si è proceduto, pertanto, facendo la media per ogni registrazione della boa (e quindi ogni tre ore) per ogni giorno dei tre anni disponibili, per l'altezza dell'onda, il periodo e la direzione, ottenendo così una misura media di un anno rappresentativo.

Da tale anno medio è stato estrapolato un set di onde considerando come range di altezza d'onda quello compreso tra $0.3 < H < 1.5$ m per tutte le direzioni di provenienza del moto ondoso, in rispondenza agli input richiesti dal modello numerico utilizzato.

In particolare sono stati considerati n. 8 profili lungo il tratto di costa considerato, in relazione alla batimetria esistente.

Il modello descritto è stato applicato ai seguenti scenari:

- 1) Stato attuale;
- 2) Realizzazione porto turistico S. Erasmo;

I grafici elaborati mostrano, per le configurazioni esaminate, l'evoluzione della linea di riva determinata dall'azione del suddetto clima ondoso e riportano la condizione a $t = 0$ (condizione iniziale) e a $t = 1, 3, 5$ e 10 anni.

Lo studio ha evidenziato che il trasporto solido longitudinale netto è di entità molto modesta, quantificabile in circa 4000 mc/anno.

Le opere in progetto, e in particolare il prolungamento della diga foranea di sopraflutto, non altereranno il trasporto longitudinale e pertanto non avranno effetti sulla spiaggia limitrofa.

Per ciò che riguarda il trasporto solido in direzione W a levante della foce del Fiume Oreto, la realizzazione del molo di sottoflutto previsto in progetto determinerà l'accumulo di sedimenti alla radice dello stesso quantificabile in circa 10.000 mc in 10 anni.

Pertanto, volendo stimare nel medesimo arco temporale l'interrimento del porto, considerando una percentuale di bloccaggio dei sedimenti ad opera della diga foranea di sottoflutto pari, prudenzialmente, al 30% , si può calcolare un'altezza di insabbiamento pari a circa $0,20$ m.

Tale previsione di insabbiamento si può considerare accettabile per un porto realizzato con un'imboccatura prospiciente un litorale di natura sedimentaria, con il ripristino dei fondali per mezzo di operazioni di dragaggio di ordinaria manutenzione.

Per lo studio del trasporto solido trasversale è stato, invece, applicato il modello numerico UNIBEST - TC (Cross-shore sediment transport and profile changes), la cui applicazione è rivolta alla definizione delle caratteristiche di dettaglio del trasporto solido litoraneo nel paraggio di S. Erasmo, con particolare riferimento alle aree in prossimità delle strutture dislocate lungo la costa.

In particolare è stata valutata la variazione del profilo trasversale della spiaggia lungo il tratto di costa esaminato, sul quale sono state individuate 11 sezioni poste ad adeguata distanza l'una dall'altra, in considerazione dei punti maggiormente sensibili e rappresentativi del litorale in studio. Per ciascuna sezione, a partire dal profilo attuale ($T=0$) e considerando un anno medio rappresentativo del clima ondoso del paraggio, è stata elaborata la variazione del profilo di spiaggia a $T = 2920$ giorni (8 anni).

Inoltre mediante il modello Unibest - TC è stato possibile definire la capacità di trasporto solido dei materiali non coesivi, basata sulle correnti litoranee indotte dalle onde e sulla sospensione dei materiali causata dalle stesse onde.

Pertanto, per ciascuna sezione, è stato valutato il trasporto solido totale, il trasporto solido in sospensione e trasporto solido di fondo sia a $T = 0$ sia a $T = 2920$ giorni.

Le elaborazioni condotte hanno mostrato un avanzamento della linea di riva per la maggior parte delle sezioni prese in considerazione, solo in poche sezioni si è riscontrato un arretramento in corrispondenza dei due promontori artificiali esistenti lungo il tratto di costa considerato (discarica Bandita e discarica Sperone).

Dall'output è stato possibile ricavare i valori del trasporto totale per ogni sezione di calcolo. Dal solido di portata per interpolazione tra le varie sezioni è stato possibile valutare quantitativamente il trasporto solido trasversale per tutto il litorale.

Il metodo seguito è stato quello di calcolare, per interpolazione lineare, il trasporto solido tra due sezioni contigue, considerando valori positivi o negativi a secondo delle zone in cui si è verificato deposito o erosione. Il trasporto annuo in una data sezione trasversale alla costa è calcolato come somma di un elevato numero di eventi che coprono un intero anno. In tal modo è stato possibile effettuare un bilancio di sedimenti per l'intero tratto di costa studiato (circa 6 Km).

In termini quantitativi, la portata totale è stata ottenuta dalla somma delle singole portate tra le varie sezioni. Lo studio ha messo in evidenza un trasporto solido trasversale, risultante pari a circa 16.600 m^3 calcolato per gli 8 anni di simulazione del processo e per l'intero tratto di litorale preso in considerazione.

Tale valore, rapportato all'intero tratto di litorale preso in considerazione, risulta pari a 2.72 m^3 per metro.

Il valore trovato nel modello numerico TC mette in evidenza l'esistenza di un trasporto trasversale di entità minore rispetto al trasporto longitudinale (risultato ottenuto con il modello LC).

Si ritiene, pertanto, sulla scorta degli studi effettuati con i modelli numerici descritti, che la soluzione progettuale, con la realizzazione delle opere foranee in progetto non altererà sensibilmente la dinamica costiera, se non in prossimità delle opere stesse, e che l'interrimento del bacino portuale è di entità accettabile.

I) Studio di Impatto Ambientale

Lo Studio di Impatto Ambientale è stata redatto conformemente alle prescrizioni relative ai quadri di riferimento programmatico, progettuale ed ambientale contenute nel D.P.C.M. 27 dicembre 1988, “*Norme tecniche per la redazione degli studi di impatto ambientale e la formulazione del giudizio di compatibilità*”, e al D.P.R. 12 Aprile 1996 recepito dalla Regione Sicilia con Decreto Presidenziale del 17 Maggio 1999.

Inoltre, a seguito di richiesta di attivazione della fase di scoping, il Ministero dell’Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare – Direzione Salvaguardia Ambientale, nella qualità di autorità competente, ha indicato in sede di consultazione gli argomenti da riportare all’interno dello studio di impatto ambientale.

Il porto di S.Erasmo rientra tra le azioni previste dal “Piano di sviluppo della nautica da diporto delle Regione Siciliana” il cui obiettivo è di individuare e promuovere una serie di interventi finalizzati a far fronte alle crescenti esigenze della nautica da diporto, e la sua realizzazione avverrà con le risorse della Misura 4.20. del P.O.R. Sicilia 2000-2006.

In merito al quadro di riferimento programmatico è stato accertata la coerenza del progetto con le previsioni di P.R.P., fatta eccezione per qualche variazione poco rilevante, e con le previsioni di P.R.G., quest’ultima sulla base di quanto indicato dalle relative norme tecniche di attuazione.

Con riferimento ad eventuali alternative progettuali, sono stati studiati quattro layout denominati A, B, C, D. Tali soluzioni presentano l’indubbio vantaggio della disponibilità di una più ampia area da destinare ad opere di edilizia portuale. Inoltre l’imboccatura rivolta a Nord-ovest impedirebbe alle acque inquinate del fiume Oreto di immettersi all’interno dello specchio acqueo protetto, limite che invece presenta l’attuale configurazione di progetto.

Tuttavia tali configurazioni, a causa dell’orientamento dell’imboccatura portuale, sarebbero difformi dalle previsioni di P.R.P., inoltre, il P.A.I. riporta nell’area su cui andrebbero ad insistere le opere a terra un vincolo idraulico con un grado di rischio quantificato in R3.

Secondo le Norme di Attuazione del P.A.I., nelle aree a rischio idraulico molto elevato (R4) ed elevato (R3) sono consentiti esclusivamente talune tipologie di interventi.

Pertanto, considerate le limitazioni imposte dal P.A.I. e le previsioni di P.R.P. non sono ipotizzabili configurazioni progettuali alternative.

Le scelte progettuali sono state indirizzate all’ottimizzazione tipologica dell’intervento, con la definizione di proposte atte a garantire, sia dal punto di vista di gestione sia da quello di

esercizio della struttura portuale, soluzioni più appropriate e consone all'inserimento ambientale della stessa struttura.

In merito alla fase di cantierizzazione, sono stati determinati il numero di viaggi necessari per l'approvvigionamento dei materiali dalle cave di prestito e allo scopo di non impattare in maniera significativa sulla viabilità esistente sono stati individuati degli opportuni percorsi che i mezzi di trasporto seguiranno per raggiungere le aree di cantiere. Al fine di limitare gli impatti legati a tale fase sono state indicate delle opportune misure di mitigazione.

L'analisi ambientale non ha messo in rilievo particolari alterazioni che le opere in progetto possono provocare sull'ambiente.

Alla luce dell'analisi delle componenti biotiche ed abiotiche del sito ed in particolare nella considerazione che all'interno dell'area su cui insisteranno le opere di ampliamento e riqualifica del porto è presente un'ampia presenza antropica e sono assenti biocenosi di particolare interesse ecologico e protezionistico, si ritiene che la creazione delle nuove opere non comporterà modificazioni sostanziali alle attuali caratteristiche abiotiche e biocenotiche.

Con riferimento alla componente atmosfera, per la caratterizzazione della qualità dell'aria locale si è fatto riferimento ai risultati del monitoraggio effettuato dall'AMIA s.p.a. Mediante l'uso di modelli di simulazione, sono stati stimati, quindi, gli incrementi delle emissioni, valutati sia nella fase di cantiere che in quella di esercizio conseguenti all'incremento di traffico. I risultati hanno evidenziato che gli incrementi di concentrazione di NO₂ non sono tali da determinare un'apprezzabile variazione dell'attuale qualità dell'aria.

La valutazione di impatto acustico è stata sviluppata secondo un'indagine del sito in tre fasi. La prima fase riguarda lo stato attuale. Dall'analisi effettuata è stato possibile riscontrare che nella maggior parte dei casi il rumore prodotto deriva principalmente dal traffico veicolare. La seconda fase si riferisce alle attività di cantiere; è stata pertanto eseguita una simulazione volta alla previsione delle emissioni acustiche delle lavorazioni e dei traffici indotti dal cantiere. La mappa dei valori simulati dei livelli equivalenti giornalieri di pressione sonora mostra che, nel periodo notturno non si riscontrano particolari problemi: ciò era del resto atteso, dal momento che i lavori del cantiere hanno un andamento diurno. Nel periodo diurno, la mappa non evidenzia significative variazioni del clima acustico attualmente esistente. La terza fase si riferisce alla situazione post operam. Anche in questo caso non si evidenziano significative variazioni del clima acustico e, ad ogni modo, l'incremento di traffico veicolare conseguente all'esercizio del dispositivo portuale avrà carattere stagionale.

Per quanto riguarda il dragaggio, le interferenze con l'ambiente marino (intorbidamento e inquinamento) sono limitate sia dall'adozione di idonee modalità tecniche sia dall'esecuzione delle stesse successivamente alla realizzazione delle opere foranee. Con riferimento alla destinazione finale dei materiali dragati, le analisi chimico-fisiche hanno evidenziato la necessità di sottoporre i sedimenti ad un apposito pretrattamento prima di un eventuale utilizzo come copertura di rifiuti in discarica per rifiuti solidi urbani.

Per quanto riguarda l'insabbiamento del bacino portuale lo studio della dinamica costiera ha evidenziato un'altezza di insabbiamento massima pari a circa 0.20 m in 10 anni. Tale previsione di insabbiamento è considerata accettabile per un porto realizzato con un'imboccatura prospiciente un litorale di natura sedimentaria.

La qualità delle acque interne sarà garantita da un costante ricambio idrico forzato. Allo scopo di eliminare il problema degli scarichi all'interno del porto che, comunque, sarà assolutamente vietato dal regolamento d'uso del porto, è previsto un impianto di aspirazione e trattamento acque di sentina ed oli esausti. Per quanto riguarda le acque di dilavamento dei piazzali, sono stati previsti due impianti di prima pioggia. I rifiuti solidi invece saranno raccolti in appositi cassonetti. Sono stati previsti, inoltre, un filtro e serbatoio carrellabile per l'aspirazione di olii esausti ed acque di sentina, e dei sistemi di trattamento rapido per gli sversamenti accidentali di carburanti.

Per ridurre e prevenire l'inquinamento delle acque di balneazione, in ottemperanza alla Direttiva 76/160/CEE del Consiglio, dell'8 dicembre 1975, relativa alla qualità delle acque di balneazione, è stato previsto un monitoraggio continuo e sistematico delle acque del paraggio esaminato mediante la messa in opera di una stazione di monitoraggio.

In relazione agli eventuali impatti, sull'area S.I.C. "Valle del Fiume Oreto" è in corso di elaborazione da parte del C.I.S.A.C. dell'Università degli Studi di Palermo lo Studio di Incidenza Ambientale.

In definitiva, dall'analisi degli interventi progettati emerge che essi presentano un livello soddisfacente di compatibilità con l'ambiente, non provocano disfunzioni sulla costa né interferenze apprezzabili con l'ambiente circostante e determineranno rilevanti effetti, sia per l'impatto economico sull'attività turistica sia per l'impatto occupazionale.

J) Piano economico-finanziario

I risultati ottenuti attraverso lo STUDIO ECONOMICO FINANZIARIO, confermano la fattibilità dell'intervento, l'analisi finanziaria infatti produce indicatori di progetto positivi.

Il progetto apporterà un **beneficio occupazionale che è pari a 10 nuovi addetti**, nella tabella seguente viene riportata la determinazione analitica per mansioni delle stime effettuate, con il relativo costo al lordo di contributi previdenziali e tasse, nonché il costo complessivo relativo al personale (tali costi sono supportati, nella parte del presente STUDIO ECONOMICO FINANZIARIO relativa alle schede di costo e ricavo, dalle tabelle relative ai contratti collettivi vigenti di categoria).

CALCOLO COSTO PERSONALE VOCI ANNUALI			
CATEGORIA	N°	COSTO UNITARIO	COSTO COMPLESSIVO
DIRIGENTI		€ 79.134,58	€ -
AMMINISTRATIVI	1	€ 30.209,24	€ 30.209,24
OPERAI SPECIALIZZATI	2	€ 27.606,25	€ 55.212,50
OPERAI COMUNI	5	€ 26.747,84	€ 133.739,20
STAGIONALI	2	€ 26.747,84	€ 53.495,68
TOTALE	10		€ 272.656,62

Il reddito così creato andrà a vantaggio dei lavoratori impiegati e conseguentemente anche dei loro familiari generando un benessere per l'intera collettività.

Con riferimento **all'impatto occupazionale del progetto**, sono stati calcolati opportuni indici di medio-lungo periodo quali, l'indice di attivazione occupazionale che mostra il rapporto tra il numero di lavoratori che si stima si occuperanno a regime per ogni migliaio di Euro di investimento, nonché l'indice di attivazione del reddito che stima l'ammontare di reddito addizionale creato per ogni addetto, per ogni migliaio di Euro di investimento.

INDICE ATTIVAZIONE OCCUPAZIONALE	INDICE DI ATTIVAZIONE DEL REDDITO
0,10%	€ 21,81

La tabella ci mostra in che modo ogni migliaia di Euro di investimento apporta benefici a livello occupazionale, nonché quanto reddito addizionale si crea per ogni lavoratore sempre con riferimento ad ogni migliaio di Euro di costo.

Di seguito si riporta una tabella che sintetizza i risultati ottenuti attraverso l'applicazione dello STUDIO ECONOMICO FINANZIARIO.

Analisi	VAN	TIR
Analisi finanziaria	K€ 4519	7.16%
Analisi di sensitività	K€ 3991	6.90%

La *ratio* ultima di tale analisi è, quindi, rappresentata dagli indicatori ottenuti attraverso l'applicazione **dell'Analisi finanziaria**.

L'analisi finanziaria, infatti, mostra la portata puramente lucrativa del progetto, ossia tale analisi fornisce uno strumento basilare per l'imprenditore privato o l'investitore interessati alla conoscenza dei margini di profitto che un'opera di tali caratteristiche possa portare, oppure per conoscere la pura fattibilità finanziaria dell'opera e conoscere il suo grado di autofinanziamento.

Infine, nella seguente tabella, riportiamo delle informazioni di notevole interesse per il soggetto esaminatore, in quanto viene individuato, attraverso l'applicazione numerica del presente STUDIO ECONOMICO FINANZIARIO, l'anno in cui il progetto in esame rende nullo il suo VAN o comunque il primo anno in cui il Valore attuale netto del progetto in esame risulta essere positivo (ossia l'anno in cui si ammortizza il costo), ed i relativi indicatori di progetto riferiti a tale anno.

ANNO DI RECUPERO	TIR	RAPPORTO B/C
29°	4.90%	1

Ovviamente, nell'anno in cui il VAN risulta essere pari a 0 o comunque il primo anno in cui il VAN è positivo, l'indicatore B/C non può che essere uguale a 1, in quanto il Valore attuale delle uscite è pari al Valore attuale delle entrate.

5. IL PROGETTO DEFINITIVO

Il progetto definitivo del porto turistico di S.Erasmo prevede la realizzazione delle opere di seguito elencate:

- A. Realizzazione di una diga foranea di sopraflutto dello sviluppo di 354,90 m;
 - B. Realizzazione di una diga foranea di sottoflutto dello sviluppo di 91,60 m;
 - C. Riqualfica delle banchine esistenti, realizzazione delle banchine della diga foranea di sopraflutto, dello sporgente interno e della diga di sottoflutto;
 - D. Riqualfica di una parte dell'edificio compendio "Padre Messina" per accogliere i servizi essenziali del porto turistico;
 - E. Realizzazione di strutture precarie per i servizi igienici e portuali;
 - F. Installazione di pontili galleggianti da destinare all'ormeggio;
 - G. Realizzazione degli impianti tecnologici necessari per lo sviluppo dell'attività portuale;
 - H. Escavazione dei fondali a quota -3.50 m sotto il l.m.m;
 - I. Arredi portuali
- A. La diga foranea, costituita da una struttura a gettata con banchina antiriflettente, si sviluppa dalla progr. 0.00 alla progr. 354.90 in due tratti di cui il primo (dalla progr. 0.00 alla progr. 117.00) in direzione W-E e il secondo (dalla progr. 117.00 alla progr. 354.90) in direzione NW-SE, su fondali variabili da -4.00 m a -8.00 m sotto il l.m.m. La diga è costituita da un nucleo in scogli di 1[^] cat. e pietrame con scarpa interna 1/1 e scarpa foranea 3/1, da uno strato di scogli di 2[^] cat dello spessore di 2.40 m e da una mantellata foranea in scogli di 4[^] cat. dello spessore di 3.50 m, scarpa foranea 3/1 e berma a quota +3.70 m della larghezza di 10,00 m il cui piede poggia su una berma soffolta in scogli di 3[^] cat. a quota -4.00 m sotto il l.m.m. e della larghezza di 8,00 m. La diga sarà definita con un massiccio di sovraccarico della larghezza di 7,00 m sormontato da un muro paraonde che si eleva a quota +5,50m sul l.m.m..
- B. La diga di sottoflutto si sviluppa, invece, in direzione W-E per una lunghezza di 91.60 m e risulta costituita da una struttura a gettata in scogli di 1[^], 2[^] cat. e pietrame, e mantellata lato mare con sogli di 2[^] e 3[^] cat, avente berma foranea della larghezza di

5.00 m posta a quota +2.20 m sopra il l.m.m. La diga sarà definita con un massiccio di sovraccarico della larghezza di 4,50 m sormontato da un muro paraonde che si eleva a quota +2,70m sul l.m.m.. Il massiccio sarà rivestito in pietra, simile a quella del muro di recinzione posto sul retro della casa di "Padre Messina".

- C. Sul lato interno, la diga foranea di sopraflutto sarà banchinata con una struttura antiriflettente, costituita da cassoncini cellulari imbasati a quota -5.00 m sotto il l.m.m. su uno scanno di imbasamento in pietrame, rinfiacati con pietrame, e sovrastante sovrastruttura in conglomerato cementizio armato con piano di calpestio a quota+1.20 m sopra il l.m.m.. I cassoncini saranno finestrati sulla parete lato porto, e la cella sarà riempita in scogli naturali del peso variabile tra 500 e 1.000 kg disposti in opera con angolo di circa 30° con l'orizzontale. La pavimentazione della banchina sarà realizzata in basolato. La diga di sottoflutto, invece, sarà banchinata lato porto con una struttura a giorno su pali (quota +1.20 m sopra il l.m.m.)

Le banchine attualmente esistenti, ovvero quelle prospicienti il complesso di Padre Messina e la banchina di riva, saranno riqualificate. In particolare la banchina antistante il suddetto complesso sarà riqualificata con una struttura a giorno su pali (quota +1.20 m sopra il l.m.m.); la diga esistente, invece, sarà banchinata dalla parte foranea con cassoncini cellulari antiriflettenti imbasati a quota -3.50 m sotto il l.m.m., rinfiacati con riempimento in pietrame, e sovrastante pavimentazione posta a quota+1.20 m sopra il l.m.m.;

- D. Per accogliere i servizi essenziali del porto, si è ipotizzato l'utilizzo, previa ristrutturazione, di una parte adiacente al porto lato sud-est del compendio "Padre Messina" appartenente al P.D.M; a tal fine il blocco servizi per gli utenti del porticciolo è stato predisposto in una parte dell'edificio preesistente che sarà utilizzato per uffici tecnici, sala internet, edicola, shop nautico, ufficio turistico, noleggio gommoni, bar e self-service. Tale corpo sarà definito con una struttura in acciaio ricoperta con teli aventi la funzione di ombreggiare le sottostanti banchine e le terrazze dell'edificio stesso;
- E. Realizzazione di strutture precarie per i servizi igienici e portuali con strutture in acciaio amovibili e pannelli prefabbricati;
- F. Si prevede l'installazione di pontili galleggianti, per uno sviluppo lineare pari a circa 260 m posti in opera con un sistema di catene e corpi morti in conglomerato cementizio;
- G. Per assicurare, inoltre, la salvaguardia del paesaggio costiero, il porto sarà dotato di tutte le infrastrutture necessarie per la tutela ambientale, tra le quali un sistema per la raccolta

dei rifiuti differenziata, un impianto per il trattamento dei liquami provenienti dai servizi igienici di terra, un impianto per lo spurgo degli olii esausti e delle acque di sentina e per la loro raccolta e relativo trattamento e quanto altro occorre per salvaguardare l'ecosistema marino circostante. In aggiunta saranno garantiti i rimanenti servizi mediante appositi distinti impianti per assicurare il rifornimento idrico acqua potabile, antincendio e per lavaggio imbarcazioni, la fornitura di energia elettrica in corrispondenza di ogni ormeggio mediante apposite colonnine di erogazione, nonché l'illuminazione delle calate portuali e la raccolta delle acque reflue. E' stato inoltre previsto un sistema di trattamento delle acque di prima pioggia e l'impianto di ricambio idrico accoppiato ad un impianto per il monitoraggio della qualità acque; le strutture portuali vengono definite con un impianto di videosorveglianza ed un impianto di distribuzione carburanti.

- H. Per lo smaltimento dei materiali provenienti dall'escavazione dei fondali a quota -3.50 m sotto il l.m.m, si è fatto riferimento alla caratterizzazione preliminare espletata dall'Autorità Portuale, prevedendo di eseguire la caratterizzazione dei sedimenti ai sensi del 14.01.1996 in fase di progetto esecutivo. Sulla scorta dei risultati delle analisi attualmente disponibili, è stato previsto un pretrattamento dei materiali di risulta e il loro conferimento a discarica;
- I. Le banchine portuale saranno arredate con parabordi in gomma, bitte, anelloni e colonnine di servizio opportunamente distribuite. Ci si munirà anche di estintori carrellati ed estintori, e di impianto di illuminazione e segnalamento.

Con le opere foranee sopradescritte si forma un'imboccatura esposta a SE della larghezza di circa 60 m. Tali strutture consentono la formazione di uno specchio acqueo protetto dell'estensione di circa 32.000 mq, dove si riescono ad ospitare circa 272 imbarcazioni.

Per quanto attiene, infatti, alla flotta tipo ed al suo dimensionamento, è stata confermata quella del progetto preliminare predisposto dall'Autorità Portuale.

Pertanto si è preferito in questa fase dimensionare il porto turistico che rivolge l'attenzione principale verso natanti da diporto delle dimensioni comprese tra 8.50 e 21.00 m, per un totale complessivo di circa 272 posti barca da ormeggiare a mare (banchine e pontili) suddivisi in varie categorie.

La flotta tipo di progetto è la seguente:

CATEGORIA IMBARCAZIONE	POSTI BARCA	NUMERO
A	8.5x3.0	70
B	10.0x3.5	78
C	11.5x4	52
D	13.0X4.5	28
E	16.0X5.0	11
F	18.0X5.5	13
G	21.0X6.0	10
POSTI RISERVATI MARINERIA LOCALE		10
	TOTALE	272

Inoltre, per incrementare la potenzialità ricettiva del porto, è stata prevista la realizzazione di alcuni siloscafi in grado di ospitare a secco circa 45 natanti aventi lunghezza massima pari a 6.00 m.

Tutte le aree di sedime dell'opera sono tutte intestate al P.D.M. in consegna all'Autorità Portuale di Palermo e ricadenti nella giurisdizione territoriale della stessa.

Il porto turistico sarà dotato di tutti i servizi e le attrezzature necessarie per la gestione ottimale; in particolare il porto sarà dotato delle seguenti attrezzature:

- 1) rifornimento carburante;
- 2) faro verde;
- 3) faro rosso;
- 4) uffici;
- 5) siloscafi;
- 6) parcheggi per complessivi 128 posti auto;
- 7) servizi igienici e spogliatoi per il personale;
- 8) officina meccanica;
- 9) torre di controllo.

Particolare importanza è stata rivolta, in fase di progettazione, alle verifiche di stabilità delle opere foranee.

Nel caso in esame per il progetto e la verifica è stato scelto un tempo di ritorno di 50 anni; pertanto per la determinazione dei valori di altezza d'onda in prossimità delle opere foranee in progetto è stato redatto un apposito studio idraulico-marittimo, con il quale sono state individuate le onde di progetto in prossimità delle opere foranee.

Con le elaborazioni condotte nei punti prestabiliti si sono determinate le caratteristiche delle onde al piede delle opere foranee; come onde di progetto si sono considerati i valori di seguito riportati:

- Diga foranea sopraflutto:
 $H'_s = 5.64$ m e $T = 11.16$ s;
- Diga foranea sottoflutto:
 $H'_s = 1.99$ m e $T = 11.16$ s.

Nel caso in esame, per la verifica delle mantellate delle opere previste in progetto si sono prese in considerazione le sezioni tipo dell'opera in progetto, sia per la diga di sopraflutto che per la diga di sottoflutto.

Il modello utilizzato è stato applicato per la diga di sopraflutto, considerando la mantellata formata da scogli naturali di 4^a categoria, del peso medio di 8500 Kg, tre valori del peso specifico ($\gamma_c = 2.600$ kg/mc; $\gamma_c = 2.650$ kg/mc; $\gamma_c = 2.700$ kg/mc), un numero d'onde $N = 3.000$ e $N = 5.000$, scarpa foranea 3/1 e porosità (n_v) 0,35-0,40-0,45.

Mentre per quanto riguarda il tronco della diga di sottoflutto si è considerata la mantellata formata da massi naturali di 2^a e 3^a categoria, con peso rappresentativo di 3.000 Kg, considerando tre valori del peso specifico ($\gamma_c = 2.600$ kg/mc, $\gamma_c = 2.650$ kg/mc e $\gamma_c = 2.700$ kg/mc), per un numero d'onde $N = 3.000$ e $N = 5.000$, scarpa foranea 2/1 e porosità n_v 0,30-0,35-0,40.

I risultati riguardanti le verifiche ottenute con le elaborazioni effettuate con il modello utilizzato, hanno evidenziato valori del livello del danno S accettabili.

Ulteriori verifiche sono state effettuate valutando il valore dell'altezza d'onda significativa (H_s) al variare dei vari parametri presi in considerazione. In particolare si sono considerati sempre massi naturali da 8500 Kg, peso specifico 2.600-2.650-2700 kg/mc, numero d'onde $N = 3.000 - 5.000$ e porosità 0,35 - 0,40 - 0,45 per il tronco della diga foranea di sopraflutto, con S pari a 2 e 3.

Infine sono state effettuate delle verifiche che forniscono i valori del peso del singolo masso (M50), al variare dei vari parametri presi in considerazione. In particolare si sono considerati sempre massi naturali da 8500 Kg, peso specifico 2.600-2.650-2700 kg/mc, numero d'onde $N = 3.000 - 5.000$ e porosità 0,35 - 0,40 - 0,45 per il tronco della diga foranea di sopraflutto, con S pari a 2 e 3 e per $H_s = 5.64$ m, $T_p = 11.16$ s e $T_m = 10.14$ s.

Dall'esame dei grafici, per la diga di sopraflutto, si evince che si hanno in tutti i casi considerati valori che mostrano condizioni di sicurezza per la stabilità della mantellata.

Per quanto riguarda la diga di sottoflutto, le elaborazioni sono state effettuate considerando un peso rappresentativo di 3.000 Kg, tre valori del peso specifico ($\gamma_c = 2.600$ kg/mc, $\gamma_c = 2.650$ kg/mc e $\gamma_c = 2.700$ kg/mc), per un numero d'onde $N = 3.000$ e $N = 5.000$, scarpa foranea 2/1 e porosità n_v 0,30-0,35-0,40, per $H_s = 1.99$ m, $T_p = 11.16$ s e $T_m = 10.14$ s.

L'esame di tutte le elaborazioni condotte per la diga di sottoflutto ha messo in evidenza che il livello del danno ottenuto rientra nei limiti di accettabilità in tutti i casi considerati, infatti risultano valori molto bassi per S , mostrando quindi che si è, anche in questo caso, in condizioni di sicurezza.

Ulteriori risultati forniscono i valori dell'altezza d'onda significativa (H_s) al variare dei vari parametri presi in considerazione. In particolare si sono considerati sempre massi naturali da 3000 Kg, peso specifico 2.600-2.650-2700 kg/mc, numero d'onde $N = 3.000 - 5.000$ e porosità 0,30 - 0,35 - 0,40 per la diga foranea di sottoflutto, con S pari a 1, 2 e 3.

Infine altre verifiche forniscono i valori del peso del singolo masso (M50), al variare dei vari parametri presi in considerazione. In particolare si sono considerati sempre massi naturali da 3000 Kg, peso specifico 2.600-2.650-2700 kg/mc, numero d'onde $N = 3.000 - 5.000$ e porosità 0,30 - 0,35 - 0,40 per il tronco della diga foranea di sottoflutto, con S pari a 1, 2 e 3 e per $H_s = 1.99$ m, $T_p = 11.16$ s e $T_m = 10.14$ s.

Dall'esame dei grafici, per il tronco della diga di sottoflutto, si evince che si hanno in tutti i casi considerati valori che mostrano condizioni di sicurezza e che risultano confrontabili tra loro, come mostrano i risultati ottenuti facendo variare i vari paramentri.

Nella diga di sopraflutto è stata prevista la collocazione al piede della mantellata di scogli di 3^a categoria, la cui stabilità è stata valutata considerando un peso rappresentativo di 3.000 Kg, tre valori del peso specifico ($\gamma_c = 2.600$ kg/mc, $\gamma_c = 2.650$ kg/mc e $\gamma_c = 2.700$ kg/mc), per un numero d'onde $N = 3.000$ e $N = 5.000$, scarpa foranea 2/1, profondità al piede $h = 8.8$ m, per $H_s = 5.64$ m, $T_p = 11.16$ s e $T_m = 10.14$ s.

I risultati delle elaborazioni condotte facendo variare i vari parametri (h_t , H_s e M_{50}) hanno mostrato in tutti i casi considerati valori che rientrano in condizioni di sicurezza, per la sezione considerata.

La parete verticale del muro paraonde può essere investita dal moto ondoso di certe mareggiate particolarmente violente, per cui è stato necessario verificarne la sua stabilità.

Poiché il muro paraonde viene realizzato in calcestruzzo semplice e talvolta non in unico getto, si è ritenuto, in aggiunta alla verifica dell'intero elemento, di procedere anche all'esecuzione di quella relativa alla sola parte superiore di forma trapezia. Tale ultima azione è stata considerata agente verso il porto.

I calcoli sono riferiti alle sezioni tipo del massiccio e del muro paraonde sia per la diga foranea di sopraflutto sia per la diga foranea di sottoflutto.

Ogni verifica è stata inoltre eseguita in condizioni di mare calmo e in presenza di moto ondoso. Si è, inoltre considerata la presenza della sottospinta.

I risultati dei calcoli relativi a sforzo normale eccentrico in sezioni non resistenti a trazione per tempo di ritorno $t_r = 100$ anni, relativamente alla diga foranea di sopraflutto e alla diga di sottoflutto mostrano la stabilità delle strutture proposte in progetto.

Per valutare il sormonto di masse d'acqua sulla opere a gettata è stata calcolata la tracimazione in relazione al moto ondoso incidente.

L'entità della tracimazione dipende dall'altezza del coronamento del muro paraonde al disopra del l.m.m. e dalle caratteristiche di permeabilità dell'opera a gettata.

Il modello utilizzato, consente di valutare l'altezza raggiunta dall'onda che frange sulla mantellata esterna della diga foranea.

Nel caso in esame sono state effettuate le verifiche per la diga di sopraflutto, considerando come onda di progetto il valore di seguito riportato:

- Tronco diga foranea sopraflutto (dalla progr. 117.00 m alla progr. 317.00 m):
 $H'_0 = 5.64$ m e $T_m = 10.14$ s;

I risultati delle verifiche, ottenute per tre diversi valori del fattore di riduzione della scabrezza ($\gamma_f = 0.4 - 0.45 - 0.5$) hanno mostrato condizioni di sicurezza per la geometria dell'opera in progetto.

Nel dimensionamento di una diga a gettata è necessario, inoltre, valutare il sormonto di masse d'acqua per la stabilità e la sicurezza della diga stessa, con particolare riguardo alle opere retrostanti il muro paraonde.

L'entità della tracimazione dipende soprattutto dall'altezza del coronamento del muro paraonde al disopra del l.m.m.

Nel caso in esame si sono analizzate le situazioni con altezza h_c del coronamento del muro paraonde rispetto al l.m.m di 4.00 m; 4.50 m, 5.00m e 5.50 m.

I risultati delle verifiche hanno consentito di verificare la funzionalità del muro paraonde considerato in progetto, che si eleva fino alla quota + 5.50 m sopra il l.m.m.

Il progetto definitivo è corredato dai calcoli delle strutture e dalle verifiche geotecniche delle sezioni tipiche utilizzate per le opere marittime.

6. INDAGINI PRELIMINARI AL PROGETTO ESECUTIVO E TEMPISTICA

Il progetto potrà essere reso esecutivo a seguito della redazione di alcuni studi integrativi di seguito elencati:

- Prove su modello fisico volte all'ottimizzazione della mantellata foranea da effettuare presso laboratori specializzati.;
- Indagini ed analisi sui fondali da sottoporre ad escavazione in riscontro ai decreti 30.12.1997 e 31.10.1997 dell'Assessorato TT.AA., al D.M. 14.01.1996 e alla Legge 179/2002. I materiali di risulta dei lavori di escavazione devono essere preliminarmente caratterizzati volumetricamente dal punto di vista chimico-fisico e microbiologico.

Le indagini e gli studi preliminari all'escavazione prevedono:

- Prelievo carote con l'ausilio di attrezzature e sommozzatori subacquei e sistema di posizionamento;
- Analisi chimico-fisiche e microbiologiche da effettuare presso laboratori autorizzati;
- Relazione sulle modalità di smaltimento dei materiali di risulta dell'escavazione.

Le indagini preliminari al progetto esecutivo potranno essere espletate in un tempo di 45 giorni.

Il progetto esecutivo potrà conseguenzialmente essere redatto entro 15 giorni dall'approvazione del progetto definitivo.

Le opere in progetto potranno essere eseguite in un tempo stimato pari a 18 mesi, secondo il cronoprogramma di seguito allegato.

7. STIMA DELL'INTERVENTO

Per la valutazione delle categorie di lavoro e dei materiali occorrenti per la realizzazione delle opere è stato approntato un computo delle quantità redatto sulla base di appositi elaborati grafici espletati a loro volta sulla scorta dei rilievi batimetrici e topografici eseguiti.

Per la redazione del progetto definitivo, i costi sono stati determinati sulla scorta dei prezzi di cui all'offerta tecnica della Research.

Con tale aggiornamento il costo complessivo delle opere è risultato di €18.630.628,47 di cui €14.025.509,49 per i lavori e €4.605.118,98 per somme a disposizione dell'Amministrazione.

Il costo complessivo del progetto è, in dettaglio, così suddiviso:

A) LAVORI AL NETTO DEL RIBASSO D'ASTA

€14.025.509,49

B) SOMME A DISPOSIZIONE

B.1) ONERI DISCARICA €. 250.000,00

B.2) IMPREVISTI €. 729.089,00

B.3) SPESE GENERALI

B.3.1) Studi ed indagini propedeutiche alla progettazione

B.3.1.1) Indagini geognostiche e rilievi €. 35.000,00

B.3.1.2) Relazione geologica €. 35.000,00

B.3.1.3) Relazione geotecnica €. 35.000,00

B.3.1.4) Studio di incidenza €. 40.000,00

B.3.1.5) Consulenza strutturale €. 54.000,00

B.3.1.6) Verifiche idrauliche

mantellata foranea €. 30.000,00

B.3.1.7) Analisi materiali da dragare e

procedure smaltimento €. 45.000,00

B.3.1.8) Piano di sicurezza cantiere €. 35.000,00

B.3.1.9) Studio idraulico marittimo €. 50.000,00

Sommano €. 359.000,00 €. 359.000,00

B.3.2) Conduzione dei lavori

B.3.2.1) Direzione dei lavori	€.	140.255,10	
B.3.2.2) Sicurezza cantiere in corso d'opera	€.	70.000,00	
B.3.2.3) Collaudo	€.	29.349,29	
B.3.2.4) Collaudo statico	€.	<u>35.836,10</u>	
Sommano	€.	<u>275.440,49</u>	€. 275.440,49
B.3.3) Spese gara e contratto	€.	59.599,49	
B.3.4) R.U.P. 10% del 2% di A	€.	<u>28.051,02</u>	
Sommano	€.	722.091,00	€. <u>722.091,00</u>
	Sommano		€. 1.701.180,00
B.4) I.V.A.20% di (A+B.3.1+B.3.2.2+B.3.2.3+B.3.2.4)			€. <u>2.903.938,98</u>
	Sommano		€. <u>4.605.118,98</u>
	€.	<u>4.605.118,98</u>	

TOTALE €18.630.628,47

CRONOPROGRAMMA DEI LAVORI		messe																		durata [mesi]	importo lavori sub-capilli [€]	importo lavori capilli [€]	
INCANTERAMENTO		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	(€/mese)	1		
II. DIGA FORANEA SOPRAELEVATO E BANCHINA																				0,00	1	0,00	0,00
Opera a getata																							
Massiccio e muro paraonde																				463.592,64	11	5.099.519,00	7.841.070,10
Cassononi e sovrastuttura in ca.																				69.625,21	7	487.376,50	
Rinfianchi e strati di sottofondazione																				125.280,90	10	1.252.809,50	
Pavimentazioni, investimenti e oldatura in pietra																				42.868,67	6	257.212,00	
106.299,09																				7	744.033,60		
III. ESCAVO																							
Escavo e trasporto																				118.157,50	6	708.945,00	1.897.458,00
Bonifica materiali provenienti dall'escavazione																				161.215,00	7	1.128.505,00	
IV. DIGA SOTTOFOLLITO E BANCHINA																							
Opera a getata																				34.032,50	4	136.130,00	997.691,90
Massiccio e muro paraonde																				13.733,63	3	41.200,90	
Cassononi, pali e sovrastuttura in ca.																				87.885,00	6	527.130,00	
Rinfianchi e strati di sottofondazione																				13.145,50	2	26.291,00	
Pavimentazioni, investimenti e oldatura in pietra																				113.470,00	2	226.940,00	
V. MOLO INTERNO E BANCHINA																							
Salpamenti, scogliere e scanni																				64.506,00	1	64.506,00	816.043,00
Cassononi, pali e sovrastuttura in ca.																				64.525,00	5	422.625,00	
Rinfianchi e strati di sottofondazione																				16.047,33	3	48.142,00	
Pavimentazioni, investimenti e oldatura in pietra																				129.895,00	2	259.770,00	
VI. IMPIANTI																							
Imp. elettrico, acquedottamento, videoserv. e colonnine servizio																				57.670,00	7	403.690,00	984.375,17
Imp. idrico, antincendio, fognario e vasche tratt. acque prima pioggia																				23.951,29	4	55.895,17	
Imp. idrico e monitoraggio																				17.025,00	4	68.100,00	
Imp. carburanti																				103.046,67	3	309.140,00	
Trattamento svers. asp. acque di semina e oli esauriti, racc. diff. rifiuti																				35.860,00	3	107.640,00	
VII. VARIE																							
Riqualfica locali servizi e struttura metallica																				42.662,50	4	170.660,00	425.160,00
Officina, loc. servizi, loc. imp. tecnici, serv. igienici, torre cont. e silosacchi																				32.127,50	4	128.510,00	
Recinzione e paratieggi interni																				20.553,33	3	61.600,00	
Riqualfica banchine esistenti e strade di accesso																				12.880,00	5	64.400,00	
VIII. ATTREZZATURE																							
Pontili galleggianti e passerelle																				135.253,33	3	405.760,00	490.722,00
Bite, anelli ormeggio, scalette e parabordi																				16.992,40	3	64.962,00	
ONERI PER L'ATTUAZIONE DEI PIANI DI SICUREZZA																							
IMPORTO GLOBALE LAVORI AL NETTO DEL RIBASSO D'ASTA																							
Produzione Mensile (€/mese)																							
Produzione Totale Progressiva (€)																				14.025.509,49		14.025.509,49	14.025.509,49
AVANZAMENTO PERCENTUALE																							
0,00%																				0,00			
4,41%																				618.599,46			
9,34%																				1.310.329,24			
14,27%																				2.002.059,02			
19,53%																				2.738.881,85			
24,78%																				3.475.637,28			
30,96%																				4.341.985,52			
37,44%																				5.251.000,94			
44,33%																				6.216.916,28			
51,65%																				7.244.343,57			
59,09%																				8.287.381,06			
65,71%																				9.215.756,51			
71,59%																				10.040.481,59			
77,00%																				10.799.254,62			
82,68%																				11.596.334,98			
88,72%																				12.443.206,94			
95,38%																				13.377.793,52			
100,00%																				14.025.509,49			
% LAVORI																							
Totale																						14.025.509,49	14.025.509,49
																						674.057,32	674.057,32
																						13.351.452,17	13.351.452,17

