

CONSORZIO PER IL NUCLEO DI  
INDUSTRIALIZZAZIONE  
DEL SULCIS IGLESIENTE

BANCHINA LATO EST DEL PORTO  
INDUSTRIALE DI PORTOVESME  
PROGETTO ESECUTIVO

DRAGAGGIO DELLO SPECCHIO ACQUEO ANTISTANTE LA BANCHINA

RELAZIONE TECNICA

STUDIO TECNICO

I PROGETTISTI:

Dott. Ing. EDILIO DI MARTINO

Dott. Ing. ENRICO MANCA

VIALE VERELLI, 44 TEL. 688.023



ORDINE INGEGNERI  
PROVINCIA DI CAGLIARI  
Dott. Ing. ENRICO MANCA

DATA:

2 FEB. 2000

Consortio per il Nucleo di Industrializzazione  
SULCIS-IGLESIENTE - PORTOSCUSO

IL PRESIDENTE  
(Dr. Giuseppe Poni)

IL RESPONSABILE DEL PROCEDIMENTO  
(Dott. Ing. Giuseppe Meloni)

Multizonale di Prevenzione della ASL di Roma sia sul materiale tal quale che sul liquido del test di lisciviazione del medesimo, e quelle batteriologiche dal Presidio Multizonale di Portoscuso. Tali analisi sono allegate al presente progetto.

Dalla comparazione delle concentrazioni di inquinanti rilevate alle varie profondità con quelle stabilite dalla tabella n° 1 dell'allegato 1 al D. M. 25 ottobre 1999 n° 471, con valori di concentrazione limite accettabile nel suolo o sottosuolo dei siti da bonificare destinati ad uso industriale si è evidenziato che solo una parte superficiale di tale materiale pari a circa 153.600 mc. presenta concentrazioni superiori a quelle suddette. Tale materiale sarà pertanto sottoposto al trattamento di innocuizzazione sopra descritto.

I lavori previsti consentiranno di effettuare di fatto il disinquinamento dello specchio acqueo posto ad Est del Porto di Portovesme in perfetta aderenza a quanto già previsto per tale paraggio dal piano di disinquinamento dell'area industriale di Portoscuso e di effettuare, con i reflui di dragaggio, il rimodellamento morfologico di alcune aree consortili, necessario per l'utilizzo di tali terreni per gli insediamenti industriali previsti nel Piano Regolatore.

I lavori del presente progetto sono stati previsti a corpo e a misura.

I lavori a corpo sono quelli necessari per la mobilitazione e l'installazione nell'area del Porto dell'impianto di innocuizzazione sopracitato nonché la costruzione e successiva demolizione della cassa di colmata, opportunamente impermeabilizzata, occorrente per lo stoccaggio provvisorio dei materiali inquinanti da trattare.

I lavori a misura consistono essenzialmente nell'escavo del fondo marino, nel trattamento dei materiali inquinati e nel trasporto a dimora di tutti i materiali dragati.

Per l'esecuzione dei lavori del secondo lotto della banchina lato est del porto di Portovesme, oggetto del presente progetto, la Giunta Regionale della Sardegna ha stanziato la somma di L. 30 miliardi con deliberazione del 28.07.1999 (34/20) che si allega.

L'importo complessivo delle opere ammontano a L. 29.860.666.580 distinto come segue:

#### QUADRO ECONOMICO

A)	
Importo a base d'asta	L. 26.754.261.208
Importo oneri per la sicurezza non suscettibile al ribasso d'asta	L. 530.704.600
Importo complessivo dei lavori	L. 27.284.965.808
B)	
Somme a disposizione dell'Amministrazione:	
Spese generali 9,44%/Dec. 18.09.1986 n° 97	L. 2.575.700.772
Totale complessivo	L. 29.860.666.580



Regione Autonoma della Sardegna

deliberazione del  
28.7.1999 \* (34/20)

OGGETTO: Delibera CIPE 18.12.1996 e 17.03.1998 n. 32.  
Programma di utilizzo delle risorse per le aree depresse di complessive Lire 60 miliardi sul Cap. 09055.

L'Assessore dell'Industria riferisce che il CIPE - al fine di realizzare il programma di interventi volti a favorire lo sviluppo sociale ed economico delle aree depresse con le risorse previste dal decreto legislativo 23.10.1996 n. 548, convertito in Legge 20.12.1996 n. 641, - con deliberazione del 18.10.1996 ha attribuito alla Regione Sardegna risorse complessive in favore delle aree depresse per Lire 180,700 miliardi e con deliberazione n. 32 del 17.03.1998 ha, tra l'altro, ripartito lo stanziamento con scansione temporale negli anni 1998, 1999, 2000, 2001.

La Giunta Regionale con deliberazione n. 12/35 del 2.03.1999 ha approvato il programma degli interventi da realizzare, la ripartizione delle risorse assegnate dal CIPE per singole annualità e per Assessorato competente e l'istituzione dei pertinenti capitoli dello stato di previsione dell'entrata e della spesa per la gestione dei finanziamenti statali, e, contestualmente, ha indicato gli Assessorati che cureranno il finanziamento, la verifica delle procedure esecutive poste in essere dagli Enti attuatori e la ripartizione delle somme a disposizione degli Assessorati per le singole annualità.

Con la stessa deliberazione n. 12/35 è stato assegnato all'Assessorato dell'Industria lo stanziamento di Lire 60 miliardi destinati alla realizzazione delle seguenti opere:

Ente attuatore	Intervento	Importo (in miliardi)
ASI Sassari-P.Torres-Alghero	Banchina RoRo - P.Torres	15
N.I. Oristanese	Canale navigabile -S.Giusta	15
N.I. Sulcis Iglesias	Banchina lato est-Portovesme	30

In data 8.04.1999 con decreto n. 22/B l'Assessore della Programmazione ha provveduto ad istituire il nuovo Capitolo di spesa 09055 di competenza dell'Assessorato Industria e ad apportare le dovute variazioni al bilancio della Regione per il 1999 ed al bilancio pluriennale per gli anni 1999-2001.

L'Assessore dell'Industria ritiene, pertanto, necessario procedere alla ripartizione dei fondi a disposizione per singole annualità.





### Regione Autonoma della Sardegna

La verifica, nel frattempo operata, in relazione alle procedure poste in essere dagli Enti attuatori suindicati, ha evidenziato che il Consorzio ASI di Sassari ed il Consorzio N.I. dell'Oristanese hanno predisposto i rispettivi progetti esecutivi, che attualmente sono all'esame istruttorio del Comitato Tecnico dei LL.PP. per il prescritto parere tecnico; di conseguenza le opere sono da considerarsi appaltabili nel breve periodo.

Il Consorzio N.I. del Sulcis Iglesiente non risulta aver predisposto il progetto relativo al secondo lotto dei lavori di realizzazione della banchina lato est di Portovesme.

L'Assessore referente propone dunque che l'utilizzo delle risorse assegnate per l'importo complessivo di Lire 60 miliardi venga attribuito agli Enti attuatori come segue:

Ente	Intervento	1998 - 1999	2000	2001	Totale	
ASI Sassari	Banchina RoRo -P.Torres	6,5	5,9	1,6	1,0	15
N.I.Oristanese	Canale navigabile-S.Giusta	6,5	6,5		2,0	15
N.I.Sulcis Iglesiente	Banchina lato est-Portovesme -2°			15,0	15,0	30
Totale		13	12,4	16,6	18	60

La Giunta Regionale in accoglimento della proposta dell'Assessore dell'Industria

### DELIBERA

di approvare il programma di utilizzo delle risorse assegnate all'Assessorato Industria sul Cap. 09055, pari a Lire 60 miliardi, così scandite temporalmente:

Ente	Intervento	1998 - 1999	2000	2001	Totale	
ASI SASSARI	Banchina RoRo -P.Torres	6,5	5,9	1,6	1,0	15
N.I. ORISTANESE	Canale navigabile-S.Giusta	6,5	6,5		2,0	15
N.I.SULCIS IGLES.	Banchina lato est-Portovesme-2°			15,0	15,0	30
Totale		13	12,4	16,6	18	60

Letto, confermato e sottoscritto.

p. IL DIRETTORE GENERALE  
F.to: Cuccuru

p. IL PRESIDENTE  
F.to: Loddio

per copie confermate  
ad uso amministrativo



Alegato W  
all'atto del 26/07/2000  
Rep. n. 3-9056/2005

CONSORZIO PER IL NUCLEO DI  
INDUSTRIALIZZAZIONE  
DEL SULCIS IGLESIENTE

BANCHINA LATO EST DEL PORTO  
INDUSTRIALE DI PORTOVESME  
PROGETTO ESECUTIVO  
1° LOTTO

RELAZIONE TECNICA

Dott. Ing. EDILIO DI MARTINO

PROGETTISTI:

Dott. Ing. Edilio Di Martino  
Dott. Ing. Enrico Manca

 ORDINE INGEGNERI  
PROVINCIA DI CAGLIARI  
N. 753 - Dott. Ing. ENRICO MANCA

22 Luglio 1999

Il Responsabile Del procedimento  
Ing. Giuseppe Meloni

*Giuseppe Meloni*



*Manca*

*Di Martino*  
*Manca*

## RELAZIONE TECNICA



## 1. GENERALITA'

La presente relazione descrive le opere da realizzarsi nel porto di Portovesme relativamente alla "costruzione della banchina sita sul lato Est del porto" secondo quanto previsto dal P.R.G. del Consorzio per il Nucleo di Industrializzazione del Sulcis-Iglesiente.

Il Piano Regolatore Portuale venne approvato con decreto interministeriale 9/3/1962 N° 2162. Le diverse opere furono previste affidando al porto le caratteristiche "Commerciali". Come noto, il porto di Portovesme, a seguito degli insediamenti industriali sorti proprio verso il bacino, ha praticamente perso la propria caratteristica "commerciale" per assumere quella di porto industriale.

In seguito a tale trasformazione, il Nucleo di Industrializzazione del Sulcis-Iglesiente d'accordo con l'ufficio del Genio Civile OO.MM. e la Capitaneria di Porto di Cagliari, ha integrato il Piano Regolatore Consortile con quello del Porto di Portovesme. La variante in oggetto è stata approvata con decreto Assessoriale Enti Locali della Regione Autonoma della Sardegna N° 482/U del 20/4/1982.

Sia gli elaborati grafici che la relazione del Piano Regolatore dell'Agglomerato Industriale di Portovesme individuano in modo preciso e dettagliato le opere e quindi le banchine e piazzali previste per il porto, tra le quali risulta puntualmente elencata la banchina lato est del porto di Portovesme ed il relativo piazzale.

Il Piano Regolatore Portuale prevede nella configurazione finale la realizzazione di due nuove banchine di cui una, come sopraddetto, sul lato Est del porto e l'altra in corrispondenza dell'esistente pontile ex ALUTT di cui è prevista l'eliminazione ad opere completate.

Per l'attuazione di tale P.R., il Consorzio commissionava alla Società Italimpianti i progetti esecutivi delle banchine site ad Est ed a Ovest della radice del pontile ex ALUTT e della banchina sita nel lato Est del porto di Portovesme comprendenti anche l'escavo dei relativi bacini di manovra.

Tali progetti sono stati consegnati dalla Società Italimpianti al Consorzio nel Maggio 1988 a firma dall'Ingegnere Edilio Di Martino, incaricato dalla Italimpianti, con lettera in data 10/09/1986 e relativi allegati contrattuali, della esecuzione dei succitati progetti in collaborazione con detta Società.

Il Consorzio provvedeva alla liquidazione delle competenze spettanti alla Società Italimpianti e successivamente alla realizzazione della sola banchina posta ad Est della radice del pontile ex ALUTT per la quale disponeva delle necessarie risorse finanziarie. Il relativo progetto venne approvato dalla Delegazione Speciale del Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici con voto 93/97 del 25/02/1988. I lavori iniziati nel Novembre 1990 furono ultimati nel Dicembre 1994 e sono stati regolarmente collaudati. La direzione dei lavori di detta banchina avente le stesse caratteristiche di quella posta nel lato Est del porto fu eseguita dall'Ingegnere Edilio Di Martino.

Nell'ottobre 1998 il Consorzio avendo reperito la disponibilità finanziaria per la realizzazione della banchina lato Est del porto e dell'escavo antistante, trasmetteva all'Assessorato dell'Industria il sopraccitato progetto di tale banchina del maggio 1988 per una verifica preliminare. L'Assessorato dell'Industria con lettera del 20/10/98, che si allega, chiedeva che la progettazione venisse adeguata alle vigenti disposizioni in materia di OOPP (L. n. 409/1994), che venissero aggiornate le tavole riguardanti la battimetria e revisionati il computo metrico, l'elenco prezzi, ed il Capitolato speciale di Appalto. Chiedeva inoltre che



1

*[Handwritten signature]*

i lavori di dragaggio venissero stralciati dall'attuale progetto e fare parte di apposita progettazione separata.

Per quanto sopra, il Consorzio incaricava gli Ingegneri Edilio Di Martino ed Enrico Manca di aggiornare e di adeguare il progetto di cui si tratta in base a tali richieste.

A seguito dell'incarico ricevuto, i citati Professionisti hanno effettuato la revisione e l'aggiornamento del progetto provvedendo ad alcune integrazioni, al rifacimento del Capitolato Speciale di appalto, elenco prezzi, analisi prezzi e computo metrico, ed allo stralcio dei lavori di dragaggio del bacino portuale, limitando l'escavo a quello strettamente necessario per la costruzione della banchina.

Oggetto della presente relazione è il progetto esecutivo della banchina lato Est del porto di Portovesme del 1988 adeguato secondo quanto sopraddetto.

Tale banchina avente una lunghezza di 401 m, oltre al risvolto di 50 m sarà destinata principalmente alla movimentazione del carbone di importazione per le esigenze dell'impianto IGCC di gasificazione, degli impianti ENEL e del coke per la SAMIN. Essa è imbasata in modo da consentire l'escavo del bacino antistante fino a quota -14 per consentire l'attracco di navi carboniere sino a 60000 DWT a pieno carico o di taglie superiori allibate.

In relazione alle previsioni di consumo di carbone di importazione per gli impianti citati, si possono indicare i seguenti quantitativi annui di carbone da scaricare alla banchina lato Est

- impianto IGCC 600.000 + 700.000 t/anno
- impianti ENEL 1.300.000 + 1.300.000 t/anno

Il movimento annuo massimo di solidi di importazione si può ipotizzare pari a circa 3.000.000 t/annue.

Sulla banchina sono stati previsti due scaricatori a benna da 750 t/ora free-digging. Essa sarà dotata inoltre dei nastri trasportatori carbone per l'ENEL e per l'impianto IGCC. Lo scarico delle navi avverrà pertanto mediante gli scaricatori di banchina con l'invio del materiale ai parchi carbone degli impianti a mezzo nastri trasportatori, ed eventualmente con mezzi gommati, senza che il carbone venga temporaneamente stoccato sulla banchina. Tuttavia è stato considerato contemporaneamente ai carichi accidentali degli scaricatori un sovraccarico ripartito sull'impalcato del pontile pari a 2 t/mq ed in alternativa il carico dello stabilizzatore autogru da 80 t, su impronta di m. 1,20x1,20, condizione più sfavorevole per il dimensionamento della soletta dell'impalcato. Tale sovraccarico garantisce anche il carico del cumulo di carbone, della larghezza di m 25, che eventualmente dovesse insistere sull'impalcato.

### 1.1 Indisponibilità per condizioni meteomarine della banchina

Le condizioni meteomarine del paraggio di Portovesme si deducono dalla allegata relazione meteomarina redatta dalla Società Snamprogetti per incarico del Consorzio nell'ambito del progetto del 1988 relativo alle banchine site ad Est ed a Ovest del porto.

#### 1.1.1 Venti

Il regime anemologico del paraggio è stato caratterizzato sulla base dei dati raccolti dal KNMI nel periodo 1961+1980, da osservazioni fornite dalle navi in transito nell'area compresa tra lat. 38°+40°N e long. 6°30'+8°30'E e sulla base delle osservazioni della direzione e velocità del vento rilevate alla stazione meteorologica 548 dell'Aeronautica Militare di Cagliari (lat. 39°8'N, long. 8°19'E, alt. 15 m) relative al periodo 1951+1989.



*[Handwritten signature]*

pr  
rie  
1-  
qu  
ur  
m.  
L-  
tra  
m.  
lin  
ME  
ra  
ne  
de  
pr  
com  
com  
31.  
com  
pr  
ne  
se  
ara  
Tenn  
(3  
as  
pe

I venti "regnanti" provengono dal IV quadrante, con circa il 40% di frequenza; prevalentemente da Maestrale (NW), mentre la frequenza dei venti degli altri quadranti risulta piuttosto uniforme (circa 13÷19%); l'incidenza complessiva delle calme è di circa il 15%.

I venti "dominanti", con intensità  $V \geq 24$  nodi, provengono prevalentemente dal IV quadrante (NW), con frequenza di circa 8%; i venti intensi dagli altri quadranti presentano una frequenza ridotta 1÷2%.

Le frequenze complessive dei venti intensi e le corrispondenti stime delle durate medie risultano:

$V \geq 24$ nodi	freq. 15,0%	~ 1300 ore/anno
$V \geq 28$ nodi	freq. 10,5%	~ 900 ore/anno
$V \geq 32$ nodi	freq. 5,2%	~ 450 ore/anno
$V \geq 36$ nodi	freq. 2,5%	~ 220 ore/anno
$V \geq 40$ nodi	freq. 1,3%	~ 110 ore/anno

### 1.1.2 Moto ondoso

Il paraggio di Portovesme è situato sul versante Sud-Occidentale della Sardegna, in un tratto di costa bassa di fronte alle due isole di S. Pietro e Sant'Antioco, che esercitano una marcata azione di ridosso dal moto ondoso per gran parte delle direzioni di provenienza, limitando l'esposizione ai soli settori di NW e SW, associati rispettivamente ai venti di Maestrale e Libeccio.

Le caratteristiche del moto ondoso del paraggio sono state definite sulla base dei dati raccolti dal KNMI nel periodo 1961÷1980, da osservazioni fornite dalle navi in transito nell'area compresa tra lat.  $38^{\circ}+40^{\circ}$ N e long.  $6^{\circ}30'+8^{\circ}30'$ E.

La determinazione dei valori estremi del moto ondoso ( $H_s, T_s$ ) al largo, per determinati periodi di ritorno statistici, è stata effettuata per i settori direzionali di provenienza del moto ondoso che risultano significativi per il paraggio di Portovesme che, come visto in precedenza, risulta esposto al moto ondoso di Maestrale, per un settore compreso tra le direzioni  $280^{\circ}$  e  $330^{\circ}$ N, e a quello di Libeccio tra le direzioni  $195^{\circ}$  e  $225^{\circ}$ N.

Le serie di altezze d'onda significativa al largo provenienti dai settori direzionali  $315^{\circ}+345^{\circ}$ N,  $285^{\circ}+315^{\circ}$ N e  $195^{\circ}+225^{\circ}$ N sono state sottoposte a regolarizzazione statistica, considerando la legge di distribuzione di Weibull. Le altezze d'onda significativa  $H_s$  al largo, provenienti dai diversi settori di provenienza, in funzione del tempo di ritorno, sono riportate nel quadro seguente ( $H_s$  in metri), insieme ai corrispondenti periodi significativi ( $T_s$  in secondi) calcolati utilizzando una relazione sperimentale desunta dai dati misurati in altre aree del Mediterraneo:

tempo di ritorno anni	Settore $315^{\circ}+345^{\circ}$ N		Settore $285^{\circ}+315^{\circ}$ N		Settore $195^{\circ}+225^{\circ}$ N	
	$H_s$	$T_s$	$H_s$	$T_s$	$H_s$	$T_s$
1	6,6	9,8	5,9	9,5	2,5	7,2
5	8,8	10,8	7,8	10,4	3,6	8,1
10	9,4	11,1	8,4	10,6	4,0	8,3
50	11,3	11,8	10,2	11,4	5,1	9,0
100	12,3	12,1	11,0	11,7	5,6	9,3

L'analisi dei risultati evidenzia che il moto ondoso associato al Maestrale ( $315^{\circ}+345^{\circ}$ N e  $285^{\circ}+315^{\circ}$ N) è caratterizzato da valori estremi nettamente superiori a quelli associati al Libeccio ( $195^{\circ}+225^{\circ}$ N).

Le considerazioni esposte si riferiscono alle caratteristiche del moto ondoso al largo; per la valutazione delle condizioni estreme del moto ondoso all'imboccatura del porto di

Portovesme, le mareggiate sono state propagate dal largo, mediante un modello numerico che tiene conto dei fenomeni di rifrazione, shoaling e attrito sul fondo dovuti alla complessa articolazione morfologica del paraggio (isole, bassi fondali, ecc.).

I risultati dell'analisi di propagazione sono sintetizzati nel quadro seguente (Hs in metri e Ts in secondi), in cui si evidenzia che le condizioni più critiche nell'area antistante l'imboccatura portuale si verificano in corrispondenza del moto ondoso da Maestrale (settori 315°+345°N e 285°+315°N):

Tempo di ritorno Anni	Settore 315+345°N		Settore 285+315°N		Settore 195+225°N	
	Hs	Ts	Hs	Ts	Hs	Ts
1	2,8	9,8	3,5	9,5	1,1	7,2
	Dir. 295°+300°N		Dir. 290°N		Dir. 208°N	
50	4,8	11,8	5,3	11,4	1,7	9,0
	Dir. 290°+295°N		Dir. 285°N		Dir. 220°N	

Il calcolo dell'agitazione ondosa all'interno del bacino portuale in relazione al moto ondoso incidente all'imboccatura del porto è stato effettuato seguendo la metodologia proposta da Y. Goda ("Random seas and design of maritime structures" University of Tokyo Press, 1985) che tiene conto nell'analisi del fenomeno di diffrazione del moto ondoso in presenza di opere marittime (dighe, moli, ecc.) della sua natura spettrale; sono stati considerati inoltre gli effetti delle riflessioni indotte dalle strutture portuali.

Con riferimento alla configurazione del porto di Portovesme con le banchine Est ed Ovest, senza però considerare il prolungamento di circa 400 m già realizzato del molo di Ponente, si riportano nel quadro seguente le condizioni di agitazione ondosa in corrispondenza delle suddette banchine e di quella esistente "Eurallumina" per mareggiate provenienti da Maestrale e Libeccio per tempi di ritorno di 1 e 50 anni:

Tempo di ritorno Anni	Banchina Maestrale		Eurallumina Libeccio		Banchina Ovest				Banchina Est			
					Maestrale		Libeccio		Maestrale		Libeccio	
	Hs	Ts	Hs	Ts	Hs	Ts	Hs	Ts	Hs	Ts	Hs	Ts
1	1,5	9,5	0,6	7,2	0,4	9,5	0,9	7,2	1,7	9,5	0,2	7,2
50	2,3	11,4	0,9	9,0	0,6	11,4	1,4	9,0	2,5	11,4	0,3	9,0

La valutazione dei tempi di inagibilità del porto, per le condizioni meteomarine sono state analizzate per l'altezza d'onda massima ammissibile all'accosto di 0,6 m e 0,8 m corrispondenti rispettivamente a navi fino a 17000+20000/DWT e oltre i 30000 DWT.

I risultati ottenuti per le banchine d'interesse espressi in ore sono riportati nella seguente tabella per tempi di ritorno di uno e di cinquanta anni:



*Handwritten signatures and initials.*

	BANCHINA EURALLUMINIA		PONTILE ALUT		BANCHINA OVEST		BANCHINA EST		
	Hs (m)	0,6	0,8	0,6	0,8	0,6	0,8	0,6	0,8
Conf. Maest.	120	55	1						
att. Libec.	3	1	9	3					
Totale	123	56	10	3					
Conf. Maest.	120	55			1	-			
A Libec.	5	1			12	5			
Totale	125	56			13	5			
Conf. Maest.	142	67	8	2			182	87	
Libec.	3	1	9	3					
Totale	145	68	17	5			182	87	

In particolare per la banchina lato Est, oggetto del presente progetto, il tempo di inagibilità si può stimare in otto e quattro giorni all'anno.

Detti tempi di inagibilità non sono praticamente influenzati dalla presenza della banchina Ovest. Infatti il moto ondoso del vento dominante di Maestrale incide con un angolo notevole rispetto all'asse dell'imboccatura portuale, per cui l'apertura effettivamente vista dal moto ondoso risulta ristretta ed ha una attenuazione notevole dell'altezza d'onda anche nell'area di penetrazione diretta del moto ondoso. Pertanto la presenza della banchina Ovest, parzialmente assorbente, altera di poco l'agitazione interna in quanto la banchina è investita da un moto ondoso già ridotto di un fattore 0,2 per diffrazione. Pure per la traversia secondaria del Libeccio, con effetti riduttivi dovuti alla diffrazione più limitati, non influenza in maniera significativa l'altezza d'onda in prossimità della banchina Est (vedi fig. 10 e 11 della Relazione Meteoromarina).

L'A.T.I. per la Concessione integrata del Progetto Sulcis, il principale utente della banchina, ha stimato l'inagibilità media annua dell'ordine di giorni dodici pari a circa il 3% annuo e pertanto corrispondenti alla bisogna.

Per contro, la costruzione della banchina Est non influenza in maniera significativa i tempi di inagibilità delle altre banchine situate nel lato ovest del porto poiché produce un'azione riflessa molto modesta in corrispondenza di tali banchine, col vento di Maestrale ed una azione insignificante con il vento di Libeccio in quanto in tale caso la banchina è investita da un moto ondoso già ridotto di un fattore di 0,2 per diffrazione (v. figura 12 e 13 relazione meteoromarina).

D'altra parte la banchina Est, progettata con soluzione particolarmente assorbente (banchina a giorno su pali con mantellata di sotto banchina in scogliera), è prevista dal P.R. del porto per cui la sua presenza è certamente compatibile con le altre banchine come ha pure fatto presente il Rappresentante del Genio Civile OOMM in occasione della conferenza dei servizi, esprimendo parere favorevole per l'approvazione del progetto.

Essa non influenza negativamente i tempi di inagibilità della banchina commerciale e di attracco dei traghetti per Carloforte sita nel lato Ovest del porto. Da informazioni fornite dalla Capitaneria del porto di Portoscuso, risulta che i tempi di inagibilità di tale banchina sono di soli 420 ore (cinque giorni) all'anno dovuto soprattutto all'intensità del vento



*[Handwritten signature]*

poiché il paraggio di Portoscuso per la sua posizione favorevole sopra descritta non presenta problemi di inagibilità delle sue banchine dovute al moto ondoso all'interno del porto.

## 2. PLANIMETRIA DELLE BANCHINE E SCELTE PROGETTUALI

La soluzione planimetrica che può essere adottata per la realizzazione della banchina lato est del porto è univoca. Infatti essa è determinata dagli allineamenti già esistenti della banchina Euroallumina, da quella di attracco per scarico acido solforico e dall'opera esistente sul molo sopraflutto.

La banchina della lunghezza di 401,00 m, oltre al risvolto di 50,00 m è stata prevista con fondale a quota -14,00 m, al fine di consentire l'accosto di navi tipo "bulk carrier" da 60.000 DWT o, in alternativa, da 80.000 DWT allibate.

Per quanto riguarda l'aspetto strutturale sono state scartate le soluzioni a parete verticale quali massi e/o cassoni che comportano banchine che seppure dotate di accorgimenti in grado di renderle particolarmente assorbenti al moto ondoso, risultano comunque più riflettenti e di maggior costo rispetto ad una soluzione su pali, con scarpata in pietrame.

Tenuto conto di quanto sopraddetto, la soluzione su pali è risultata la più idonea sia dal punto di vista tecnico-realizzativo sia da quello economico ed è, d'altra parte, dello stesso tipo di quella adottata per la banchina Euroallumina ed il pontile industriale esistenti e con caratteristiche identiche alla banchina di recente realizzata ad Est della radice del pontile ex ALUTT.

## 3. CONDIZIONI DI CARICO

Sono stati analizzati i seguenti carichi:

Scaricatori: azioni verticali e orizzontali di due scaricatori a benna da 750 t/h free-digging, entrambi a pieno carico ed in movimento.

Nave ormeggiata: tiro sulle bitte o spinte contro i paraurti dovute alla nave ormeggiata, sollecitata da vento, onde e corrente nelle condizioni meteomarine limite (vedi allegata "Analisi del comportamento dinamico di nave ormeggiata e sollecitata da varie condizioni meteomarine").

Si sono considerate navi tipo "bulk carrier" da 60.000 DWT o, in alternativa, da 80.000 DWT allibate.

Urto della nave in fase di accosto: energia d'urto corrispondente ad una velocità di accosto  $V=0,15$  m/sec., applicata ad un parabordo cilindrico diam. 1500/900, lunghezza 1,5 m. (v. allegata "Spinta sul parabordo").

Variazioni termiche: variazione termica  $\pm 15$  °C sempre presente nelle condizioni più sfavorevoli.

### Sovraccarichi accidentali:

- sovraccarico ripartito pari a  $2$  t/m<sup>2</sup>;
- in alternativa carico dello stabilizzatore autogrù da 80 t, su impronta  $1,20 \times 1,20$  m.

Tale condizione è la più sfavorevole per il dimensionamento della soletta nell'impalcato. Combinando opportunamente le azioni dei sovraccarichi si sono ottenute le condizioni globali di carico a cui le strutture saranno sottoposte in esercizio, dettagliatamente indicate nella relazione di calcolo.



*[Handwritten signature]*

*[Handwritten initials]*

Condizioni sismiche: non è stata considerata l'azione dell'evento sismico in quanto la zona di intervento non è soggetta a tali eventi.

#### 4. DIMENSIONAMENTO STRUTTURALE

Dal punto di vista dei carichi verticali si hanno due zone particolarmente gravate in corrispondenza delle vie di corsa degli scaricatori. I pali sono stati disposti in maniera tale che le due file longitudinali esterne sono posizionate direttamente sotto le travi delle vie di corsa. La maglia è completata da due file di pali centrali che risultano gravate da carichi verticali minori.

Non è stata possibile l'adozione di pali di diametro minore per le zone meno caricate, data la particolare condizione creata dai carichi orizzontali già descritti, che è senza dubbio la più gravosa per l'opera e determina le scelte strutturali.

La maggiore gravosità del sistema di carico orizzontale, date le altezze in gioco per i pali, si traduce in un comportamento prevalentemente flessionale degli elementi portanti. Ha diretto la scelta su pali di grosso diametro per poter usufruire di notevoli resistenze flessionali.

Individuato l'elemento portante ottimale in un palo di calcestruzzo del diametro di 1,20 m., si è successivamente proceduto ad un confronto economico con un palo in acciaio di caratteristiche equivalenti.

I risultati del confronto, basato su esperienze costruttive in analoghe condizioni, indicano una convenienza economica a favore della soluzione in calcestruzzo; si è pertanto prescelta tale soluzione che presenta inoltre il significativo vantaggio di assenza di periodici interventi di manutenzione necessari nel caso della soluzione in acciaio. Le caratteristiche stratigrafiche e geotecniche per il dimensionamento dei pali di fondazione sono riportate nella relazione geotecnica.

Un discorso a parte merita il problema degli effetti della temperatura su una struttura dalle dimensioni come quella in esame. Assunta una differenza di 15°C come da regolamento, si sono studiati gli effetti di una variazione uniforme della temperatura dell'impalcato. Si è tenuto in conto il modulo di elasticità istantaneo del calcestruzzo valutato secondo la formula di regolamento e si è considerato un coefficiente di dilatazione termica pari a 0,000010. Questi due valori, chiaramente penalizzanti, sono stati adottati al fine di inglobare, per semplicità di calcolo, gli effetti della temperatura e del ritiro nella stessa espressione.

Si può giudicare infatti che l'effetto della differenza di temperatura, calcolato con i valori di elasticità sopra indicati, possa ritenersi comprensivo anche degli effetti dovuti al ritiro, rispettando particolari modalità costruttive.

Quanto sopra anche tenendo conto delle dimensioni delle membrature in gioco, dei differenti tempi di getto e dell'umidità dell'ambiente.

#### 5. DESCRIZIONE DELLE OPERE E ORDINE DEI LAVORI

I lavori previsti nel presente progetto prevedono l'escavo subacqueo strettamente necessario per consentire la realizzazione della banchina, la sistemazione della scarpata di dragaggio, e la sua protezione con rivestimento mediante geogriglia di maglia adeguata, la formazione del nucleo di supporto della mantellata di sottobanchina in tout-venant; la messa in opera dei pali di fondazione, la posa in opera dei massi artificiali che delimitano la struttura della banchina, la sistemazione della mantellata di sottobanchina, la formazione dell'isola che delimita lo specchio acqueo dove vengono convogliate le acque di raffreddamento della centrale dell'Enel, la formazione del piazzale retrostante la banchina con riempimento in tout-venant, la messa in opera delle strutture prefabbricate costituenti

l'impalcato della banchina, i getti di calcestruzzo per il completamento di dette strutture, l'impermeabilizzazione della soletta di impalcato ed il trattamento protettivo delle strutture in c. a., la pavimentazione della banchina e del piazzale, le opere varie di arredamento quali bitte, parabordi, ecc. l'impianto di illuminazione, l'impianto di messa a terra, l'impianto di acqua potabile, l'impianto antincendio, la predisposizione dei tubi per la rete telefonica. Le forme e le dimensioni di tali opere sono illustrate nei disegni e negli allegati di progetto. Le opere sopraccitate sono state elencate secondo l'ordine della loro esecuzione e costituiscono le varie fasi di lavorazione previste.

Strutturalmente la banchina vera e propria è costituita da un impalcato rettangolare in c.a. delle dimensioni di 401,00x25,00 m. e dal risvolto delle dimensioni di 50,00x25,00 m., poggiante su pali in c.a. trivellati, con giunti intermedi ogni 79,28 m.

I pali disposti su stilate di quattro elementi ciascuna, con interasse nel senso longitudinale di 7,50 m, hanno un diametro di 1,20 m. Saranno realizzati in c.a., infissi nel fondo marino mediante trivellazione e protetti da camicia di lamierino a perdere. Si prevede prudenzialmente l'infissione di tale camicia sino alla quota -27, per oltrepassare la zona in acqua e gli strati di minore consistenza e minore addensamento (v. sondaggi n. 13 e 14). Tale quota in ogni caso dovrà essere attentamente verificata al momento dell'esecuzione delle perforazioni.

Il sovrastante impalcato con estradosso a quota +3,15 m. sul livello del mare, è costituito da travi trasversali prefabbricate e sigillate in opera sui quattro pali di ogni stila, da due travi longitudinali di adeguate dimensioni in corrispondenza delle vie di corsa degli scaricatori, da due travi longitudinali centrali di dimensioni più ridotte per l'irrobustimento dell'impalcato, da due travi longitudinali di bordo della soletta di copertura.

Le travi longitudinali saranno in c.a. prefabbricato, poste in opera e rese solidali tra loro e con le travi trasversali mediante getto finale di sigillatura eseguito in opera.

Gli spigoli superiori della piattaforma saranno protetti, per tutta la loro lunghezza, mediante la posa in opera di paraspigoli formati da un quarto di tubo di acciaio.

Sull'impalcato, in idonea posizione, saranno poste in opera le piastre metalliche per l'appoggio dei martinetti occorrenti per il sollevamento delle carrelliere degli scaricatori, i ganci antiuragano per l'ancoraggio degli stessi in caso di tempesta e la piastra metallica per l'ancoraggio delle vie di corsa.

Come indicato nella sezione trasversale del pontile, nell'impalcato lato mare è ricavato un cunicolo longitudinale destinato ad alloggiare sia i cavi dell'impianto elettrico sia le tubazioni dell'impianto fluidi e, pertanto, percorribile per tutta la sua lunghezza e accessibile mediante passi d'uomo dotati di chiusino carrabile a tenuta.

Opportune pendenze longitudinali e trasversali sul fondo del cunicolo permetteranno il deflusso delle acque infiltrate che verranno scaricate in mare mediante fori predisposti sul fondo del cunicolo.

Per il deflusso delle acque meteoriche, è stata prevista la realizzazione di un cunicolo dotato di griglia metallica carrabile, ubicato sul lato lungo del piazzale in fregio alla massicciata. Attraverso tale cunicolo le acque meteoriche verranno convogliate all'interno di una vasca di raccolta delle dimensioni 10x10x2,8 m. con doppia vasca, predisposta per l'inserimento di un sistema di pompe per l'invio delle acque di prima pioggia al depuratore consortile. Attraverso la stessa vasca è consentito il deflusso delle acque meteoriche verso il canale retrostante la banchina.

I massi artificiali posti a ridosso della banchina avranno forma parallelepipedica come indicato nelle piante e sezioni di progetto e saranno posati sopra un opportuno scanno d'imbasamento a quota -1,25, a mezzo di pontone armato a bigo o a darrik. I massi stessi saranno accompagnati a dimora, anche con l'eventuale impiego di palombaro, con catene o cavi di sospensione finché, occorra, per accertarsi che vadano a prendere posto nella sede prescritta a perfetta regola d'arte.



*[Handwritten signature]*

Il nucleo di supporto della mantellata di sottobanchina sarà realizzato in tout-venant di cava o di fiume. La formazione della mantellata dello spessore di m 2,50 sarà realizzata mediante fornitura e posa in opera di scogli di prima categoria del peso singolo da 50 a 1000 kg. Pure la formazione della scogliera che delimita lo specchio acqueo dove vengono convogliate le acque di raffreddamento nella centrale dell'Enel, sarà realizzata con scogli di prima categoria secondo la sagoma indicata in progetto, mediante mezzi d'opera terrestri o navali con l'eventuale ausilio di palombaro.

I piazzali previsti sono quelli situati a tergo della banchina, hanno una larghezza di m. 35 e sono compresi tra la struttura della banchina, la scogliera sopraccitata e la strada consortile di Piano Regolatore, il tutto per la superficie complessiva di mq. 22800 come indicato in progetto. La pavimentazione della banchina e del piazzale sarà di tipo industriale con strato portante in calcestruzzo opportunamente additivato, armato con rete elettrosaldata e spolvero superficiale a fresco con miscela di polvere al quarzo.

La banchina sarà dotata di torri faro, impianto antincendio e per acqua potabile; verrà inoltre realizzata una rete per il successivo passaggio della rete telefonica. Oltre a ciò, è stato previsto l'arredamento essenziale di banchina consistente in bitte di ormeggio, paraurti, scalette alla marinara e anelloni.

Il numero, la posizione e il tipo delle bitte previste, sono riportati nel relativo disegno di progetto che, riporta anche la posizione dei paraurti, ciascuno dei quali costituito da manicotto in gomma del diametro esterno di 1,5 m., della lunghezza di 1,5 m., disposto orizzontalmente e sospeso mediante anelloni a golfare.

## 6. DRAGAGGI

E' previsto il dragaggio dello specchio d'acqua antistante la banchina e della zona di fondali interessata alla manovra di accosto delle navi. I dragaggi che tuttavia non sono compresi nel presente intervento, comportano la regolarizzazione del fondo fino alla quota finale di -14,00 m. Tuttavia in una prima fase sono stati previsti fino alla quota -11,50 in aderenza a quanto previsto dal P. R. del porto.

Fa parte del presente intervento soltanto l'escavo subacqueo strettamente necessario per la realizzazione della banchina.

Questo verrà eseguito con draga aspirante refluyente della capacità di 70.000 t a settimana. E' inoltre previsto la rimozione preventiva dello strato superficiale del fondo marino e il trattamento chimico fisico dei terreni superficiali che per qualità chimiche non sono compatibili a quanto previsto dalle vigenti normative che disciplinano le operazioni di escavo. In particolare verrà eseguita la separazione meccanica mediante idrocicloni della sabbia dalla frazione limosa e la immobilizzazione di tale frazione disidratata al fine di abbattere i contenuti di agenti inquinanti, specie metalli pesanti, e renderla adeguata al conferimento in discarica autorizzata.

Il progetto esecutivo relativo ai dragaggi dei fondali antistanti la banchina fino alla quota -11,50, verrà trasmesso per le superiori approvazioni non appena sarà ultimata l'esecuzione dei necessari campionamenti del fondo marino, mediante carotaggio, per la caratterizzazione fisico, chimica e batteriologica del materiale da dragare, nonché l'individuazione delle zone di scarico del materiale sia a mare che a terra, il tutto secondo quanto stabilito dal D.M. 24 gennaio 1996 pubblicato nella Gazzetta Ufficiale del 7 febbraio 1996.

## 7. IMPIANTI DI SERVIZIO

Gli impianti di servizio comprendono:

impianto di illuminazione della banchina;



*[Handwritten signature]*

- impianto di messa a terra;
- sistema di distribuzione acqua potabile;
- sistema antincendio;
- predisposizione collegamento telefonico dalla nave alla banchina.

I limiti di batteria relativi alla presente progettazione sono identificati dal contorno perimetrale della nuova banchina e dal pozzetto retrostante nel quale saranno predisposti gli attacchi per gli allacciamenti con le linee esistenti esterne.

Le linee telefoniche, idrauliche e, in parte, il sistema di messa a terra, troveranno alloggiamento in un passaggio longitudinale parallelo al bordo banchina vicino al lato mare e in un cunicolo trasversale situato all'estremità della banchina terminante in un pozzetto retrostante a terra.

Il passaggio longitudinale è ricavato sotto il piano della banchina mediante delle aperture di dimensioni 70x80 cm. lasciate nelle travi trasversali ed è supportato da elementi metallici ad interasse di 1,50 m.

Tale passaggio longitudinale ed il cunicolo trasversale sono accessibili dall'esterno mediante chiusini in corrispondenza delle prese telefoniche, stacchi per l'acqua potabile, sistema antincendio e prese per la messa a terra delle navi.

#### 7.1. Sistema di illuminazione

L'illuminazione della banchina sarà realizzata mediante n° 3 torri faro, alte 35,00 m., del tipo a corona mobile, distribuite lungo la banchina con un interasse di circa 200 m. Sulla corona mobile di ciascuna delle due torri poste all'estremità della banchina saranno installati 2 proiettori a fascio stretto simmetrico con lampade a vapori di alogenuri da 2000 W, 230 Volt e altrettante scatole contenenti ciascuna il reattore, l'accenditore e il condensatore di rifasamento, mentre sulla corona mobile della torre centrale verranno installati 4 proiettori dello stesso tipo. Le torri saranno fissate alla banchina con piastre di base e tiranti di fissaggio.

Alla base di ciascuna torre sarà installata una presa con interruttore. In un pozzetto vicino alla torre sarà installata una cassetta con morsetti per l'allacciamento della rete di alimentazione. E' previsto un carrello con le apparecchiature di comando della corona mobile delle torri faro. Le apparecchiature saranno stagne. La verniciatura sarà adatta per resistere alla aggressività dell'ambiente.

#### 7.2. Sistema di messa a terra

Sarà realizzato un sistema di messa a terra per la protezione contro i contatti accidentali, le cariche elettrostatiche e le scariche atmosferiche.

Saranno connesse a terra le apparecchiature elettriche non in tensione e le parti metalliche come le rotaie della gru e le torri faro.

La rete di messa a terra sarà realizzata da un anello principale di corda di rame sezione 95 mmq. del tipo isolata se posata in vista e nuda se posata interrata o sottotraccia. La corda sarà posata parte nel cunicolo servizi, parte affogata nel calcestruzzo e parte interrata. L'anello principale sarà messo a terra con collegamenti alle armature del cemento armato della banchina attraverso l'uso di connettori di rame. La distanza dei collegamenti non dovrà essere superiore a 25 m. come indicato nelle tavole di progetto.

L'anello principale sarà collegato a collettori di terra da cui si deriveranno i collegamenti a corda di rame isolata sezione 50 mmq. per la messa a terra delle diverse parti degli impianti.



Saranno anche previsti tre tamburi avvolgicavo, da sistemare in cunicolo, per la messa a terra delle navi, con 30 metri di corda di rame flessibile isolata, sezione 50 mmq., connessa a una pinza di messa a terra con interruttore incorporato e collegata alla rete di terra generale. Tali prese di messa a terra per le navi dovranno essere accessibili dall'esterno mediante la predisposizione di chiusini nella copertura del cunicolo.

### 7.3 Sistema di distribuzione acqua potabile

E' previsto un sistema di distribuzione dell'acqua potabile fornita dal Consorzio al limite di batteria della nuova banchina.

Il sistema di distribuzione consiste essenzialmente in un tubo da 3" in acciaio al carbonio galvanizzato intercettato alla radice con valvola manuale e fornito di contatore volumetrico locale da 2".

L'allacciamento con la linea esterna è di tipo flangiato con diametro 3". Il tubo si sviluppa per circa 430 m in cunicolo essenzialmente lungo il fronte degli accosti.

Da questa dorsale si staccano sei tronconi verticali da 2" ognuno fornito di valvola manuale e di attacco rapido da 2".

Queste 6 prese dell'acqua potabile saranno poste in cunicolo sotto il piano banchina ad una profondità accessibile per allacciamento rapido, con copertura in acciaio facilmente apribile.

L'acqua potabile fornita al limite di batteria dovrà avere le seguenti caratteristiche:

portata 40 mc/h  
pressione 6/10,5 Kg/cmq. rel.

### 7.4 Sistema antincendio

Il sistema antincendio prevede la fornitura di acqua dolce industriale da parte del Consorzio al limite di batteria della nuova banchina.

La rete di distribuzione è costituita da un tubo in acciaio al carbonio da 6" intercettato alla radice con valvola manuale e fornito di contatore volumetrico locale da 4". L'allacciamento con la linea esterna è di tipo flangiato con diametro 6". Il tubo si sviluppa per circa 450 m in cunicolo essenzialmente lungo il fronte degli accosti. Da questa dorsale si staccano dieci tronconi verticali da 3" ognuno fornito di valvola manuale e di attacco antincendio UNI 70 m/m, flangiato 3", con tappo e catenella.

L'acqua industriale fornita dal Consorzio, dovrà avere le seguenti caratteristiche:

portata : 140 + 180 mc /h  
pressione : 7 + 10.5 kg/cmq. rel.

### 7.5 Predisposizione collegamento telefonico dalla nave alla banchina.

Per consentire comunicazioni telefoniche tra le navi attraccate alla nuova banchina e la rete telefonica nazionale, verranno previste delle prese telefoniche lungo la banchina.

Il relativo progetto include unicamente la realizzazione di reti tubo e canalizzazioni che verranno messe a disposizione della Telecom per il successivo infilaggio dei cavi, la loro attestazione e il collegamento delle prese telefoniche.

Per i cavi telefonici è stata prevista una propria rete, in modo che i cavi Telecom siano fisicamente separati da ogni altro sistema secondo la normativa vigente.

La rete sarà composta da tubo in PVC Ø 80 che verrà posato nel cunicolo comune previsto sia lungo la banchina che trasversalmente per il collegamento a terra. Tale rete-tubo sarà sostenuta da appositi supporti metallici.

Ogni 15 m circa verranno previste le scatole di infilaggio le quali, in corrispondenza delle 6 prese telefoniche stagne ipotizzate, verranno munite di stacchi con tubo in PVC Ø 50 mm.

La presa telefonica stagna verrà fissata direttamente sulla parete interna lato mare del cunicolo in corrispondenza delle travi trasversali.

Verranno previsti dei chiusini 80x80 cm inseriti negli elementi di copertura del cunicolo per accedere esclusivamente alla presa.

8. IMPORTO DELLE OPERE

L'importo complessivo di £. 47.630.545.007 distinto come segue:

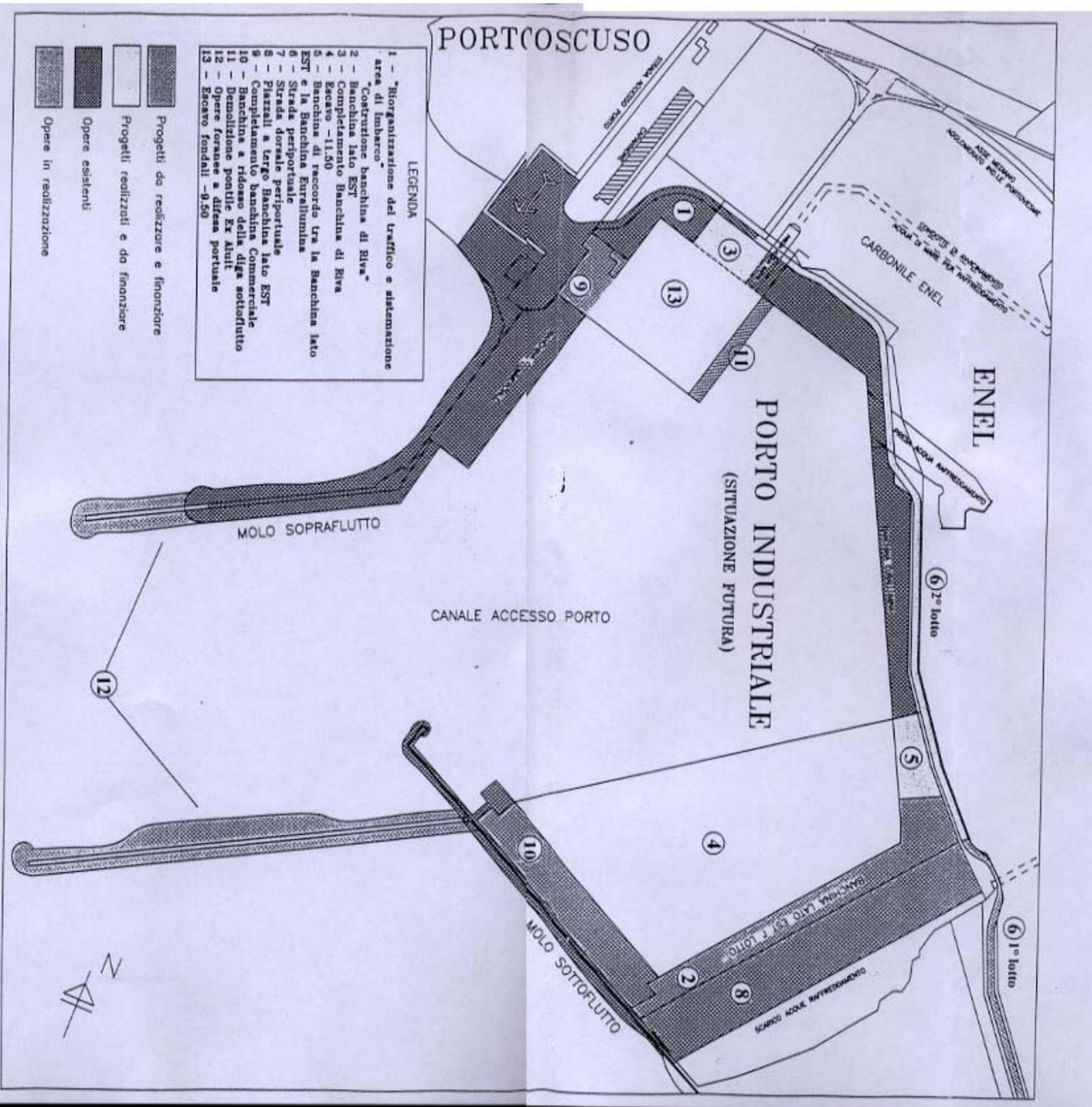
QUADRO ECONOMICO

Importo a base d'asta	a corpo	L.	40.452.571.153
Importo Oneri per la Sicurezza non suscettibile di ribasso d'asta		L.	1.167.968.000
Importo complessivo dei lavori		L.	41.620.539.153
Somme a disposizione dell'Amministrazione:			
Imprevisti 5%		L.	2.081.026.958
Spese generali 9,44% Dec. 18/9/86 n° 97		L.	<u>3.928.978.896</u>
TOTALE			47.630.545.007

I PR  
Dott  
Dott



*Almoro Agli*  
*Luigi Spina*  
*M. F. P. P. P.*



PORTOFINO

PORTO INDUSTRIALE  
(SITUAZIONE FUTURA)

ENEL

CARBONILE ENEL

CANALE ACCESSO PORTO

MOLO SOPRAFLUTTO

MOLO SOTTOFLUTTO

- LEGENDA
- 1 - "Riorganizzazione del traffico e sistemazione area di imbarco"
  - 2 - "Costruzione banchina di Riva"
  - 3 - "Banchina lato EST"
  - 4 - "Completamento Banchina di Riva"
  - 5 - "Escavo -11,50"
  - 6 - "Banchina di raccordo tra la Banchina lato EST e la Banchina Eurallunina"
  - 7 - "Strada dorsale periportuale"
  - 8 - "Piazzioli a Terzo Banchina lato EST"
  - 9 - "Completamento banchina Commerciale"
  - 10 - "Banchina e ridecso della diga sottoflutto"
  - 11 - "Demolizione pontile Ex Aluti"
  - 12 - "Opere formose a difesa portuale"
  - 13 - "Escavo fondali -9,50"

	Progetti da realizzare e finanziare
	Progetti realizzati e da finanziare
	Opere esistenti
	Opere in realizzazione

