



REGIONE MOLISE

DIREZIONE GENERALE IV - SERVIZIO TRASPORTI SU GOMMA OPERE MARITTIME

REDAZIONE DEL PIANO REGOLATORE PORTUALE DEL PORTO DI TERMOLI

RAGGRUPPAMENTO TEMPORANEO DI IMPRESE

MANDATARIA



MANDANTE



MANDANTE



RTI presso: PROGER SPA

Via Po 99 - 66020 San Giovanni Teatino (CH) - Tel 085.44411 - Fax 085.4441230 - e-mail proger@proger.it

PROJECT MANAGEMENT
PIANIFICAZIONE PORTUALE
URBANISTICA, URBAN DESIGN
ARCHITETTURA, ARREDO URBANO
OPERE PORTUALI, IDRAULICA MARITTIMA
TRASPORTI, STUDI DI TRAFFICO
GEOLOGIA E GEOTECNICA
STUDI AMBIENTALI

dott. ing. Carlo LISTORTI
dott. ing. Franco GRIMALDI
dott. ing. Paolo VIOLA
dott. arch. Mauro D'INCECCO
dott. ing. Paolo ATZENI
dott. ing. Roberto D'ORAZIO
dott. geol. Mario MASCARUCCI
dott. ing. Carmine MATRICCIANI

CONSULENTI SCIENTIFICI:

prof. Ing. Edoardo BENASSAI
prof. Ing. Guido BENASSAI

Documento Predisposto da:

IDROTEC Srl

Direttore Tecnico
Dott. Ing. Franco GRIMALDI

Progettisti
Dott. Ing. Paolo ATZENI
Dott. Arch. Francesca MAGRI

PROPOSTA DI PIANO REGOLATORE PORTUALE

D - STUDI DI SETTORE E SPECIALISTICI D4 - IPOTESI ALTERNATIVE: LAYOUT PORTUALE, OTTIMIZZAZIONE OPERE DI DIFESA

Questo elaborato è di proprietà del R.T.I. pertanto non può essere riprodotto né integralmente, né in parte senza l'autorizzazione scritta dello stesso. Da non utilizzare per scopi diversi da quelli per cui è stato fornito.

Redatto		IDROTEC	Commessa	Codice Elaborato			
Ident. FILE		T-PG022-E rev00_Ald.dwg	PG022	P	00	00	U ST 04
Data	Rev.	Descrizione	Verificato	Controllato	Approvato	Scala	
01.06.2010	00	EMISSIONE	FG	RDO	SP	-	

**IL RESPONSABILE TECNICO DEL PROGETTO E COORDINATORE
DELLA INTEGRAZIONE DELLE PRESTAZIONI SPECIALISTICHE**
Dott. Ing. Franco GRIMALDI

REGIONE MOLISE
Il Responsabile Unico del Procedimento
Arch. Domenico POLLICE

	REGIONE MOLISE
	Piano Regolatore Portuale di Termoli e V.A.S.
	D.4 – IPOTESI ALTERNATIVE: LAYOUT PORTUALE, OTTIMIZZAZIONE OPERE DI DIFESA

INDICE

1.	PREMESSE E RIFERIMENTI.....	5
2.	LAYOUT DI PIANO	6
2.1.	Premesse, “Linee guida”	6
2.2.	Precedenti ipotesi e proposte	7
2.3.	Ipotesi schematiche di soluzioni alternative	14
2.4.	La “Bozza di Piano”	24
2.5.	Simulazioni di manovra navale, configurazione definitiva delle opere marittime	30
3.	OPERE DI DIFESA	33
3.1.	Vita dell’opera.....	33
3.2.	Onde di progetto.....	34
3.3.	Molo di sopraflutto	36
3.3.1.	<i>Dimensionamento mantellata</i>	36
3.3.2.	<i>Tracimazione</i>	41
3.3.3.	<i>Conclusioni</i>	45
3.4.	Molo di sottoflutto	46
4.	ALTRE OPERE MARITTIME.....	49
4.1.	Opere ed interventi considerati	49
4.2.	Banchine	49
4.3.	Demolizioni - Salpamenti	51
4.4.	Dragaggi.....	51
4.5.	Impianto di ricircolo delle acque	51
5.	RIFERIMENTI.....	53

	REGIONE MOLISE
	Piano Regolatore Portuale di Termoli e V.A.S.
	D.4 – IPOTESI ALTERNATIVE: LAYOUT PORTUALE, OTTIMIZZAZIONE OPERE DI DIFESA

TABELLE

Tab. 3.1	Trasformazione da largo verso riva delle onde con Tr 1, 10 e 50 anni	35
Tab. 3.2	Tabella comparativa delle dimensioni di diverse tipologie di massi artificiali per la difesa dall'onda con Hs 5.8 m e Tp 10.6 s	37
Tab. 3.3	Tabella comparativa delle dimensioni e dei materiali necessari per diverse tipologie di massi artificiali	39
Tab. 3.4	Valori di tracimazione calcolati con diversi tipi di mantellata	43

FIGURE

Fig. 2.1	Precedenti ipotesi di PRP (rif. [5])	9
Fig. 2.2	Precedenti ipotesi di PRP "Layout 2" (rif. [5])	10
Fig. 2.3	Precedenti ipotesi di PRP, con e senza interporto	11
Fig. 2.4	Precedenti ipotesi di PRP, con approdo alla foce Biferno o con porto-isola	12
Fig. 2.5	Precedenti ipotesi di PRP – Porto-isola	13
Fig. 2.6	Ipotesi di PRP coerente con le "linee guida" (20/12/2007)	16
Fig. 2.7	Prima fase di attuazione (20/12/2007)	17
Fig. 2.8	"Bozza 04" (febbraio 2008)	19
Fig. 2.9	"Bozza 05" (febbraio 2008)	20
Fig. 2.10	"Bozza 06" (febbraio 2008)	21
Fig. 2.11	"Bozza 07" (febbraio 2008)	22
Fig. 2.12	"Bozza 08" (febbraio 2008)	23
Fig. 2.13	Fasi esecutive della soluzione preferibile (febbraio 2008)	25
Fig. 2.14	Modifiche alla planimetria delle opere marittime	32
Fig. 3.1	Dimensioni di diverse tipologie di massi a confronto	38

G:\PG022 - PRP di Termoli\Proposta_PRP\Consegna_Proposta_PRP_30_06_10\Rapporto D4_Ipotesi alternative_V02.doc	
PG022	
UST04 – Rev. 00	Pag. 3 di 65

	REGIONE MOLISE
	Piano Regolatore Portuale di Termoli e V.A.S.
	D.4 – IPOTESI ALTERNATIVE: LAYOUT PORTUALE, OTTIMIZZAZIONE OPERE DI DIFESA

Fig. 3.2	Sezione tipica del tratto iniziale del sopraflutto (su fondali limitati) con paramento esterno in massi naturali	40
Fig. 3.3	Sezione tipica del primo tratto del sopraflutto in tetrapodi	40
Fig. 3.4	Sezione tipica del primo tratto del sopraflutto in Core-loc.....	41
Fig. 3.5	Sezione tipica del molo sottoflutto nella zona della radice.....	47
Fig. 3.6	Sezione tipica del sottoflutto nel tratto terminale	48
Fig. 4.1	Sezione tipica di banchina "a giorno" nella darsena interna del porto.....	50
Fig. 4.2	Sezione tipica di banchina "a giorno" nell'avamposto	51

APPENDICE - Sezioni tipiche di opere di difesa e banchine di diverse tipologie alternative

G:\PG022 - PRP di Termoli\Proposta_PRP\Consegna_Proposta_PRP_30_06_10\Rapporto D4_Ipotesi alternative_V02.doc	
PG022	
UST04 – Rev. 00	Pag. 4 di 65

	REGIONE MOLISE
	Piano Regolatore Portuale di Termoli e V.A.S.
	D.4 – IPOTESI ALTERNATIVE: LAYOUT PORTUALE, OTTIMIZZAZIONE OPERE DI DIFESA

1. PREMESSE E RIFERIMENTI

Lo scrivente R.T.I., con Atto aggiuntivo approvato con Delibera G.R. n° 1021 del 13/10/2009, sottoscritto il 10/12/2009 e registrato il 10/12/2009 al n° 1988 è stato incaricato dalla Regione Molise, Direzione Generale IV, Servizio Trasporti su Gomma e Opere Marittime di eseguire elaborazioni e studi relativi al nuovo Piano Regolatore Portuale (nel seguito PRP) di Termoli, integrativi rispetto a quanto previsto dall'incarico iniziale, Rep. n° 1967, stipulato il 29/05/2008 e registrato il 05/06/2008 al n° 295, serie 1^a

Tra le attività da eseguire in base all'Atto aggiuntivo sono comprese le seguenti, relative alle nuove opere di difesa previste dal PRP ed in particolare al nuovo molo sopraflutto:

- *ottimizzazione tecnico-economica della struttura in relazione a diverse ipotesi relative agli elementi della mantellata principale, che richiedano di essere disposti in 2 strati (antifer, tetrapodi, etc.) oppure in unico strato (accropode, core-loc, etc.);*
- *verifica di stabilità della mantellata e del fondale antistante (con modello matematico BREAKWAT, sviluppato da Delft Hydraulics);*
- *verifica della tracimazione, ottimizzazione delle quote di sommità (con modello matematico EurOtop, programma europeo CLASH)".*

Con il presente elaborato si è ritenuto opportuno presentare, congiuntamente alla ottimizzazione ed alle verifiche delle opere di difesa di cui sopra (cap. 3), altri temi ed aspetti interconnessi, in particolare – al cap. 2 – le **alternative di layout complessivo delle opere marittime** che sono state prese in considerazione onde arrivare ad individuare la soluzione di Piano complessivamente preferibile. Nello stesso capitolo vengono illustrate graficamente anche le possibili **fasi di graduale implementazione del PRP**.

Al cap. 4 vengono infine descritte sinteticamente le **ulteriori opere marittime di maggior rilievo** previste dal PRP.

G:\PG022 - PRP di Termoli\Proposta_PRP\Consegna_Proposta_PRP_30_06_10\Rapporto D4_Ipotesi alternative_V02.doc	
PG022	
UST04 – Rev. 00	Pag. 5 di 65

	REGIONE MOLISE
	Piano Regolatore Portuale di Termoli e V.A.S.
	D.4 – IPOTESI ALTERNATIVE: LAYOUT PORTUALE, OTTIMIZZAZIONE OPERE DI DIFESA

2. LAYOUT DI PIANO

2.1. Premesse, “Linee guida”

La graduale messa a punto del PRP di Termoli si è sviluppata attraverso un articolato percorso che ha preso spunto dalle “Linee guida per la redazione del Piano Regolatore del Porto di Termoli (CB)” definite dalla Regione Molise e condivise dalle altre Amministrazioni competenti.

Le “Linee guida” fanno riferimento all’ “Accordo di Programma per lo sviluppo del Porto di Termoli” approvato con Decreto n° 132 del 27/05/2005, di cui si riporta stralcio nel seguito.

“Gli indirizzi programmatici del presente accordo di programma per lo sviluppo del sistema portuale di Termoli sono i seguenti:

- a) ampliare gli specchi acquei e la superficie disponibile delle banchine di riva e di attracco a disposizione delle diverse attività portuali;*
- b) attribuire al bacino compreso tra i moli sud, nord e nord est la localizzazione deputata per lo svolgimento delle attività connesse alla pesca;*
- c) attribuire alle attuali banchine di nord est e di sud est le attività connesse al traffico passeggeri;*
- d) attribuire allo specchio acqueo a sud del molo sud le attività connesse al diporto turistico;*
- e) delocalizzare le attività connesse al commercio ed alla cantieristica navale in sinistra idrografica della foce del Biferno;*
- f) potenziare le infrastrutture pubbliche e ricettive destinate al turismo nella zona di Rio Vivo Martinelle;*
- g) tener conto nello studio eseguito sul fenomeno erosivo legato alla modificazione delle correnti marine, del moto ondoso, della selezione granulometrica, etc.;*
- h) prevedere una adeguata sistemazione per la stazione marittima destinata al traffico passeggeri ed al mercato ittico collegato con le attività di pesca;*
- i) prevedere forme di salvaguardia, compatibilmente con l'interesse pubblico generale, per il mantenimento delle attività imprenditoriali attualmente ubicate sul molo sud;*
- j) tener conto nel piano finanziario dei progetti degli interventi da effettuare sia dei finanziamenti pubblici disponibili, sia della attiva e concreta partecipazione agli investimenti da parte dei privati;*
- k) valorizzare le risorse ambientali e naturalistiche esistenti, sia con riferimento alla qualità delle acque marine, sia in relazione alla esistenza di un'eventuale area S.I.C.;*

G:\PG022 - PRP di Termoli\Proposta_PRP\Consegna_Proposta_PRP_30_06_10\Rapporto D4_Ipotesi alternative_V02.doc	
PG022	
UST04 – Rev. 00	Pag. 6 di 65

	REGIONE MOLISE
	Piano Regolatore Portuale di Termoli e V.A.S.
	D.4 – IPOTESI ALTERNATIVE: LAYOUT PORTUALE, OTTIMIZZAZIONE OPERE DI DIFESA

- l) *attuare una progettazione di sistemazione idraulica definitiva della zona di Rio Vivo Martinelle soggetta a periodici fenomeni di allagamento;*
- m) *collegare direttamente al fiume Biferno i canali di bonifica, in modo da ottenere una riqualificazione ambientale ed urbanistica di tutto il quartiere di Rio Vivo Martinelle;*
- n) *progettare uno sbocco a mare ad idonea profondità del collettore del depuratore del Consorzio per il Nucleo Industriale, in modo da salvaguardare la qualità delle acque di balneazione".*

Le "Linee guida" iniziali sono state oggetto di successive precisazioni – discusse ed approvate in sede di Conferenza di Servizi – ed indicano gli indirizzi di cui tener conto per la redazione del Piano relativi alle seguenti funzioni principali:

- pesca produttiva;
- diporto turistico;
- traffico passeggeri;
- traffico commerciale;
- cantieristica navale;
- varie (sedi e dotazioni per pubbliche Amministrazioni, etc.).

Le "Linee guida" indicano inoltre:

"... le presenti linee guida prescindono dalla ubicazione e dalla realizzazione dell'interporto di Termoli, per il quale sarà eventualmente sviluppata una apposita separata progettazione – non oggetto del PRP – con la previsione della terza modalità di trasporto via mare".

"Il PRP dovrà essere riferito al territorio del porto esistente, alle aree e specchi acquei ad esso contigui nei quali prevedere gli opportuni ampliamenti, all'arenile compreso tra il porto e la foce del Biferno ..."

"Il Piano dovrà essere redatto sulla scorta degli studi di idraulica marittima e di evoluzione della linea di costa già elaborati per conto della Regione e potrà usufruire dei mezzi e degli ulteriori studi e progetti di interesse presenti in Regione o presso altri Enti".

2.2. Precedenti ipotesi e proposte

All'inizio delle attività di redazione del nuovo PRP sono risultate disponibili diverse ipotesi e proposte di Piano alle quali appare utile fare sinteticamente cenno.

La Fig. 2.1 mostra le due ipotesi alternative (layout 1 e layout 2) proposte al termine degli ampi studi eseguiti per incarico della Regione (cfr. rif. [5]).

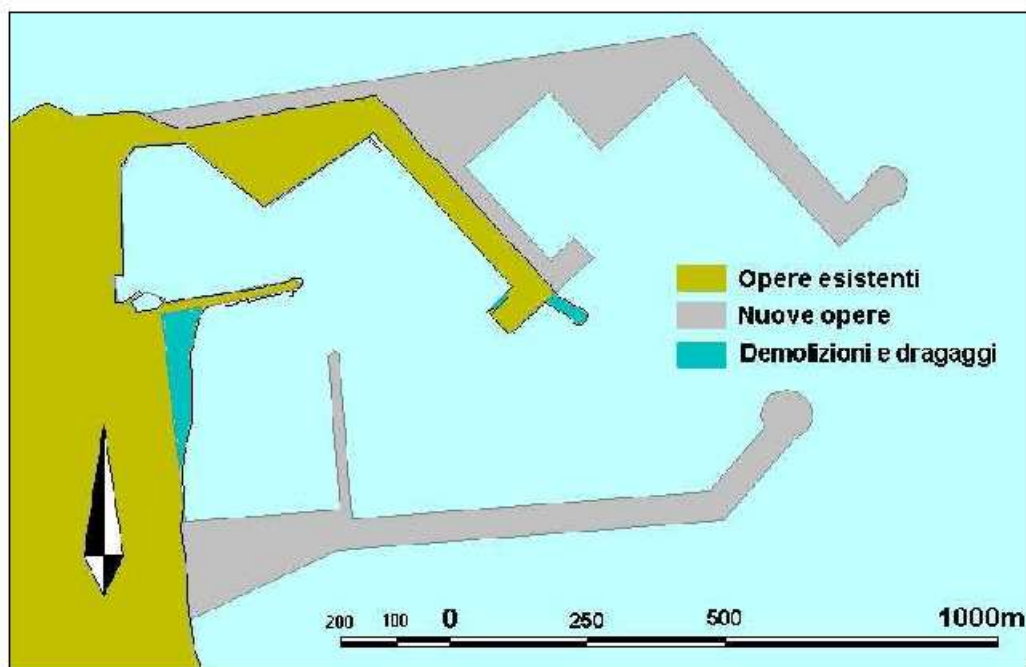
G:\PG022 - PRP di Termoli\Proposta_PRP\Consegna_Proposta_PRP_30_06_10\Rapporto D4_Ipotesi alternative_V02.doc	
PG022	
UST04 – Rev. 00	Pag. 7 di 65

	REGIONE MOLISE
	Piano Regolatore Portuale di Termoli e V.A.S.
	D.4 – IPOTESI ALTERNATIVE: LAYOUT PORTUALE, OTTIMIZZAZIONE OPERE DI DIFESA

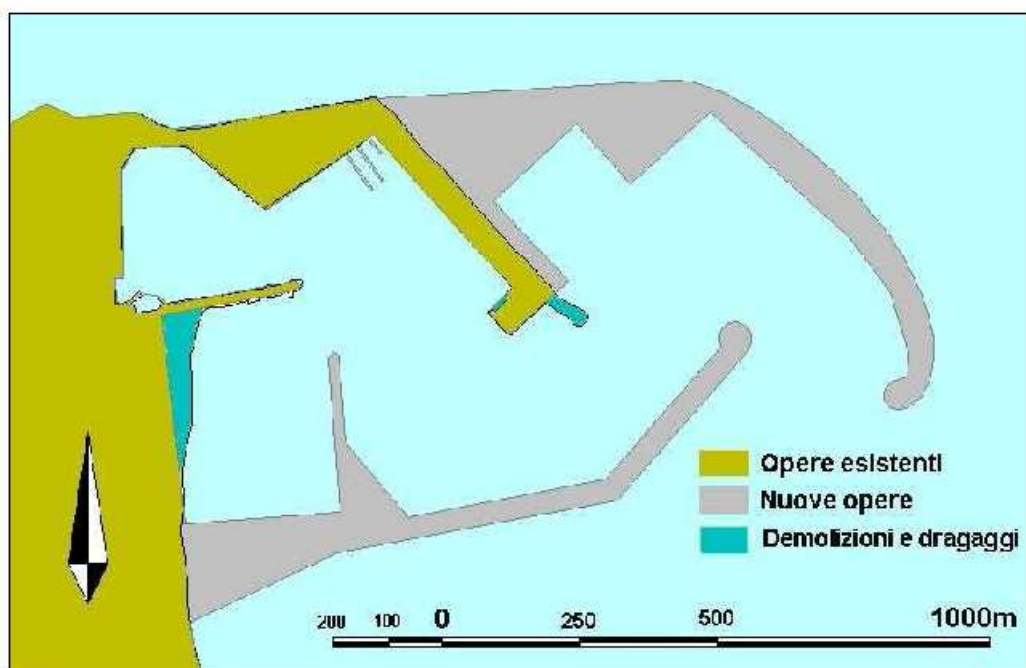
La Fig. 2.2 illustra schematicamente due diverse soluzioni di destinazione funzionale delle aree portuali nella ipotesi di layout 2 di cui sopra, risultato preferibile al layout 1.

Le Fig. 2.3-Fig. 2.5 mostrano altre soluzioni ed ipotesi alternative, elaborate in ambito locale e – come si può notare – ampiamente differenziate tra loro sia in termini di obiettivi funzionali e di traffico sia in termini di soluzioni infrastrutturali. Le proposte spaziano infatti, oltreché su soluzioni diverse per l'ampliamento (o il non ampliamento) del porto esistente, della realizzazione di "porti isola" di diverse caratteristiche collegati a terra da lunghi pontili a giorno, alla costruzione di infrastrutture portuali commerciali (per la verità un po' ... discutibili) in sponda sinistra della foce del Biferno.

G:\PG022 - PRP di Termoli\Proposta_PRP\Consegna_Proposta_PRP_30_06_10\Rapporto D4_Ipotesi alternative_V02.doc	
PG022	
UST04 – Rev. 00	Pag. 8 di 65



layout 1



layout 2

Fig. 2.1 Precedenti ipotesi di PRP (rif. [5])

G:\PG022 - PRP di Termoli\Proposta_PRP\Consegna_Proposta_PRP_30_06_10\Rapporto D4_Ipotesi alternative_V02.doc

PG022

UST04 – Rev. 00

Pag. 9 di 65

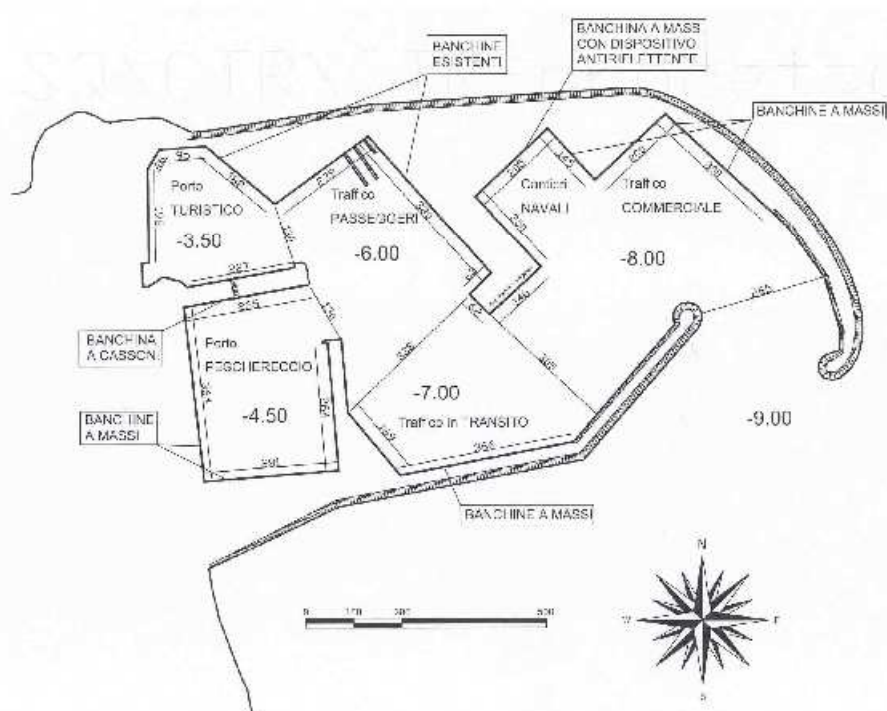
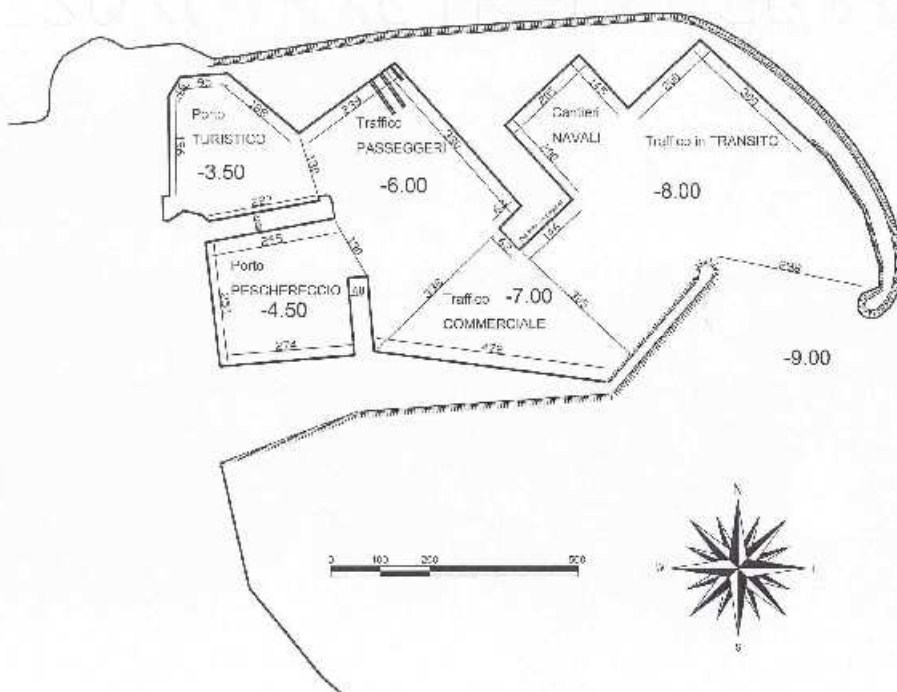


Fig. 2.2 Precedenti ipotesi di PRP "Layout 2" (rif. [5])

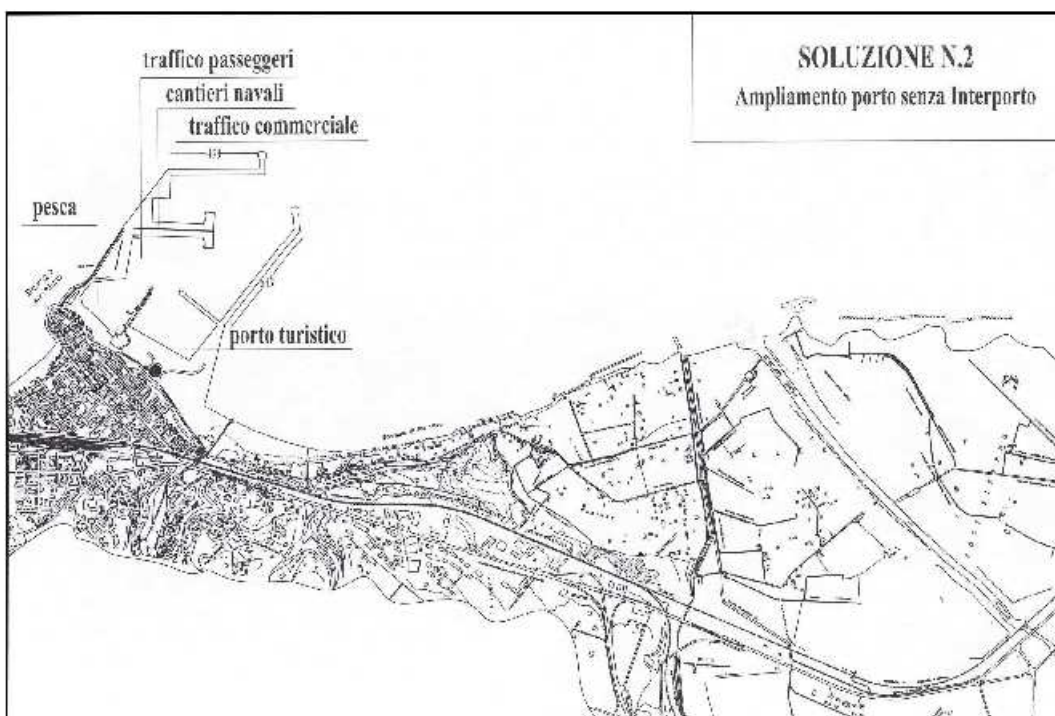


Fig. 2.3 Precedenti ipotesi di PRP, con e senza interporto

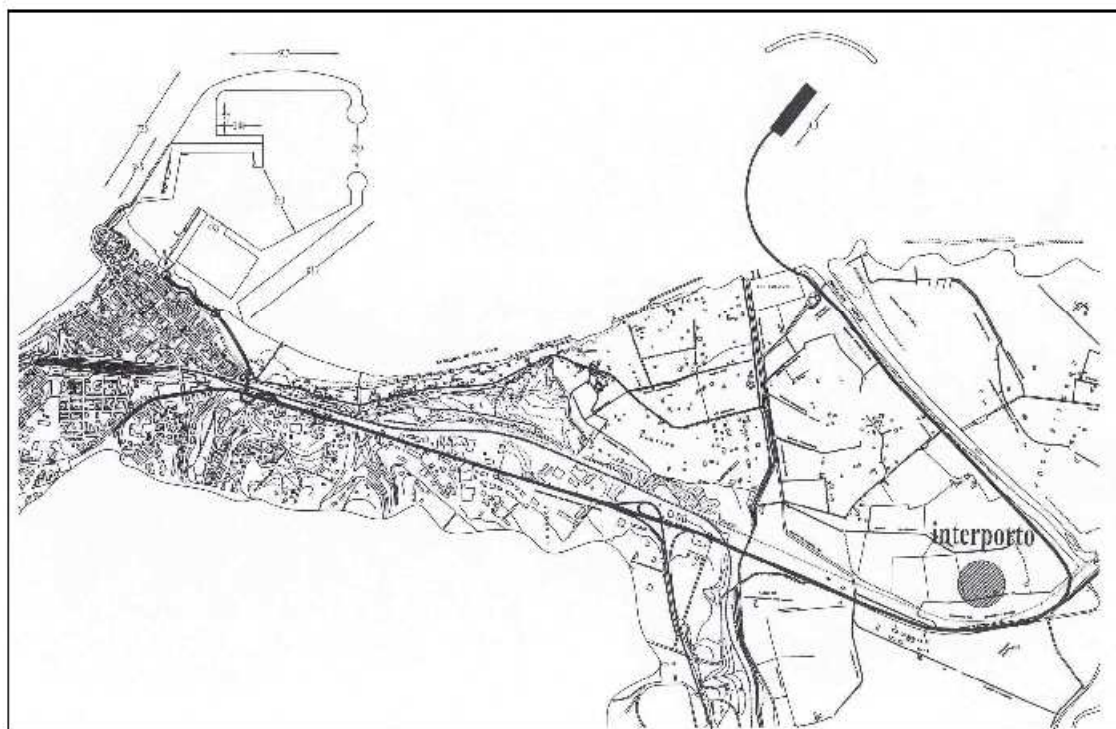
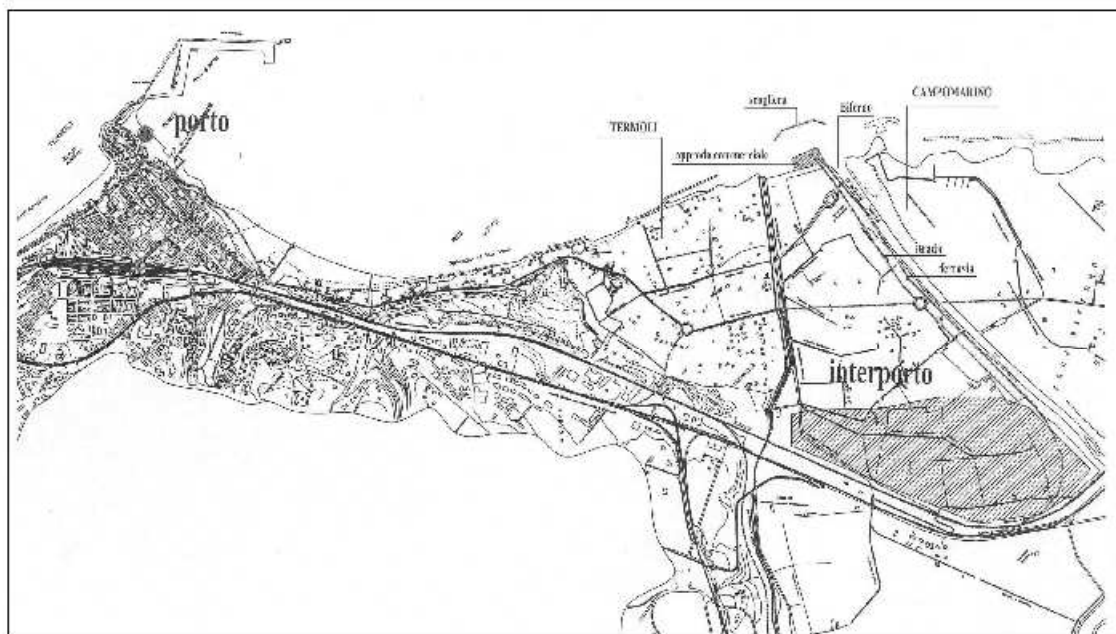


Fig. 2.4 Precedenti ipotesi di PRP, con approdo alla foce Biferno o con porto-isola

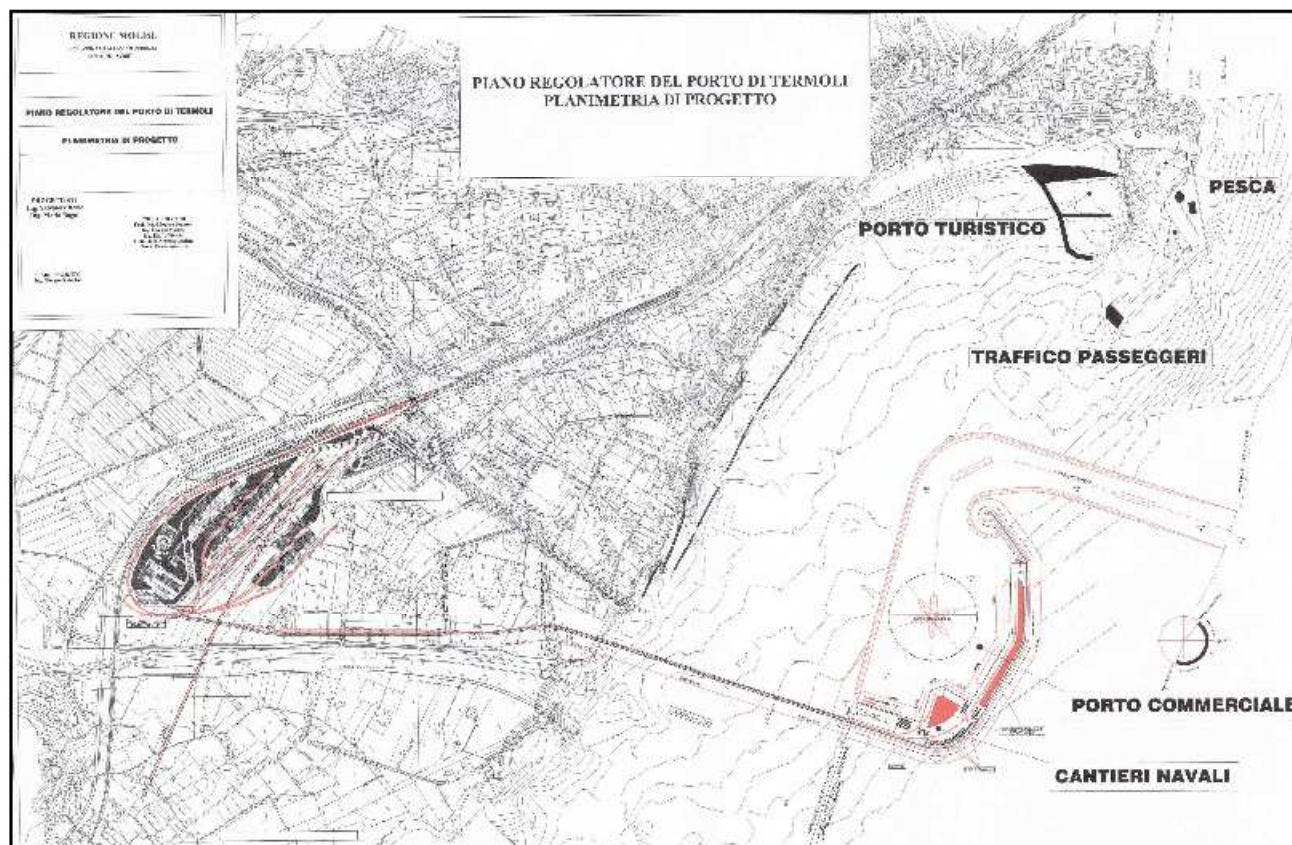


Fig. 2.5 Precedenti ipotesi di PRP – Porto-isola

	REGIONE MOLISE
	Piano Regolatore Portuale di Termoli e V.A.S.
	D.4 – IPOTESI ALTERNATIVE: LAYOUT PORTUALE, OTTIMIZZAZIONE OPERE DI DIFESA

2.3. Ipotesi schematiche di soluzioni alternative

Con riferimento alle "Linee guida" sono state generate e confrontate numerose ipotesi di configurazione ed assetto funzionale del nuovo PRP.

Il lavoro si è sviluppato in stretta relazione con i progressivi approfondimenti relativi ai principali temi, quali:

- l'integrazione nel tessuto urbanistico e nella rete dei collegamenti;
- le previsioni di sviluppo delle attività e delle funzioni, in atto e nuove, e della conseguente domanda di infrastrutture portuali;
- l'integrazione nell'ambiente fisico (in particolare gli effetti sui litorali circostanti ed i rischi di insabbiamento) e naturalistico;
- le esigenze di protezione dal moto ondoso degli specchi acquei portuali;
- la sicurezza e la agibilità nautica.

Nel seguito si illustrano sinteticamente – tra le molte – le soluzioni più significative del percorso svolto.

La Fig. 2.6 mostra una della prime ipotesi, coerente con le "Linee guida" iniziali (che prevedevano di ubicare il porto turistico a sud del molo sud esistente) e la Fig. 2.6 una sua possibile prima fase di attuazione.

Le Fig. 2.7-Fig. 2.11 mostrano diverse ipotesi alternative presentate e discusse nel febbraio 2008, denominate "bozza 04" ... "bozza 08".

Si può notare che le Fig. 2.7 e Fig. 2.8 propongono soluzioni che comportano ampliamenti e completamenti del porto esistente di diversa entità e di impegno ma concettualmente riconducibili all'impostazione di alcune delle precedenti ipotesi, ad esempio quelle di Fig. 2.1 e Fig. 2.6.

Nella

Fig. 2.9 e nelle successive compare una impostazione radicalmente diversa.

Pur mantenendo l'imboccatura portuale rivolta verso SE, con questo assetto è possibile corrispondere ai requisiti più significativi convenuti con la Regione e con le altre Amministrazioni (*in primis* il Comune) ed Enti interessati:

G:\PG022 - PRP di Termoli\Proposta_PRP\Consegna_Proposta_PRP_30_06_10\Rapporto D4_Ipotesi alternative_V02.doc	
PG022	
UST05 – Rev. 00	Pag. 14 di 65

	REGIONE MOLISE
	Piano Regolatore Portuale di Termoli e V.A.S.
	D.4 – IPOTESI ALTERNATIVE: LAYOUT PORTUALE, OTTIMIZZAZIONE OPERE DI DIFESA

- evitare che il traffico portuale interferisca nel rapporto tra la città e la zona turistico-diportistica, consentendo (e consolidando) un forte rapporto con il centro storico;
- radicare quindi il porto commerciale ad un nuovo molo di sottoflutto, posto a sud di quello esistente, agevolmente così collegabile alla rete viabile.

Questo tipo di soluzioni (in particolare la "bozza 07" di Fig. 2.10) si presta ad una esecuzione per fasi successive (cfr. Fig. 2.11) che già in una prima fase consente un significativo potenziamento della funzionalità del porto.

G:\PG022 - PRP di Termoli\Proposta_PRP\Consegna_Proposta_PRP_30_06_10\Rapporto D4_Ipotesi alternative_V02.doc	
PG022	
UST05 – Rev. 00	Pag. 15 di 65

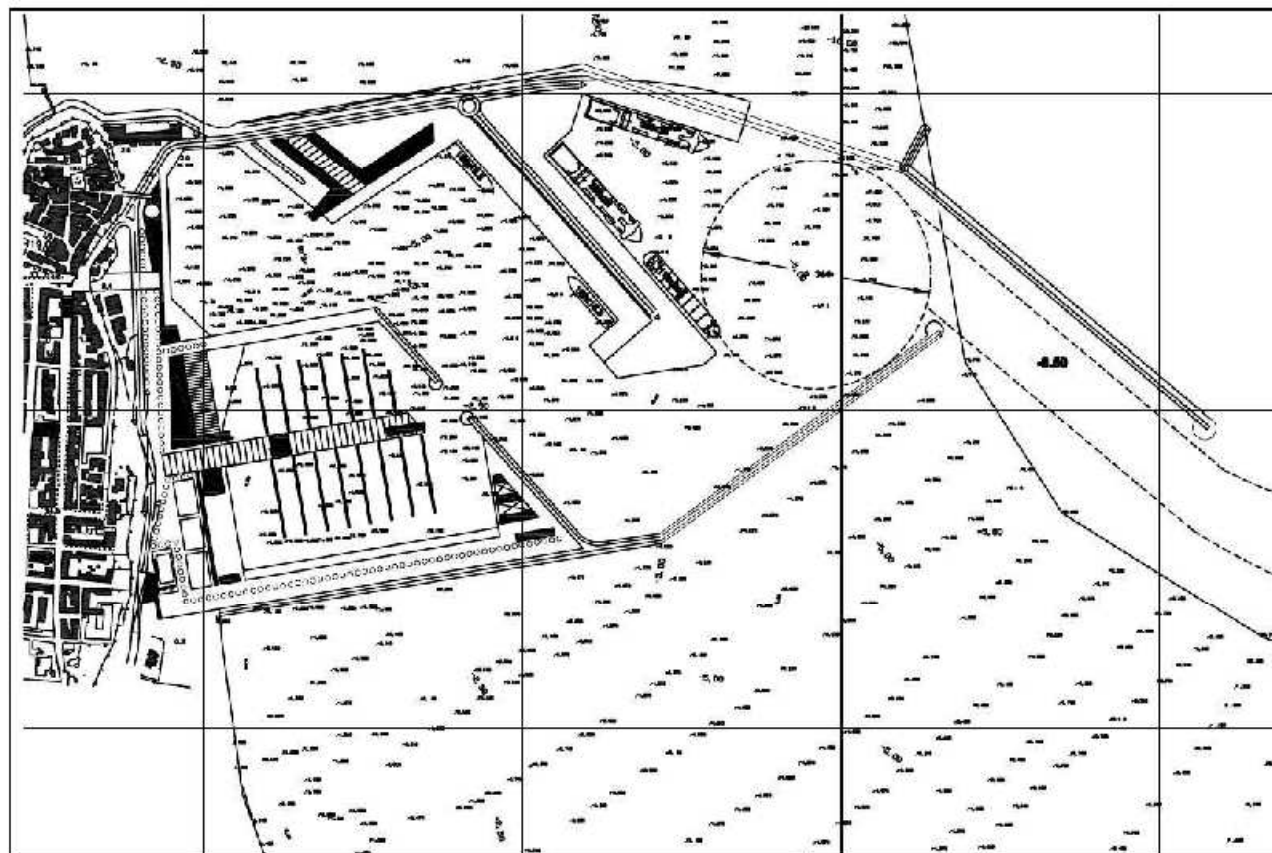


Fig. 2.6 Ipotesi di PRP coerente con le "linee guida" (20/12/2007)

G:\P\G022 - PRP di Termoli_Proposta_PRP\Consegna_Proposta_PRP_30_06_10\Rapporto D4_Ipotesi alternative_v02.doc

PG022

UST04 - Rev. 00

Pag. 16 di 65



VIOLA
IDROTEC

REGIONE MOLISE

Piano Regolatore Portuale di Termoli e V.A.S.

D.4 – IPOTESI ALTERNATIVE: LAYOUT PORTUALE, OTTIMIZZAZIONE OPERE DI DIFESA

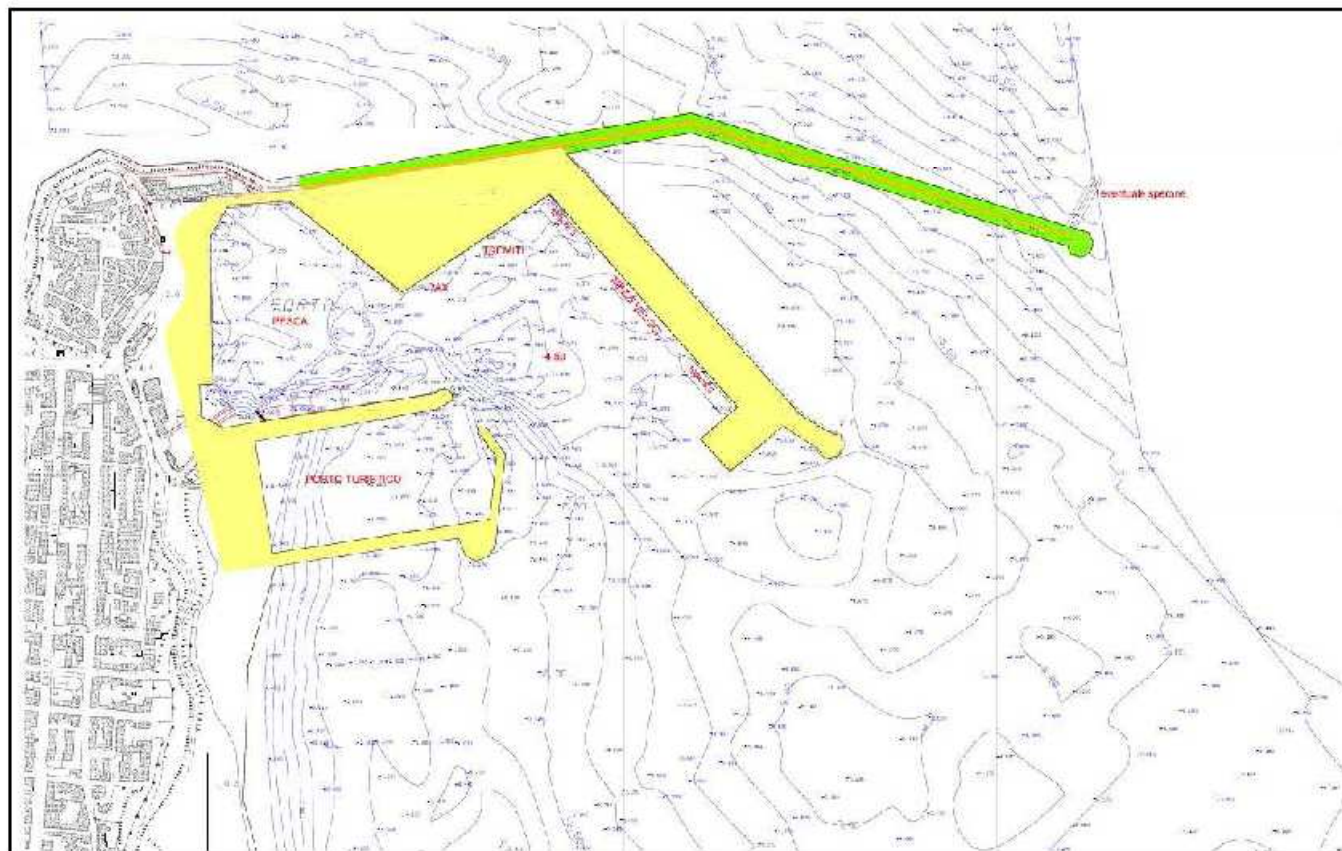


Fig. 2.7 Prima fase di attuazione (20/12/2007)

G:\PG022 - PRP di Termoli_Proposta_PRP\Consegna_Proposta_PRP_30_06_10\Rapporto D4 Ipotesi alternative_V02.doc

PG022

UST04 - Rev. 00

Pag. 17 di 65

 	REGIONE MOLISE
	Piano Regolatore Portuale di Termoli e V.A.S.
	D.4 – IPOTESI ALTERNATIVE: LAYOUT PORTUALE, OTTIMIZZAZIONE OPERE DI DIFESA

G:\PG022 - PRP di Termoli_Proposta_PRP\Consegna_Proposta_PRP_30_06_10\Rapporto D4_ipotesi alternative_V02.doc	
PG022	
UST04 – Rev. 00	Pag. 18 di 65

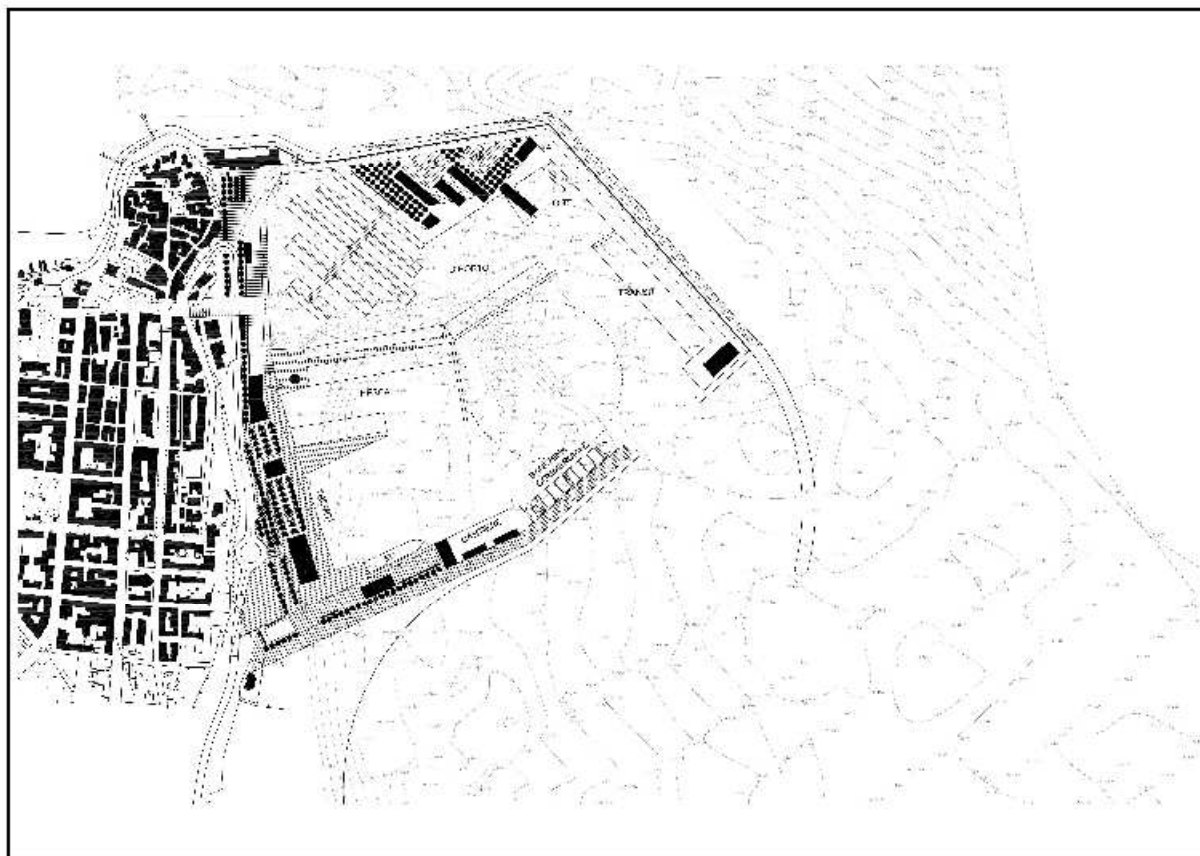


Fig. 2.8 “Bozza 04” (febbraio 2008)

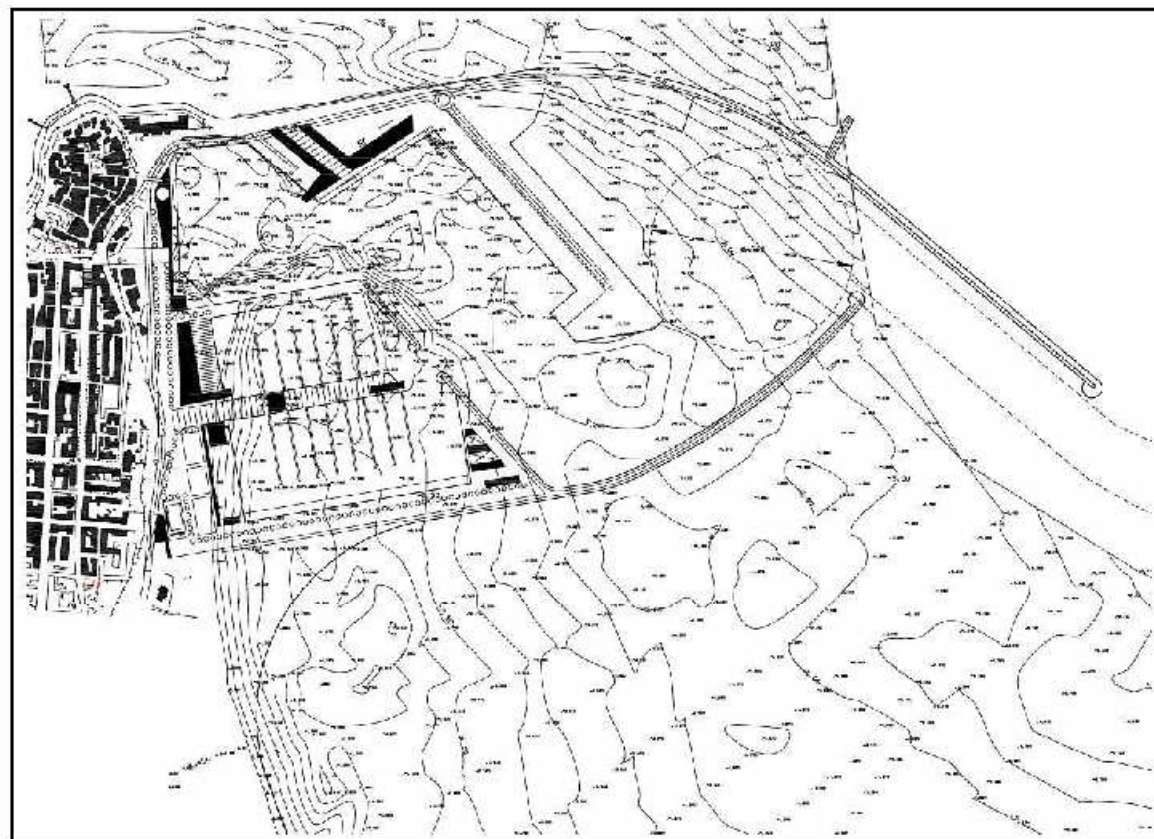


Fig. 2.9 “Bozza 05” (febbraio 2008)

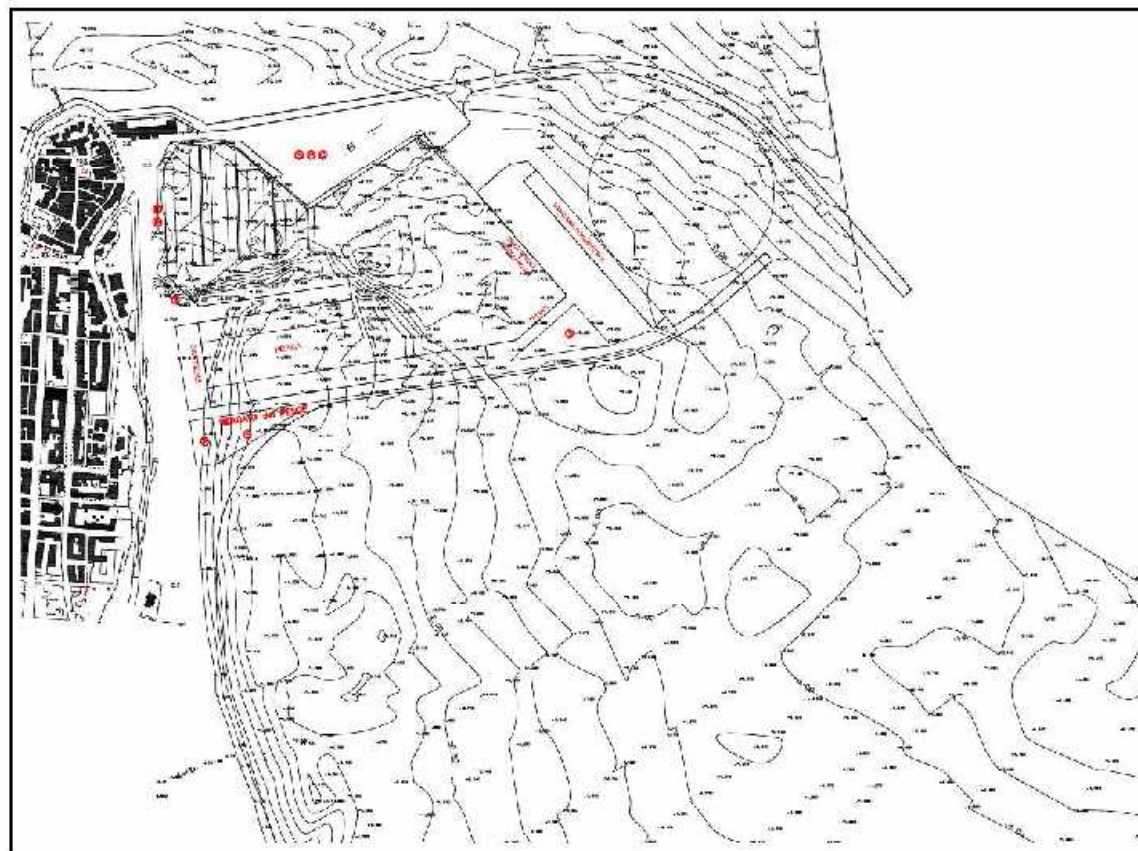


Fig. 2.10 “Bozza 06” (febbraio 2008)

G:\PG022 - PRP di Termoli_Proposta_PRP\Consegna_Proposta_PRP_30_06_10\Rapporto D4_Ipotesi alternative_v02.doc

PG022

UST04 – Rev. 00

Pag. 21 di 65

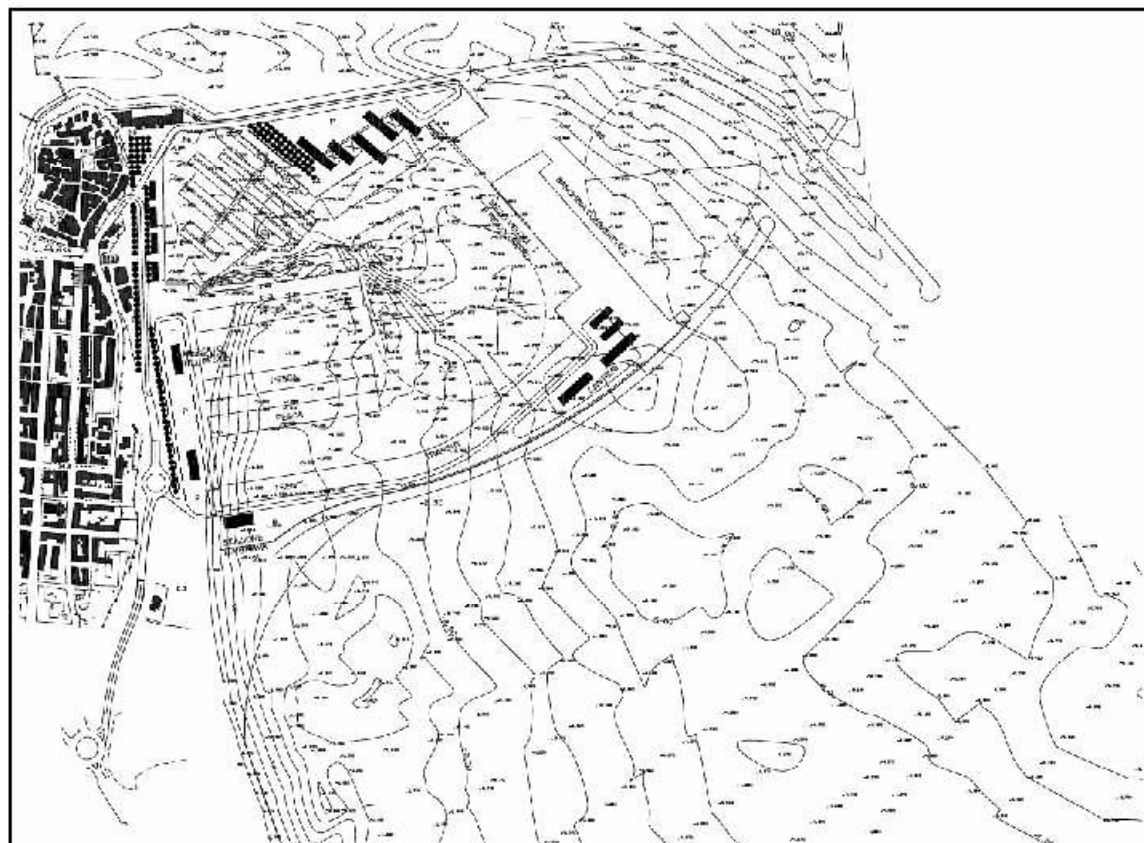


Fig. 2.11 “Bozza 07” (febbraio 2008)



VIOLA
IDROTEC

REGIONE MOLISE

Piano Regolatore Portuale di Termoli e V.A.S.

D.4 – IPOTESI ALTERNATIVE: LAYOUT PORTUALE, OTTIMIZZAZIONE OPERE DI DIFESA



Fig. 2.12 “Bozza 08” (febbraio 2008)

G:\PG022 - PRP di Termoli_Proposta_PRP\Consegna_Proposta_PRP_30_06_10\Rapporto D4 Ipotesi alternative_v02.doc

PG022

UST04 - Rev. 00

Pag. 23 di 65

	REGIONE MOLISE
	Piano Regolatore Portuale di Termoli e V.A.S.
	D.4 – IPOTESI ALTERNATIVE: LAYOUT PORTUALE, OTTIMIZZAZIONE OPERE DI DIFESA

2.4. La “Bozza di Piano”

Nel marzo 2009 è stata presentata una compiuta “Bozza del Piano Regolatore Portuale”.

La planimetria schematica delle opere marittime (riferimento delle simulazioni di manovra navale di cui al punto seguente) è mostrata in Fig. 2.13, mentre le tavole allegate alla “Bozza di PRP” – cui si rimanda – ne illustrano più compiutamente le caratteristiche.

G:\PG022 - PRP di Termoli\Proposta_PRP\Consegna_Proposta_PRP_30_06_10\Rapporto D4_Ipotesi alternative_v02.doc	
PG022	
UST05 – Rev. 00	Pag. 24 di 65

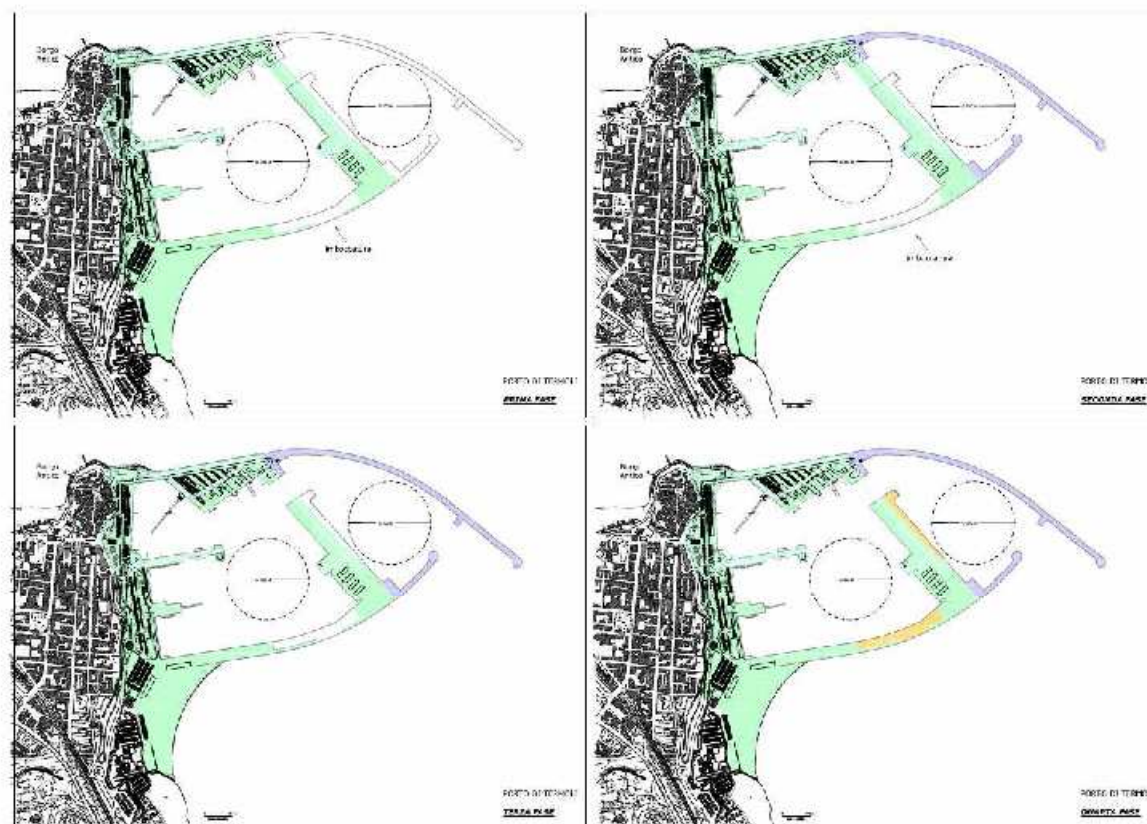


Fig. 2.13 Fasi esecutive della soluzione preferibile (febbraio 2008)

	REGIONE MOLISE
	Piano Regolatore Portuale di Termoli e V.A.S.
	D.4 – IPOTESI ALTERNATIVE: LAYOUT PORTUALE, OTTIMIZZAZIONE OPERE DI DIFESA

Si riportano nel seguito i passi della Relazione Generale della "Bozza di PRP" più significativi per quanto riguarda il layout e l'assetto funzionale complessivo.

- **obiettivi.** Partendo da quanto proposto dalle Linee Guida regionali sono stati organizzati una serie di **incontri** con gli Enti, in primis con l'Amministrazione Comunale di Termoli, e con tutte le parti interessate allo sviluppo portuale. Tali incontri sono confluiti nella consultazione del 26 febbraio 2008 durante la quale sono stati presentati gli esiti degli studi sino ad allora realizzati e si sono raccolte, attraverso un apposito questionario, tutte le ulteriori possibili aspettative dei fruitori del porto, sia con riferimento alle attività commerciali, sia alla pesca, sia al diporto nautico. In esito a tali incontri, oltre a quanto già evidenziato dalle precedenti attività, è emersa, da un lato la necessità, sul medio periodo, di offrire nel porto ormeggi per imbarcazioni commerciali destinate al trasporto di merci varie (anche a prescindere dai traffici con la Croazia già considerati in sede di Rapporto Iniziale) e dall'altro la necessità di liberare il molo di sopraflutto da tutte le attività contrastanti con una sua fruizione urbana e turistica.

Al PRP si chiede quindi di realizzare una configurazione del porto tale da evitare che il traffico pesante e quello estraneo all'attività portuale interferiscano nel rapporto fra la città e la zona turistico-diportistica, e di creare una forte connessione, soprattutto a livello pedonale, fra il tessuto urbano – segnatamente il centro storico – e le banchine non operative del porto trasformate in piazze ed affacci lungomare.

La nuova visione dell'infrastruttura portuale richiede inoltre di ridurre al minimo l'avanzamento delle opere di difesa verso il largo, anche per ragioni di ordine paesaggistico (impegnare quanto meno possibile l'orizzonte osservato dal centro abitato) e piuttosto di spostarle a mezzogiorno per articolare meglio, sulle banchine di riva, le varie funzioni portuali (porto turistico, passeggeri con e senza auto al seguito, pescherecci, traffici commerciali, ormeggi delle pubbliche amministrazioni, etc.).

- **scelte di fondo.** La prima è quella di collegare il porto commerciale ad un nuovo molo sottoflutto, posto a mezzogiorno di quello esistente. Tale scelta – oltretutto tale da riportare il traffico di automezzi attivato dal porto commerciale in un punto assai più opportuno – è divenuta pressoché inevitabile nel momento in cui si è stabilito che l'attuale molo di sopraflutto debba essere totalmente dedicato ad attività di tipo urbano e turistico. Per mantenere l'operatività commerciale del molo martello, evitando il suo sottoutilizzo, occorre quindi connetterlo ad un nuovo sottoflutto che è posizionato a una distanza tale da quello esistente da poter accogliere – nel bacino che si viene a formare tra essi – il traffico di merci, passeggeri e pesca; il bacino esistente potrà essere così destinato interamente al diporto nautico e le sue banchine alla "città sul porto" sopraccitata.

Al nuovo sottoflutto fa quindi capo sia l'esistente molo martello – che verrà separato dal molo di sopraflutto in modo da creare l'accesso al bacino interno – sia il nuovo bacino commerciale esterno, protetto dalle necessarie opere di difesa, banchinato ed attrezzato per accogliere significativi sviluppi di traffico.

G:\PG022 - PRP di Termoli\Proposta_PRP\Consegna_Proposta_PRP_30_06_10\Rapporto D4_Ipotesi alternative_V02.doc	
PG022	
UST05 – Rev. 00	Pag. 26 di 65

La seconda scelta è che il Piano, allo scopo di completare la decongestione del traffico intorno al porto, faccia propria una ipotesi da tempo all'attenzione dell'Amministrazione Comunale: realizzare una galleria di collegamento fra l'area portuale e la costa occidentale della città, in maniera da eliminare il collo di bottiglia che attualmente "strozza" la viabilità nella sella che separa il centro storico dai quartieri moderni. Questa sella (la via Roma che poi diventa via Aubry) potrà così essere pedonalizzata a beneficio di quella relazione tra città e porto che il Piano costruisce.

- **fasi di attuazione.** A maggior chiarimento di quanto illustrato al punto precedente, le fasi attuative del PRP sono così precisate.

La proposta di Piano prevede la realizzazione di una serie di importanti interventi, in particolare opere marittime, nonché una sostanziale modifica della distribuzione delle diverse funzioni portuali tali da rendere particolarmente importante la definizione di fasi temporali di attuazione del Piano che garantiscano l'operatività del porto nonché la congruenza tra costi di realizzazione e esigenze del porto.

Sono state in questo senso ipotizzate tre distinte fasi realizzative delle previsioni di Piano, per ognuna delle quali sono stati stimati in via di larga massima i costi di esecuzione.

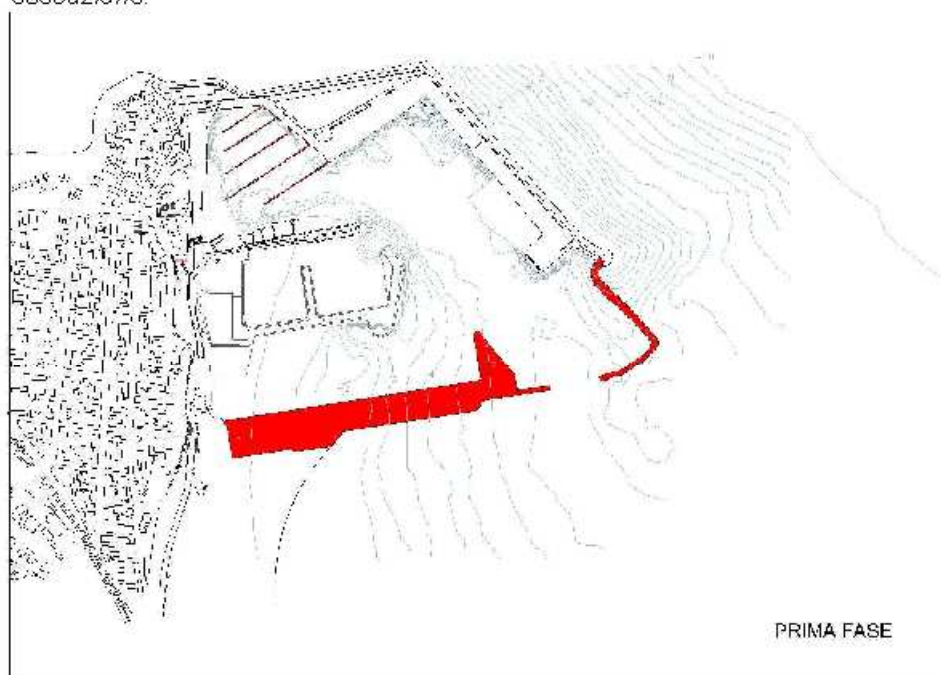


Fig. 1: prima fase attuativa del nuovo PRP del porto di Termoli

Nella **prima fase** (cfr. Fig. 1) viene realizzato gran parte del nuovo molo sottoflutto (posto circa 350m a Sud di quello esistente) rendendo così possibile la creazione del nuovo bacino portuale interno ove dislocare (previo dragaggio per garantire fondali di 5,00 metri) le attività maggiormente critiche per l'uso urbano, oggi

insediate sul molo di sopraflutto esistente (trasporto passeggeri e pesca). Contestuale è lo spostamento, nel bacino storico del porto, di tutte le attività per il diporto nautico. Viene realizzata una nuova imboccatura portuale "provvisoria" in grado di ridurre i problemi connessi all'interrimento del porto e garantire una maggiore protezione del bacino, anche in concomitanza con fenomeni ondosi provenienti da scirocco mezzogiorno.

Nella **seconda fase** (cfr. Fig. 2) viene realizzato il prolungamento delle opere di difesa sopraflutto e sottoflutto, sino a definire la nuova e definitiva imboccatura ed il bacino portuale esterno.

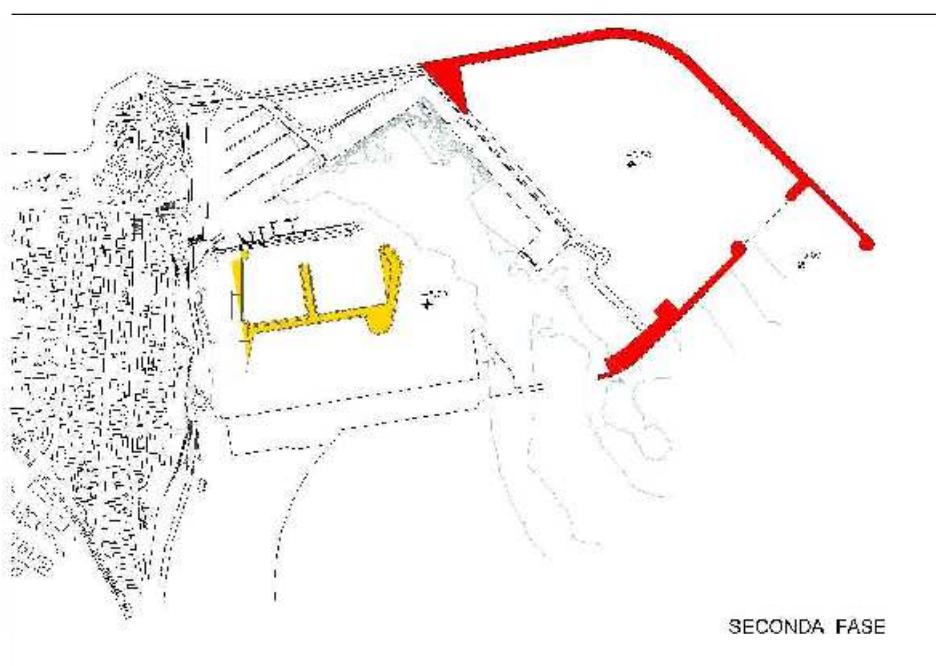


Fig. 2: seconda fase attuativa del nuovo PRP del porto di Termoli

La **terza fase** (cfr. Figg. 3a e 3b) è articolata in due distinti interventi da eseguire in successione temporale, ma funzionalmente coerenti.

Il primo consiste nella demolizione di una porzione del sopraflutto attuale al fine di connettere il bacino portuale esterno con il bacino interno, rendendo così possibile accedere ad entrambi dalla imboccatura definitiva e quindi non più indispensabile quella "provvisoria" costruita in fase 1.

Una volta completata la demolizione si procede alla chiusura della imboccatura provvisoria ed al completamento di tutte le opere previste per il nuovo sporgente.

Tra i vantaggi della articolazione in fasi dell'intervento sopra delineata è da sottolineare che già nella prima fase il porto dispone di risorse e potenzialità assai maggiori di quelle attuali per tutte le funzioni oggi presenti (collegamenti con Tremiti e con la Croazia, pesca, diporto, traffico passeggeri e commerciale "leggero", etc.).

L'attuazione delle più impegnative e costose fasi 2 e 3 può quindi essere programmata e attuata in relazione all'effettivo dispiegamento delle esigenze ed alla disponibilità di risorse.

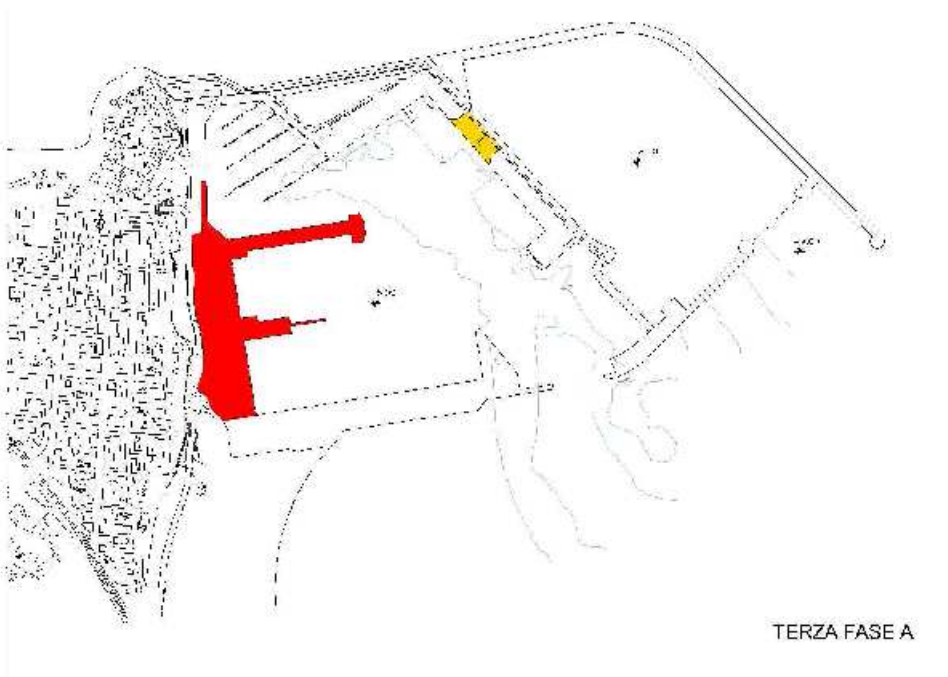


Fig. 3a: terza fase attuativa del nuovo PRP del porto di Termoli (1° intervento)

	REGIONE MOLISE
	Piano Regolatore Portuale di Termoli e V.A.S.
	D.4 – IPOTESI ALTERNATIVE: LAYOUT PORTUALE, OTTIMIZZAZIONE OPERE DI DIFESA

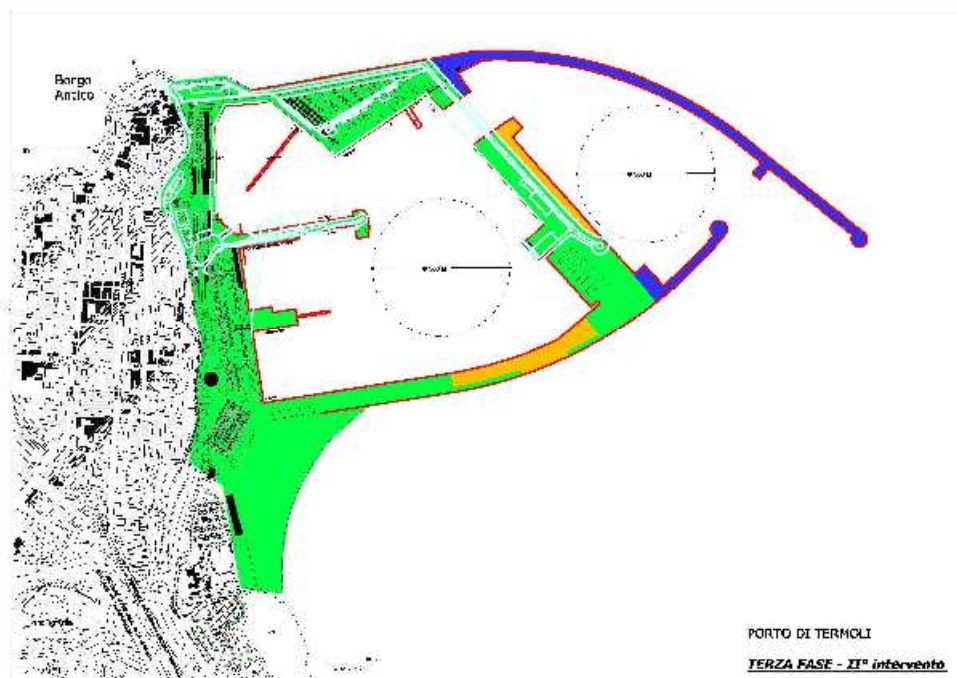


Fig. 3b: terza fase attuativa del nuovo PRP del porto di Termoli (2° intervento)

La "Bozza di PRP" è stata approvata dal Responsabile del Servizio "Trasporti su gomma e Opere Marittime" con nota prot. 5537 del 9 marzo 2010, con la quale si comunicava anche l'autorizzazione a procedere con le attività previste con l'Atto aggiuntivo sottoscritto il 10/12/2009, in particolare le simulazioni di manovra navale.

Si segnala che la stessa impostazione logica delle fasi di attuazione del PRP sopra descritta con riferimento alla "Bozza di Piano" del marzo 2009 è stata mantenuta – con le opportune integrazioni e precisazioni – anche in riferimento alla versione definitiva del Piano e viene descritto nella Relazione Generale del PRP, cui si rimanda.

2.5. Simulazioni di manovra navale, configurazione definitiva delle opere marittime

Con riferimento alla planimetria schematica mostrata in Fig. 2.13 sono state eseguite presso CETENA (Genova) simulazioni di manovra navale, ampiamente illustrate nell'elaborato F.2 "Simulazioni di manovra navale".

G:\PG022 - PRP di Termoli\Proposta_PRP\Consegna_Proposta_PRP_30_06_10\Rapporto D4_Ipotesi alternative_V02.doc	
PG022	
UST05 – Rev. 00	Pag. 30 di 65

	REGIONE MOLISE
	Piano Regolatore Portuale di Termoli e V.A.S.
	D.4 – IPOTESI ALTERNATIVE: LAYOUT PORTUALE, OTTIMIZZAZIONE OPERE DI DIFESA

A seguito dello studio sono state apportate alcune modifiche alla planimetria delle opere marittime del nuovo PRP.

Tali modifiche sono illustrate in Fig. 2.14 e sono così descritte nell'elaborato sopra citato.

"Le modifiche sono state ritenute opportune – ancorché non indispensabili – per operare con ancora maggiore sicurezza e disporre di maggiori margini in previsione di eventuali possibili sviluppi delle dimensioni e delle caratteristiche delle navi che potranno utilizzare il porto. Ciò anche in considerazione del fatto che il maggior costo delle opere conseguente alla loro maggior lunghezza incide in maniera modesta sul costo complessivo delle stesse opere previste dallo schema iniziale, oggetto delle simulazioni.

Le modifiche hanno riguardato:

- ***l'allungamento di 50 m del molo di sopraflutto***, che consente di anticipare la procedura di rallentamento delle navi in ingresso e di allungare il percorso ridossato dal molo in presenza di mare da NE. Ciò rende possibile arrestare la nave in una posizione più vicina alla imboccatura, disponendo così di maggiore spazio di manovra in porto;
- ***la diversa conformazione del molo di sopraflutto e la conseguente maggior ampiezza dello specchio acqueo*** disponibile per la manovra, di larghezza pressoché costante davanti ad entrambi gli accosti A e B. Con tale conformazione viene inoltre reso possibile l'ormeggio di navi in transito sul primo braccio del prolungamento del molo (ed eventualmente anche sul secondo), senza intralcio alle navi in manovra diretta agli accosti operativi.

Appare del tutto evidente che queste modifiche al layout delle opere marittime accolgono appieno le indicazioni scaturite dallo studio CETENA, aumentando i margini di agibilità e sicurezza nautica del nuovo porto commerciale, che peraltro sono apparsi adeguati anche in riferimento alla planimetria considerata per le simulazioni come risulta dal rapporto CETENA.

La diversa conformazione del molo di sopraflutto e del varco (largo 100 m) tra il nuovo porto commerciale ed il porto storico – ampliato e riorganizzato come previsto dal PRP – consente anche un più agevole transito delle navi-traghetto per le isole Tremiti (lunghe circa 80 m e non oggetto delle simulazioni di manovra) dirette alla (o provenienti dalla) nuova stazione marittima ed una migliore protezione dal moto ondoso e dal traffico portuale degli ormeggi per maxi-yachts che il PRP prevede di ubicare sulla banchina del "piazzale triangolare" immediatamente adiacente al nuovo varco."

G:\PG022 - PRP di Termoli\Proposta_PRP\Consegna_Proposta_PRP_30_06_10\Rapporto D4_ipotesi alternative_V02.doc	
PG022	
UST05 – Rev. 00	Pag. 31 di 65

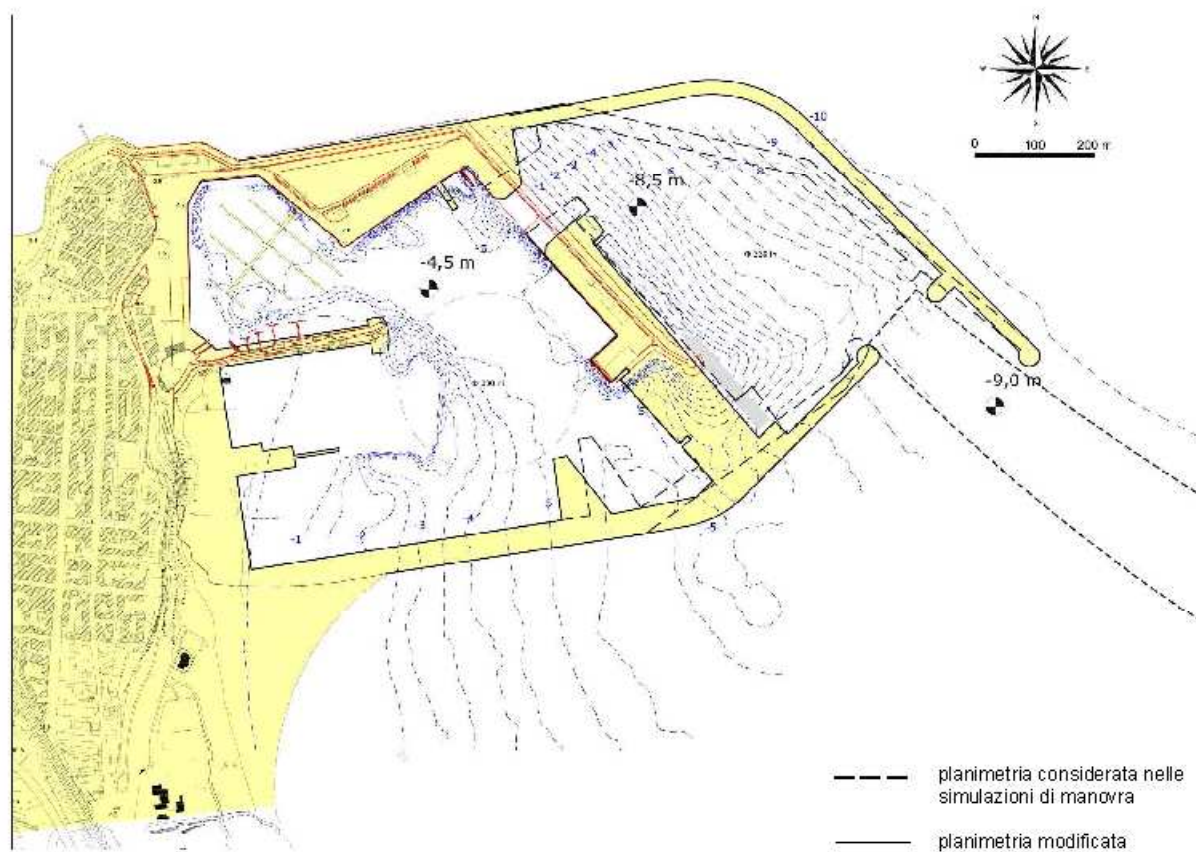


Fig. 2.14 Modifiche alla planimetria delle opere marittime

	REGIONE MOLISE
	Piano Regolatore Portuale di Termoli e V.A.S.
	D.4 – IPOTESI ALTERNATIVE: LAYOUT PORTUALE, OTTIMIZZAZIONE OPERE DI DIFESA

3. OPERE DI DIFESA

Le nuove opere di difesa sono costituite da un allungamento del molo di sopraflutto e da nuovo molo di sottoflutto. Il sopraflutto ha la funzione di difendere il bacino portuale dalle ondate del settore principale di traversia che è orientato tra il IV ed il I Quadrante, mentre il molo di sottoflutto protegge il bacino dalle mareggiate del settore di traversia secondario ed ha anche la funzione di evitare l'insabbiamento del fondale del porto e di collegare lo sporgente centrale (parte dell'attuale molo "martello") con la viabilità a terra.

Entrambi i primi bracci dei moli saranno banchinati sul lato interno. Per quanto riguarda il paramento interno del molo di sopraflutto è necessario realizzare una parete antiriflettente sul primo braccio al fine di attenuare il moto ondoso residuo all'interno del porto durante le mareggiate più importanti. In base agli studi fatti (cfr l'elaborato D.2) il paramento interno del secondo braccio potrebbe essere costituito da parete verticale riflettente o da struttura antiriflettente senza modificare negativamente, in entrambi i casi, l'agitazione ondosa residua.

Per quanto riguarda in particolar modo il sopraflutto, essendo più esposto, è importante tenere sotto controllo i valori limite della tracimazione in funzione sia della tipologia di struttura sia della destinazione d'uso dell'opera.

I dati di input per il pre-dimensionamento delle opere di difesa sono le onde estreme calcolate con un periodo di ritorno (T_r) stimabile sulla base della vita dell'opera come previsto dalle "Istruzioni tecniche per la progettazione delle dighe marittime" del Ministero dei Lavori Pubblici, Consiglio Nazionale Ricerche, 1996.

3.1. Vita dell'opera

Gli aspetti principali da considerare riguardano:

- dimensionamento degli elementi della mantellata principale;
- tracimazione del moto ondoso.

G:\PG022 - PRP di Termoli\Proposta_PRP\Consegna_Proposta_PRP_30_06_10\Rapporto D4_Ipotesi alternative_V02.doc	
PG022	
UST05 – Rev. 00	Pag. 33 di 65

	REGIONE MOLISE
	Piano Regolatore Portuale di Termoli e V.A.S.
	D.4 – IPOTESI ALTERNATIVE: LAYOUT PORTUALE, OTTIMIZZAZIONE OPERE DI DIFESA

Per definire il periodo di ritorno degli eventi da considerare per il primo aspetto si sono seguite le "Istruzioni Tecniche per la progettazione delle dighe marittime" del Consiglio Superiore LL.PP., con il seguente sviluppo.

Parametro	Valore prescelto	Rif. Istruz. Tecniche
Tipo dell'opera	Infrastrutture per uso generale	
Livello di sicurezza richiesto	2	
Durata minima di vita	Tr = 50 anni	Tab. 1
Condizione di danneggiamento	Incipiente	
Rischio per la vita umana	Limitato	
Ripercussione economica	Media	
Max probabilità di danno ammissibile	Pf = 0,30	Tab. 2

Il periodo di ritorno da considerare risulta quindi:

$$Tr = Tv / [-\ln(1-Pf)]$$

$$Tr = 50 / [-\ln(0,70)] = 140 \text{ anni}$$

Si considera a favore di sicurezza Tr = 150 anni.

Per la verifica dei livelli di tracimazione si è considerato il seguente campo di periodi di ritorno:

Tr= 1 anno

Tr= 10 anni

Tr= 50 anni

3.2. Onde di progetto

Le onde di progetto per il dimensionamento delle mantellate sono state estrapolate dalle statistiche degli eventi estremi riportate nell'elaborato D.2. Si ottiene che per un tempo di ritorno Tr=150 anni, l'altezza d'onda significativa è pari a $H_{s0}=7.55\text{m}$ con un periodo di picco $T_p = 10.57\text{s}$. Tale onda è stata trasformata da largo verso riva con il modello ENDEC fino alla isobata dei 10 m ove si ottiene un'altezza di $H_s=5.8 \text{ m}$.

G:\PG022 - PRP di Termoli\Proposta_PRP\Consegna_Proposta_PRP_30_06_10\Rapporto D4_Ipotesi alternative_V02.doc	
PG022	
UST05 – Rev. 00	Pag. 34 di 65

	REGIONE MOLISE
	Piano Regolatore Portuale di Termoli e V.A.S.
	D.4 – IPOTESI ALTERNATIVE: LAYOUT PORTUALE, OTTIMIZZAZIONE OPERE DI DIFESA

Per quanto riguarda l'onda per il dimensionamento del molo di sottoflutto si considera l'onda al limite del frangimento che è molto simile a quella valutata in base alla statistica degli eventi estremi per il settore 70-100°N per il tempo di ritorno di 150 anni. L'onda di progetto ha altezza significativa $H_s = 4.7$ m $T_p = 9.10$ s e direzione nel settore compreso tra 70 e 100°N.

Per quanto riguarda la trasformazione da largo verso riva delle onde relative ai tempi di ritorno di 1, 10, 50 anni si è utilizzato il programma ACES, come riportato nell'elaborato D.2. Per queste onde è stata considerata anche la direzione di attacco, vista l'importanza che questo parametro riveste per il calcolo della tracimazione. I valori di H_s e T_s al largo e sottocosta (profondità 10 m) sono riportati in Tab. 3.1

direzione media al largo (°N)	periodo di ritorno (anni)	H_s (m)	T_s (s)	direzione sulla -10 m (°N)	H_s (m)	T_s (s)
345 (320-10)	1	3.3	7.0	356.4	3.0	7.0
345 (320-10)	10	5.4	8.3	0.8	4.3	8.3
345 (320-10)	50	6.6	8.9	2.4	5.1	8.9
40 (10-70)	1	4.0	7.5	41.1	3.7	7.5
40 (10-70)	10	5.8	8.5	40.2	4.8	8.5
40 (10-70)	50	6.6	8.9	39.8	5.5	8.9
70 (10-70)	1	4.0	7.5	58.7	3.6	7.5
70 (10-70)	10	5.8	8.5	55.8	4.4	8.5
70 (10-70)	50	6.6	8.9	54.9	5.1	8.9
100 (70-130)	1	2.2	6.0	84.0	2.0	6.0
100 (70-130)	10	3.5	7.1	76.9	3.1	7.1
100 (70-130)	50	4.1	7.5	74.5	3.5	7.5
105 (70-130)	1	2.2	6.0	86.3	2.1	6.0
105 (70-130)	10	3.5	7.1	88.7	3.2	7.1
105 (70-130)	50	4.1	7.5	76.0	3.5	7.5

Tab. 3.1 Trasformazione da largo verso riva delle onde con T_r 1, 10 e 50 anni

G:\PG022 - PRP di Termoli\Proposta_PRP\Consegna_Proposta_PRP_30_06_10\Rapporto D4_Ipotesi alternative_V02.doc	
PG022	
UST05 – Rev. 00	Pag. 35 di 65

	REGIONE MOLISE
	Piano Regolatore Portuale di Termoli e V.A.S.
	D.4 – IPOTESI ALTERNATIVE: LAYOUT PORTUALE, OTTIMIZZAZIONE OPERE DI DIFESA

3.3. Molo di sopraflutto

Il nuovo molo di sopraflutto è radicato nel primo gomito del molo esistente e presenta due bracci inclinati tra loro di circa 130°. Il primo braccio è lungo 280 m ed è orientato per 80°N, il secondo è lungo circa 670m e orientato per 130°N. Il tratto di raccordo è lungo 210 m ed ha un raggio di curvatura di circa 270 m.

3.3.1. Dimensionamento mantellata

Escludendo per una serie di motivi – non ultimo il fatto che, a causa dei fondali presenti, il molo si troverebbe esposto ad onde frangenti – l'impiego di strutture a parete verticale (cassoni cellulari) si sono esaminate tipologie di opere a gettata, protette con mantellate di diverso tipo.

Per quanto riguarda il dimensionamento della mantellata, è molto importante analizzare attentamente la tipologia di masso che si dovrà utilizzare. La magnitudine del moto ondoso e la profondità del fondale rendono infatti necessario, in primo luogo, scegliere tra una mantellata in elementi lapidei o artificiali. I primi, date le altezze d'onda incidenti, potrebbero essere eccessivamente grandi e creare quindi problemi dal punto di vista della realizzazione, o del loro reperimento nonché del trasporto e della messa in opera, a fronte dei vantaggi dal punto di vista economico e dal punto di vista dell'inserimento paesistico. Gli elementi artificiali in calcestruzzo per contro sono di facile realizzazione in loco, anche se potrebbero risultare meno competitivi dal punto di vista economico.

Nella fattispecie l'altezza d'onda di progetto porta al dimensionamento di elementi lapidei di circa 23 t con scarpa 3:2 e di 17-18 t con scarpa di 2:1. La dimensione dei massi potrebbe essere ridotta addolcendo la pendenza del paramento, il che tuttavia comporta un aumento notevole dei volumi del materiale di scogliera con un conseguente aggravio di costo.

Si ritiene pertanto che per il molo di sopraflutto – fatto salvo il tratto di collegamento e transizione con il molo esistente (parte del primo braccio, che ricade su fondali non

G:\PG022 - PRP di Termoli\Proposta_PRP\Consegna_Proposta_PRP_30_06_10\Rapporto D4_Ipotesi alternative_V02.doc	
PG022	
UST05 – Rev. 00	Pag. 36 di 65

	REGIONE MOLISE	
	Piano Regolatore Portuale di Termoli e V.A.S.	
	D.4 – IPOTESI ALTERNATIVE: LAYOUT PORTUALE, OTTIMIZZAZIONE OPERE DI DIFESA	

superiori a i 6 m) la cui mantellata può essere realizzata con massi naturali di IV categoria, da 7 a 12 t - sia obbligata la scelta di una mantellata in **massi artificiali**.

Le numerose tipologie esistenti e collaudate di massi artificiali si possono suddividere in due grandi categorie: quelle con singolo strato e quelle in doppio strato. Nel presente studio sono stati esaminati due diversi tipi di elementi per ciascuna categoria:

Doppio strato ---> **Tetrapodi** e **Antifer**

Singolo strato ---> **Accropodi** e **Core-loc**.

Adottando le formule di Hudson e di Van Der Meer per il dimensionamento dei massi di mantellata si ottiene che - per l'onda con $T_r=150$ anni ovvero di $H_s=5.8$ e periodo di picco di 10.6s - i massi artificiali considerati devono avere le seguenti dimensioni:

		DIMENSIONI TEORICHE						DIMENSIONI COMMERCIALI	
		TRONCO			TESTATA			TRONCO	TESTATA
		D (m)	V (m ³)	M (kg)	D (m)	V (m ³)	M (kg)	V (m ³)	V (m ³)
TETRAPODI	hud	1.90	6.91	16'583	2.14	9.80	23'513	8	10
	vdn	1.90	6.89	16'533	2.08	8.96	21'493	8	10
ANTIFER	hud	2.23	11.06	26'533	2.62	17.96	43'107	12	18
	vdn	2.20	10.71	25'695	2.41	13.92	33'403	11	14
ACCROPODI	hud	1.73	5.18	12'437	1.92	7.13	17'116	6.3	9
	vdn	1.74	5.31	12'736	1.90	6.90	16'556	6.3	9
CORE LOC	hud	1.57	3.89	9'328	1.67	4.66	11'191	3.9	5
	vdn	1.57	3.86	9'262	1.71	4.98	11'948	3.9	5

Tab. 3.2 Tabella comparativa delle dimensioni di diverse tipologie di massi artificiali per la difesa dall'onda con H_s 5.8 m e T_p 10.6 s

Nella tabella sono riportati i calcoli effettuati con la formula di Hudson e con la formula di Van Der Meer. Per quanto riguarda il calcolo degli elementi di testata, mentre per Hudson si fa riferimento ad un diverso coefficiente di stabilità, per Van Der Meer è consigliato aumentare il peso del 30%.

Dai calcoli eseguiti si nota che vi è una buona corrispondenza tra le due formule ad eccezione del masso antifer di testata. In questo caso si ritiene più ragionevole e a favore di sicurezza adottare il valore ottenuto con la formula di Hudson.

G:\PG022 - PRP di Termoli\Proposta_PRP\Consegna_Proposta_PRP_30_06_10\Rapporto D4_Ipotesi alternative_V02.doc	
PG022	
UST05 - Rev. 00	Pag. 37 di 65

	REGIONE MOLISE
	Piano Regolatore Portuale di Termoli e V.A.S.
	D.4 – IPOTESI ALTERNATIVE: LAYOUT PORTUALE, OTTIMIZZAZIONE OPERE DI DIFESA

Al fine di ridurre i costi e semplificare la realizzazione dell'opera, salvo poi diverse scelte in fase esecutiva, si ritiene conveniente adottare una singola pezzatura per ogni tipologia di elemento. Si adotta quindi, anche per il tronco, l'elemento calcolato per la testata

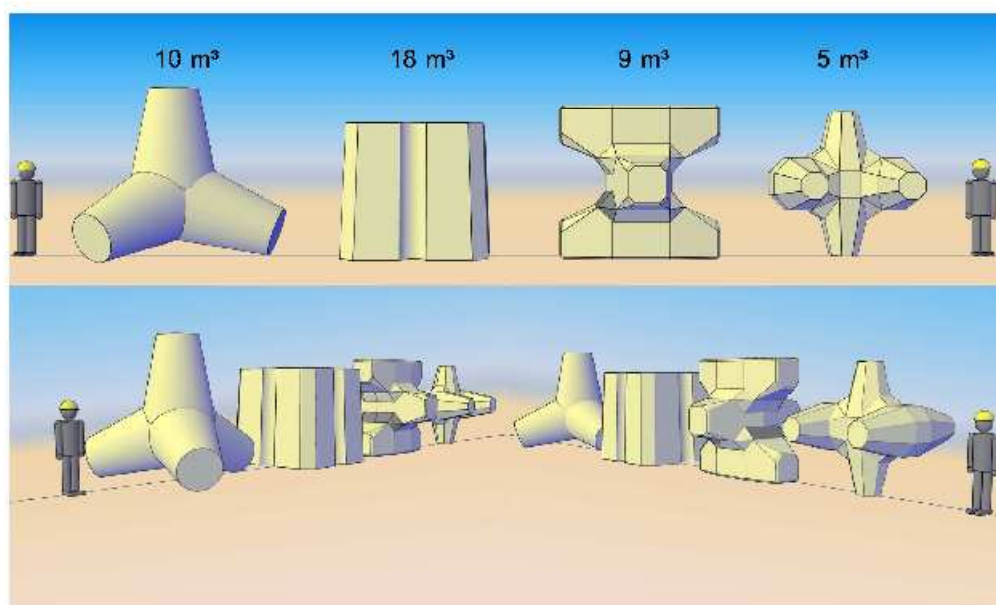


Fig. 3.1 Dimensioni di diverse tipologie di massi a confronto

Come si nota sempre dalla Tab. 3.2, con mantellata a doppio strato, si ha un notevole risparmio nelle dimensioni del singolo masso passando dagli antifer ai tetrapodi e, passando ad elementi a singolo strato, un ulteriore risparmio utilizzando accropodi o core-loc. Questi ultimi risultano i più piccoli a parità di onda.

Minori dimensioni e pesi garantiscono una maggiore facilità nella realizzazione della scogliera in termini di posa degli elementi ed un minore costo della mantellata principale anche se l'elemento ha necessità di una casseratura più complessa e di spazi di cantiere più ampi per la loro prefabbricazione e stoccaggio prima della posa.

In Tab. 3.3 si riporta le dimensioni caratteristiche degli elementi in funzione del volume. Nelle ultime due colonne sono anche riportate la quantità di calcestruzzo per unità di superficie e il numero di elementi necessari ogni 100 m² di mantellata.

G:\PG022 - PRP di Termoli\Proposta_PRP\Consegna_Proposta_PRP_30_06_10\Rapporto D4_Ipotesi alternative_V02.doc	
PG022	
UST05 – Rev. 00	Pag. 38 di 65

	Volume (m³)	altezza (m)	spessore (m)	consumo CLS (m³/m²)	unità per 100 m² numero
TETRAPODI	10	3.29	4.39 (2 strati)	2.20	22.0
ANTIFER	18	2.60	5.77 (2 strati)	3.06	17.0
ACCROPODI	9	2.98	2.68 (1 strato)	1.28	14.2
CORE LOC	5	2.83	2.60 (1 strato)	1.02	20.3

Tab. 3.3 Tabella comparativa delle dimensioni e dei materiali necessari per diverse tipologie di massi artificiali

Per il molo di sopraflutto è stato fatto un predimensionamento considerando due tipologie di elemento: **tetrapodo** e **core-loc** di cui si riporta lo schema delle sezioni tipo in vari punti del molo:

- tronco del primo braccio con paramento estemo in massi naturali
- tronco del primo braccio (in tetrapodi)
- tronco del primo braccio (in core-loc)
- tronco del secondo braccio (in tetrapodi)
- tronco del secondo braccio (in core-loc)
- testata (in tetrapodi)
- testata (in core-loc)

Come si nota dalle figure che seguono, la scelta della tipologia di masso condiziona fortemente anche la geometria sia per il fatto di utilizzare un doppio o singolo strato di massi sia per la possibilità di utilizzare una scarpa più ripida del paramento con una conseguente economia di materiale del nucleo e sottostrati.

Per tutte le sezioni si è considerato, quale quota del coronamento del muro paraonde la quota di 6.00 m s.l.m.m, risultante dai calcoli di tracimazione esposti di seguito.

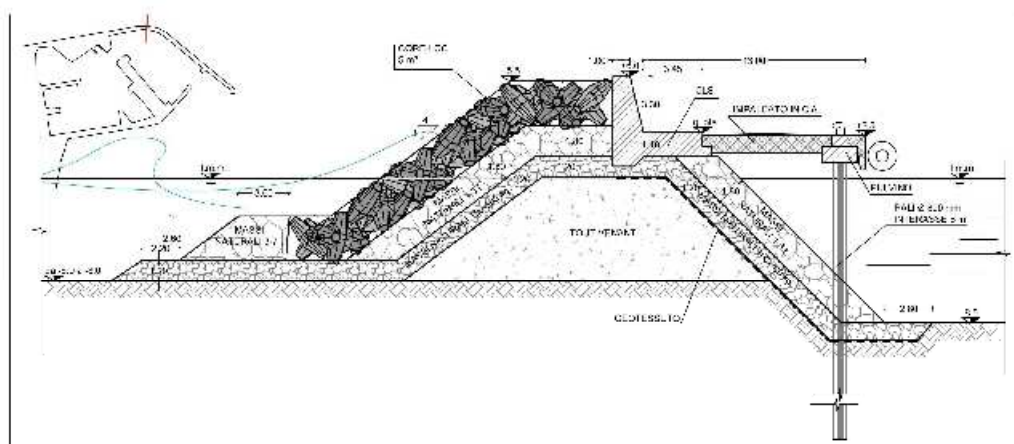


Fig. 3.4 Sezione tipica del primo tratto del sopraflutto in Core-loc

Nel secondo braccio del nuovo sopraflutto potranno essere previste le stesse sezioni sopra illustrate qualora anche il secondo braccio venga banchinato, oppure le stesse senza la struttura di banchina "a giorno" qualora si ritenga di non banchinare il secondo braccio (si rimanda alle sezioni alternative illustrate in appendice).

3.3.2. Tracimazione

L'analisi della tracimazione, con le onde indicate nel paragrafo 3.2, è stata eseguita con riferimento al primo braccio del sopraflutto che si sviluppa su fondali da 3 a 8 m, ed al secondo braccio su fondali variabili tra 8 e 10 m.

Il calcolo è stato fatto con il codice EuroTop, messo a punto con il progetto europeo di ricerca CLASH che permette di imputare i dati della geometria della diga, i dati della forzante ondosa, la tipologia di paramento (massi naturali, tetrapodi o core-loc) e restituendo i valori di tracimazione espressi in $m^3/s/m$ o in $l/s/m$.

Il programma di calcolo è stato applicato considerando le geometrie delle sezioni di tronco riportate sopra (in tetrapodi e in core-loc). A tali geometrie sono stati applicati diversi tipi di mantellata secondo la seguente tabella:

G:\PG022 - PRP di Termoli\Proposta_PRP\Consegna_Proposta_PRP_30_06_10\Rapporto D4_Ipotesi alternative_V02.doc	
PG022	
UST05 – Rev. 00	Pag. 41 di 65

	REGIONE MOLISE
	Piano Regolatore Portuale di Termoli e V.A.S.
	D.4 – IPOTESI ALTERNATIVE: LAYOUT PORTUALE, OTTIMIZZAZIONE OPERE DI DIFESA

Geometria sezione	Mantellata
sezione tipo in tetrapodi	Tetrapodi
	Antifer/cubi
	Naturali
sezione tipo in core-loc	Accropodi
	Core-loc

Trascurando delle piccole differenze di geometria che si avrebbero applicando mantellate coi diversi elementi.

In particolare per la sezione tipo in tetrapodi è stato fatto il calcolo con mantellata in tetrapodi, antifer e massi naturali; per la sezione in core-loc è stato considerato il caso di core-loc e accropodi. Il raffronto potrà essere utile in fase progettuale all'ottimizzazione della sezione in termini di geometria e in termini di scelta dalla tipologia di masso.

G:\PG022 - PRP di Termoli\Proposta_PRP\Consegna_Proposta_PRP_30_06_10\Rapporto D4_Ipotesi alternative_V02.doc	
PG022	
UST05 – Rev. 00	Pag. 42 di 65

tratto con fondale a -10 m s.l.m.m.		con onda calcolata a -10 m				
Onda		Tetrapodi	Antifer	Naturali	Accropodi	Core-loc
Tr (anni)	1	0.46	0.80	0.80	1.66	1.37
Hs (m)	3.7					
Ts (s)	7.5					
Tm-1,0 (s)	7.16					
alfa (°)	0					
Tr (anni)	10	2.09	3.54	3.54	11.60	9.50
Hs (m)	4.8					
Ts (s)	8.5					
Tm-1,0 (s)	8.11					
alfa (°)	0					
Tr (anni)	50	3.68	6.19	6.19	20.34	16.89
Hs (m)	5.5					
Ts (s)	8.90					
Tm-1,0 (s)	8.50					
alfa (°)	0					

tratto con fondale a -7.50 m s.l.m.m.		con onda calcolata a -7.50 m				
Onda		Tetrapodi	Antifer	Naturali	Accropodi	Core-loc
Tr (anni)	1	0.15	0.28	0.28	0.50	0.43
Hs (m)	2.9					
Ts (s)	7					
Tm-1,0 (s)	6.68					
alfa (°)	0					
Tr (anni)	10	0.61	1.08	1.08	2.44	1.98
Hs (m)	3.7					
Ts (s)	8.30					
Tm-1,0 (s)	7.92					
alfa (°)	0					
Tr (anni)	50	0.97	1.75	1.75	4.77	3.81
Hs (m)	3.9					
Ts (s)	8.90					
Tm-1,0 (s)	8.50					
alfa (°)	0					

Tab. 3.4 Valori di tracimazione calcolati con diversi tipi di mantellata

Dall'osservazione della Tab. 3.4 si nota che, con quote di coronamento e geometrie molto simili, i tetrapodi sono in grado di attenuare maggiormente l'energia del moto ondoso e quindi di limitare notevolmente la tracimazione. A seguire si trovano gli antifer e i massi naturali che hanno un comportamento molto simile, quindi i core-loc e infine gli

	REGIONE MOLISE
	Piano Regolatore Portuale di Termoli e V.A.S.
	D.4 – IPOTESI ALTERNATIVE: LAYOUT PORTUALE, OTTIMIZZAZIONE OPERE DI DIFESA

accropodi; questi ultimi due danno una tracimazione circa tre volte maggiore della tracimazione che possono avere i tetrapodi.

In termini assoluti i valori possono essere confrontati con gli standard che si hanno a disposizione nella letteratura internazionale:

Posto che i valori calcolati non sono in grado di compromettere le strutture i limiti indicati dal Coastal Engineering Manual e da altri, successivi ed autorevoli riferimenti, sono i seguenti:

□ **C.E.M.**

- pedoni - 0.03 l/s/m "uncomfortable but not dangerous" (spiacevole ma non pericoloso)
- veicoli - 0.02 l/s/m "unsafe driving at high speed" (pericoloso per veicoli in transito ad alta velocità).

□ **T. Bruce, J. Pearson, W. Allsop, P. Besley** (Coastal Structures Network Joint Seminar, Londra, marzo 2004):

- "promenade seawalls"
 - pedoni (non consapevoli): 0.03 l/s/m
 - persone esperte (consapevoli): 0.10 l/s/m
- "embankment seawalls"
 - persone esperte (consapevoli): 1.00 l/s/m

□ **Il "Wave Overtopping of Sea Defences and Related Structures – Assessment Manual"** (agosto 2007):

- pedoni - 0.10 l/s/m, da utilizzare come riferimento generale, per persone coscienti della possibile tracimazione, che abbiano una chiara visione del mare, non facilmente impressionabili, disposte a bagnarsi, in presenza di spazi sufficientemente ampi. (Un limite più basso – di 0.03 l/s/m – può essere preso in esame per condizioni definite come "non usuali", quando i pedoni non abbiano una chiara visione delle onde in arrivo, possano essere facilmente turbati o spaventati o non siano vestiti in maniera da non bagnarsi, si trovino in passaggi ristretti o a rischio di inciampare o cadere);

G:\PG022 - PRP di Termoli\Proposta_PRP\Consegna_Proposta_PRP_30_06_10\Rapporto D4_Ipotesi alternative_V02.doc	
PG022	
UST05 – Rev. 00	Pag. 44 di 65

	REGIONE MOLISE
	Piano Regolatore Portuale di Termoli e V.A.S.
	D.4 – IPOTESI ALTERNATIVE: LAYOUT PORTUALE, OTTIMIZZAZIONE OPERE DI DIFESA

- 1.00 +10.00 l/s/m, per persone esperte, ben coperte e protette, coscienti di potersi bagnare e senza pericolo di cadere, in assenza di getti d'acqua ricadenti;
- veicoli - 0.01+0.05 l/s/m, per veicoli in transito a velocità moderata o elevata, in zone soggette a tracimazione impulsiva, con getti d'acqua ricadenti o di alta velocità;
- 10.00 +50.00 l/s/m, per veicoli in transito a bassa velocità, in presenza di flussi d'acqua tracimanti ciclici e di bassa altezza, in assenza di getti ricadenti.

Quest'ultimo Manuale fornisce inoltre numerose ulteriori indicazioni circa i massimi volumi di tracimazione (l/m) accettabili anche in relazione ad altri possibili utilizzi ed opere (imbarcazioni, strutture, impianti, etc.) presenti nella zona interessata dalla tracimazione, nonché alle prevedibili modalità (getti), alla distanza di ricaduta, etc. della tracimazione.

Confrontando i valori limite forniti dal manuale "wave overtopping" con quelli calcolati è evidente che i tratti banchinati dovranno essere soggetti a delle restrizioni in caso di forti mareggiate. Tali restrizioni non si riferiranno tuttavia ad addetti ai lavori (personale "esperto").

3.3.3. Conclusioni

Per il molo di sopraflutto appare preferibile, dal punto di vista operativo – ed anche ambientale – una mantellata in tetrapodi che richiede un minore quantitativo di materiali di cava. In particolare con la sezione in tetrapodi si utilizzano circa 630 t/m di materiale di cava mentre per la sezione in core-loc ne sono necessari 760 t/m (circa il 20% in più).

Per contro la sezione in core-loc necessita di un minore volume di calcestruzzo, ovvero 46 m³/m contro 69 m³/m necessari per i tetrapodi (circa il 33% in meno).

Il numero di elementi da mettere in opera per metro di diga è di 5.8 core-loc e 5.2 tetrapodi, con una differenza del 10% circa a favore dei tetrapodi.

La sezione in tetrapodi è preferibile anche dal punto di vista della tracimazione che, come si è visto nel precedente paragrafo, risulta essere minimizzata con l'adozione di

G:\PG022 - PRP di Termoli\Proposta_PRP\Consegna_Proposta_PRP_30_06_10\Rapporto D4_Ipotesi alternative_V02.doc	
PG022	
UST05 – Rev. 00	Pag. 45 di 65

	REGIONE MOLISE
	Piano Regolatore Portuale di Termoli e V.A.S.
	D.4 – IPOTESI ALTERNATIVE: LAYOUT PORTUALE, OTTIMIZZAZIONE OPERE DI DIFESA

tali elementi. In ogni caso anche la sezione in core-loc permette una tracimazione ancora all'interno dei limiti fissati in letteratura.

Dal punto di vista economico, facendo riferimento al prezziario della Regione Molise del 2005 per i materiali di cava la sezione in core-loc risulta essere più economica del 4-5% rispetto alla sezione in tetrapodi.

Il conto a livello parametrico è stato fatto considerando una sezione tipo non banchinata alla profondità di 10 m ottenendo i seguenti costi:

➤ tetrapodi:	materiali di cava	8.780 €/m
	elementi artificiali	7.040 €/m
	masso e muro	<u>2.000 €/m</u>
	totale	17.820 €/m
➤ core-loc:	materiali di cava	10.170 €/m
	elementi artificiali	4.770 €/m
	masso e muro	<u>2.080 €/m</u>
	totale	17.020 €/m

N.B. per quanto riguarda i prezzi degli elementi artificiali è stato usato il prezzo di 134 €/m³ per i tetrapodi e di 165 €/m³ per i core-loc rilevati dal prezziario della Regione Lazio del 2007. Il maggiore prezzo dei core-loc dipende anche dal fatto che questi elementi sono coperti da brevetto (i tetrapodi non lo sono più da tempo) e quindi devono essere corrisposte royalties per il loro impiego.

In definitiva le due soluzioni – nelle ipotesi fatte in particolare circa il costo unitario degli elementi prefabbricati – hanno un costo sostanzialmente equivalente, con tuttavia un vantaggio non trascurabile a favore dei core-loc, che potrebbe ulteriormente accentuarsi qualora si riducesse la forbice tra i prezzi unitari.

3.4. Molo di sottoflutto

Il molo di sottoflutto è radicato a riva e presenta due bracci inclinati tra loro di 140°. Il primo braccio è lungo 750 m ed è orientato per 80°N, il secondo è lungo circa 270m e orientato per 40°N. Il tratto di raccordo è lungo 190m ed ha un raggio di curvatura di circa 215m.

G:\PG022 - PRP di Termoli\Proposta_PRP\Consegna_Proposta_PRP_30_06_10\Rapporto D4_Ipotesi alternative_V02.doc	
PG022	
UST05 – Rev. 00	Pag. 46 di 65

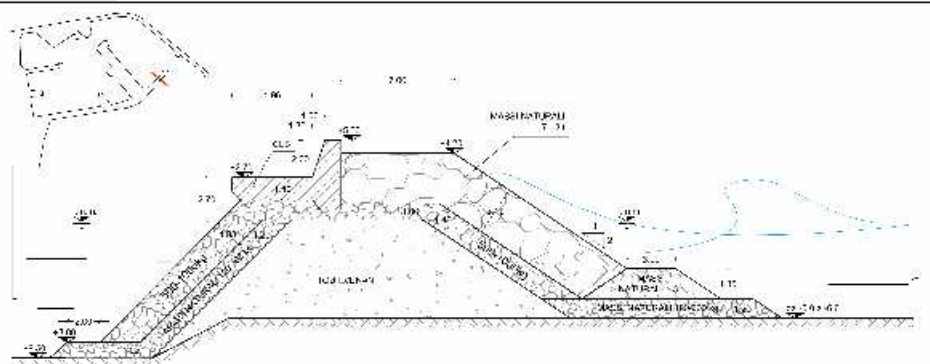


Fig. 3.6 Sezione tipica del sottofutto nel tratto terminale

	REGIONE MOLISE
	Piano Regolatore Portuale di Termoli e V.A.S.
	D.4 – IPOTESI ALTERNATIVE: LAYOUT PORTUALE, OTTIMIZZAZIONE OPERE DI DIFESA

4. ALTRE OPERE MARITTIME

4.1. Opere ed interventi considerati

Il completamento del porto all'interno delle opere foranee comporta la realizzazione di ulteriori opere marittime e l'adeguamento o il salpamento di alcune delle esistenti. Nel seguito si forniscono alcune indicazioni al riguardo.

Le principali **nuove opere** da realizzare, escludendo le opere minori quali i pontili del porto turistico, sono:

1. Banchina di riva sud;
2. Banchinamento interno del nuovo sottoflutto;
3. Sporgente trapezoidale radicato al nuovo sottoflutto;
4. Sporgente centrale di raccordo tra il nuovo sottoflutto e l'attuale molo martello;

Gli **adeguamenti** sono:

1. Banchinamento lato sud-ovest del nuovo sporgente centrale;
2. Banchinamento del lato nord-est del nuovo sporgente centrale e di parte dell'attuale molo.

I **salpamenti** sono:

1. Demolizione di parte del molo martello per la realizzazione del nuovo varco per l'accesso al porto interno;
2. Salpamento di parte del molo di sottoflutto del porto turistico esistente.

Vengono inoltre (punto 4.5) fornite indicazioni circa l'impianto per il ricircolo e la vivificazione delle acque.

4.2. Banchine

Per quanto riguarda i banchinamenti la tipologia di opera più adeguata sarà da scegliere in fase di progettazione sulla base dei risultati delle analisi geognostiche da eseguire ad hoc.

G:\PG022 - PRP di Termoli\Proposta_PRP\Consegna_Proposta_PRP_30_06_10\Rapporto D4_Ipotesi alternative_V02.doc	
PG022	
UST05 – Rev. 00	Pag. 49 di 65

	REGIONE MOLISE
	Piano Regolatore Portuale di Termoli e V.A.S.
	D.4 – IPOTESI ALTERNATIVE: LAYOUT PORTUALE, OTTIMIZZAZIONE OPERE DI DIFESA

In termini generali dovranno essere tenute in considerazione le indicazioni fornite dallo studio dell'agitazione interna per quanto riguarda il coefficiente di riflessione (cfr elaborato D.2).

L'abbassamento del coefficiente di riflessione potrà essere ottenuto con la realizzazione di una banchina a giorno, come indicato nel lato interno del molo di sopraflutto (vedi capitolo precedente) oppure con l'inserimento di una cella antiriflettente.

Nel seguito si forniscono esempi di banchine "a giorno" che potrebbero essere adottate – in alternativa ad altre possibili soluzioni anch'esse illustrate in appendice se complessivamente preferibili tecnicamente ed economicamente – per le banchine del nuovo sporgente centrale.

Le banchine dovranno essere dotate di cunicolo per impianti o di eventuale predisposizione per il passaggio dei servizi tecnologici, di arredi per l'ormeggio, illuminazione etc.

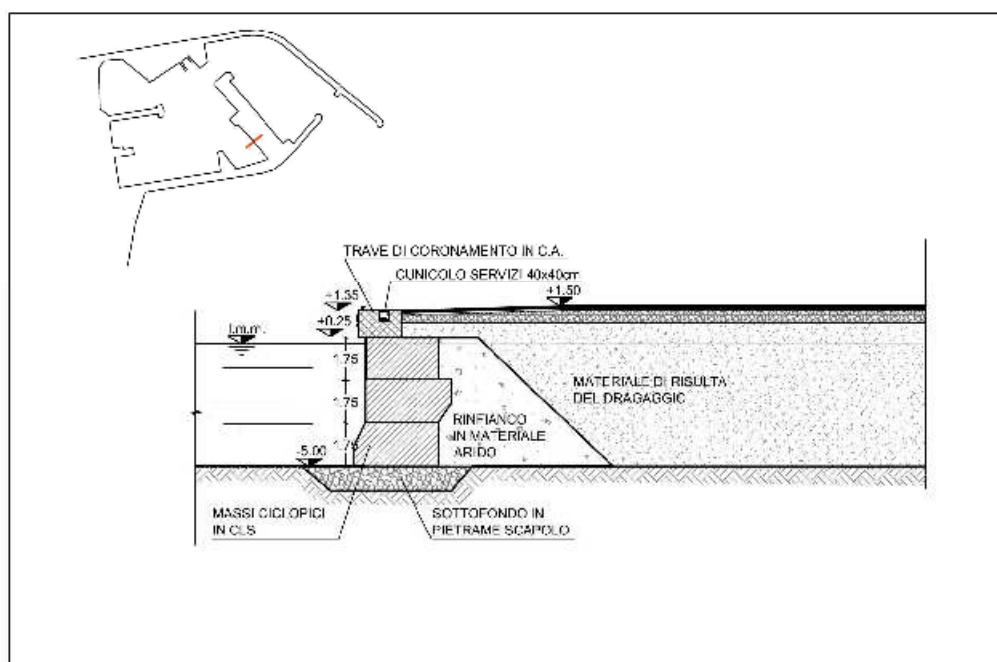


Fig. 4.1 Sezione tipica di banchina "a giorno" nella darsena interna del porto

G:\PG022 - PRP di Termoli\Proposta_PRP\Consegna_Proposta_PRP_30_06_10\Rapporto D4_Ipotesi alternative_V02.doc	
PG022	
UST05 – Rev. 00	Pag. 50 di 65

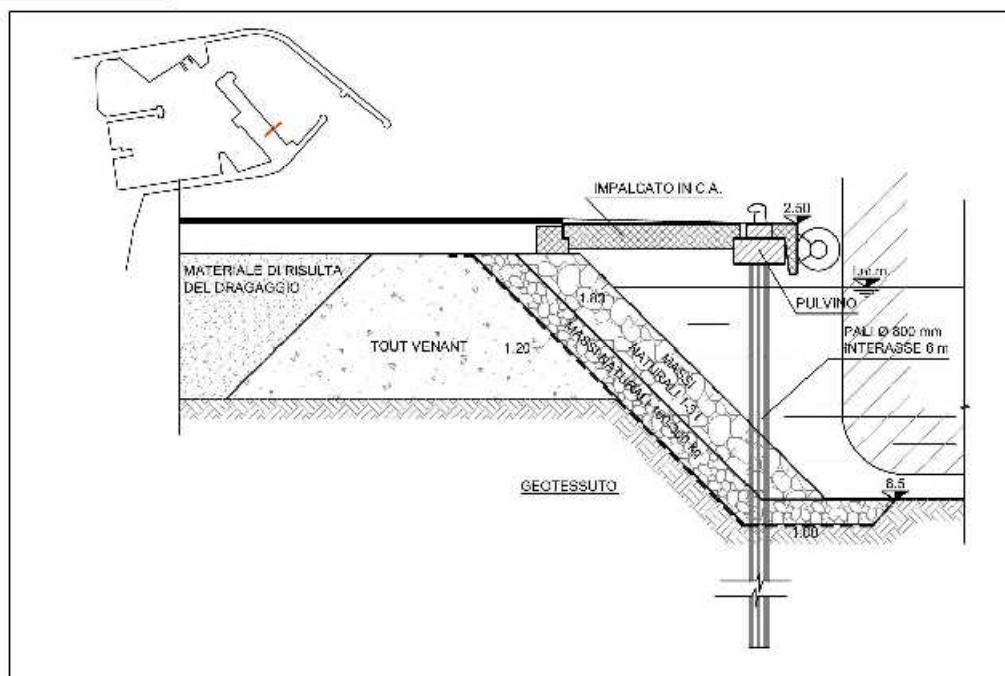


Fig. 4.2 Sezione tipica di banchina “a giorno” nell’avamporto

4.3. Demolizioni - Salpamenti

La demolizione di parte del molo martello per la realizzazione del nuovo varco dovrà prevedere adeguate opere provvisorie che non compromettano la stabilità delle parti limitrofe.

4.4. Dragaggi

Data la natura dei fondali prevalentemente sabbiosi-limosi, i dragaggi potranno essere effettuati con draga aspirante-refluente che permette di ottimizzare i tempi di esecuzione evitando eccessivi intorbidimenti del paraggio.

4.5. Impianto di ricircolo delle acque

Data la particolare conformazione dello specchio acqueo più interno appare opportuna la realizzazione di un impianto di ricircolo delle acque.

	REGIONE MOLISE
	Piano Regolatore Portuale di Termoli e V.A.S.
	D.4 – IPOTESI ALTERNATIVE: LAYOUT PORTUALE, OTTIMIZZAZIONE OPERE DI DIFESA

In generale è buona norma considerare un ricambio totale dell'acqua del bacino in una settimana. Pertanto considerando l'area del bacino interno pari a circa 350'000 m² con una profondità di 5 m si ha necessità di ricambio di 1'750'000 m³ ogni 7 giorni ovvero circa 2.5-3.0 m³/s.

Il sistema di pompaggio con pompe adatte al sollevamento di grandi portate con basse prevalenze potrà seguire un idoneo programma di operativo lavorando maggiormente durante le stagioni calde, quando è più facile che si inneschino processi di eutrofizzazione, ed eventualmente venire programmato per il funzionamento durante la fase di riflusso della marea onde ottimizzare il processo di ricambio.

I sistemi di pompaggio potrebbero essere installati, salvo diverse indicazioni che potranno derivare da uno studio modellistico mirato all'ottimizzazione dell'impianto, alla radice del molo nord e alla radice del molo sud.

G:\PG022 - PRP di Termoli\Proposta_PRP\Consegna_Proposta_PRP_30_06_10\Rapporto D4_Ipotesi alternative_V02.doc	
PG022	
UST05 – Rev. 00	Pag. 52 di 65

	REGIONE MOLISE
	Piano Regolatore Portuale di Termoli e V.A.S.
	D.4 – IPOTESI ALTERNATIVE: LAYOUT PORTUALE, OTTIMIZZAZIONE OPERE DI DIFESA

5. RIFERIMENTI

- [1] **"Affidamento del servizio di redazione del Piano Regolatore e successiva progettazione preliminare delle opere di completamento del Porto di Termoli (CB) – LINEE GUIDA"**
(Regione Molise, ottobre 2007)
- [2] **"Sistema portuale ed intermodale di Termoli"** doc. RZ.00.00 rev. 001
(Italferr, Erregi)
- [3] **"Studio di fattibilità per il collegamento marittimo veloce tra il porto di Termoli e la Croazia – Porta ad Est"**
(D'Appolonia, Marconsult, G&G Engineering; maggio 2006)
- [4] **"Studio specialistico relativo all'erosione marina sulla intera costa della Regione Molise"**
(E. Benassai, G. Benassai, E. Storto, E. Sansone, G. Budillon, M. De Stefano; luglio 2001)
- [5] **"Studi specialistici per il PRP di Termoli e per la difesa della costa Molisana"**
(Medingegneria; ottobre 2002)
- [6] **"La dinamica della costa Molisana"**
(Università degli Studi del Molise – DI.S.T.A.T., C.M. Roskopf. Elaborati e studi diversi)
- [7] **"Escavo dei fondali marini nel porto di Termoli. Progetto definitivo"**
(Provincia di Campobasso; ottobre 2005)

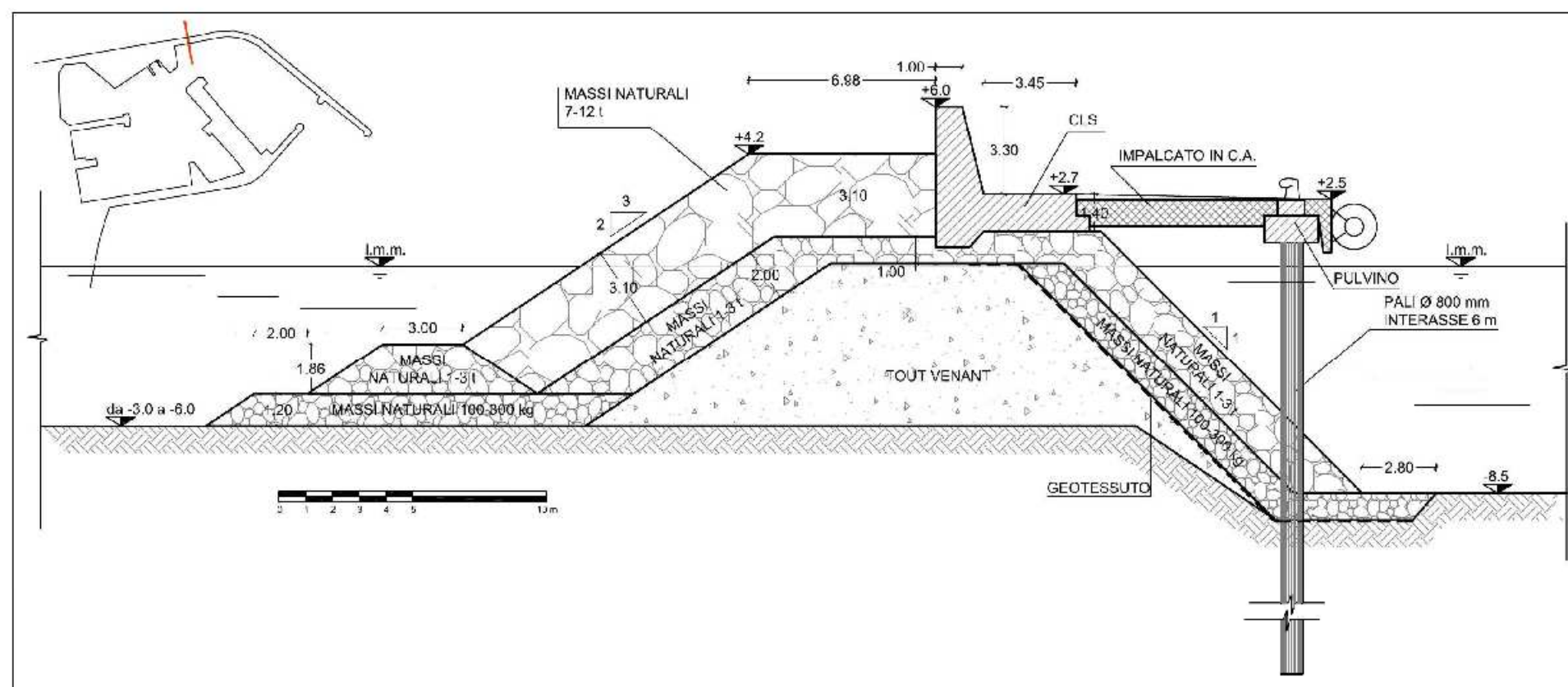
G:\PG022 - PRP di Termoli\Proposta_PRP\Consegna_Proposta_PRP_30_06_10\Rapporto D4_Ipotesi alternative_v02.doc	
PG022	
UST05 – Rev. 00	Pag. 53 di 65

	REGIONE MOLISE
	Piano Regolatore Portuale di Termoli e V.A.S.
	D.4 – IPOTESI ALTERNATIVE: LAYOUT PORTUALE, OTTIMIZZAZIONE OPERE DI DIFESA

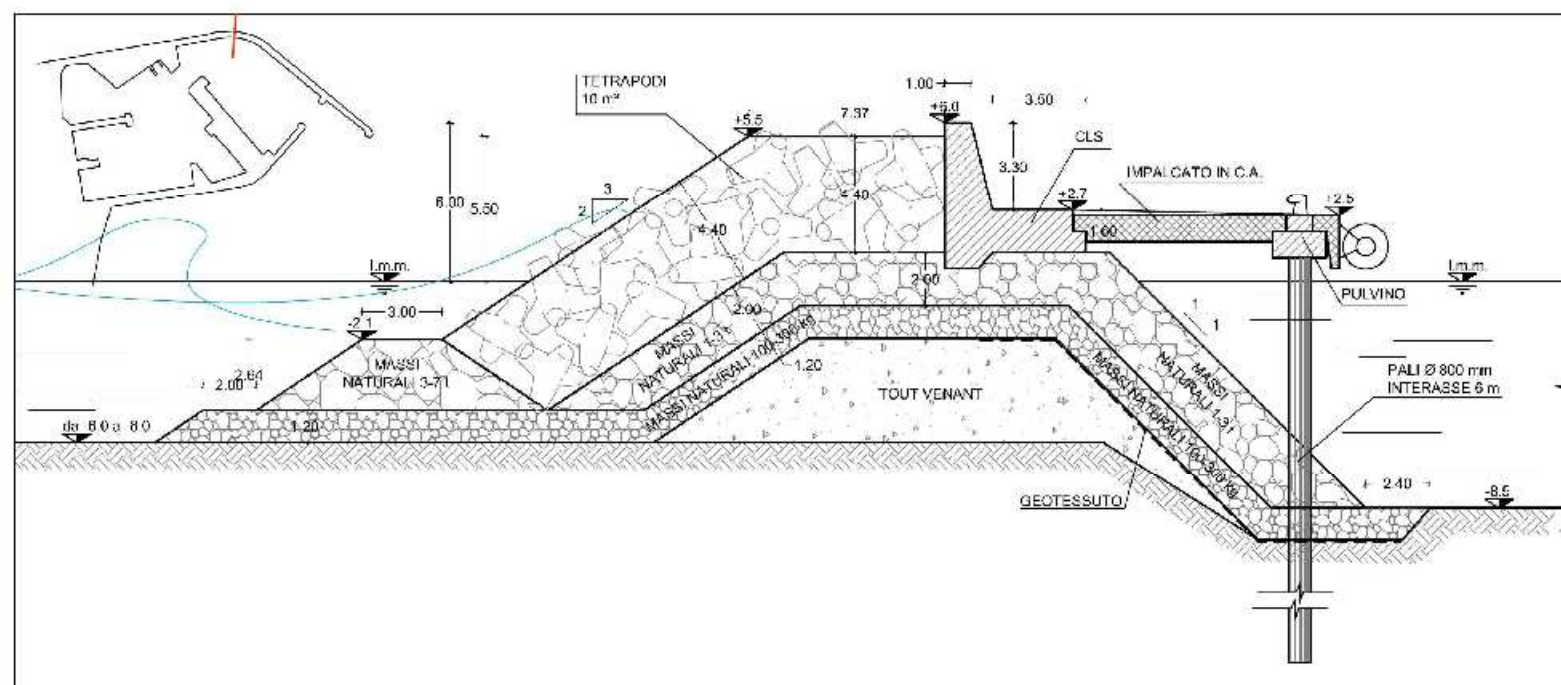
APPENDICE

SEZIONI TIPICHE DI OPERE DI DIFESA E BANCHINE DI DIVERSE TIPOLOGIE ALTERNATIVE

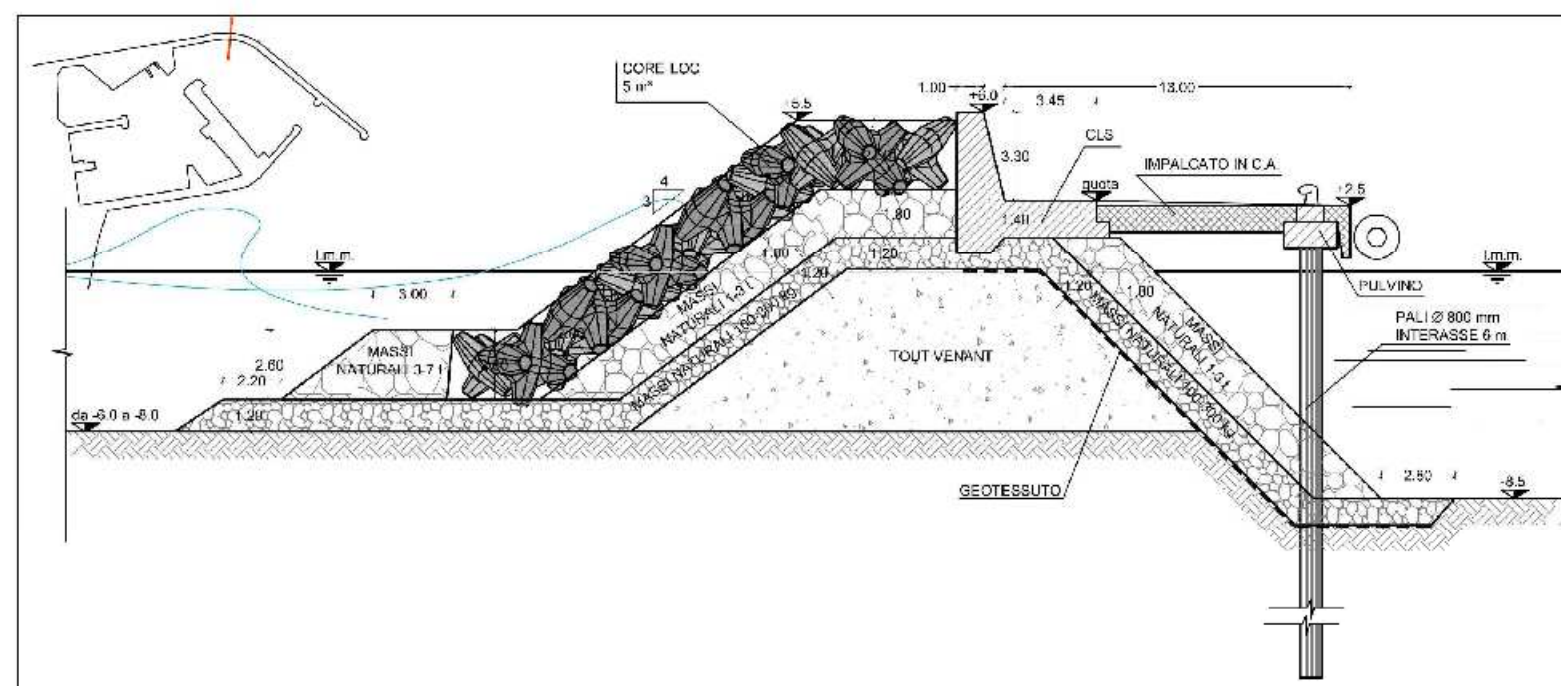
G:\PG022 - PRP di Termoli\Proposta_PRP\Consegna_Proposta_PRP_30_06_10\Rapporto D4_Ipotesi alternative_v02.doc	
PG022	
UST05 – Rev. 00	Pag. 54 di 65



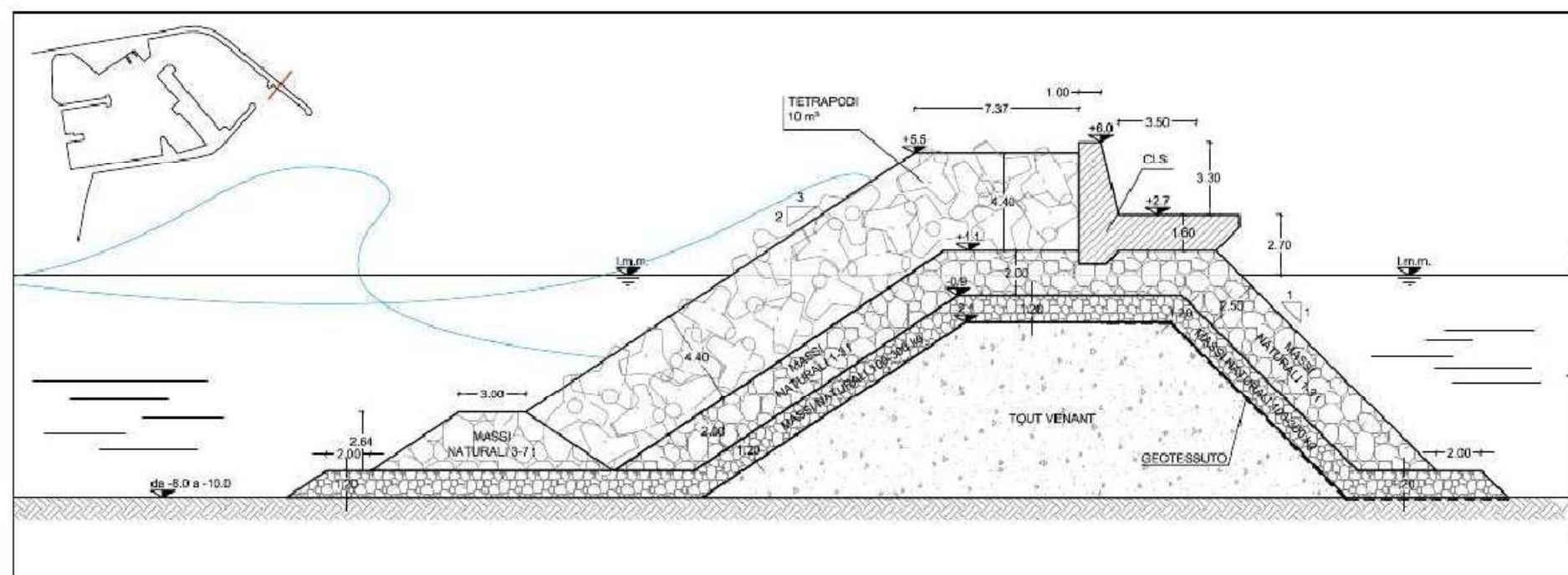
N1 – Sezione tipo del molo sopraflutto con paramento esterno in scogliera di massi naturali (tratto iniziale su fondali limitati)



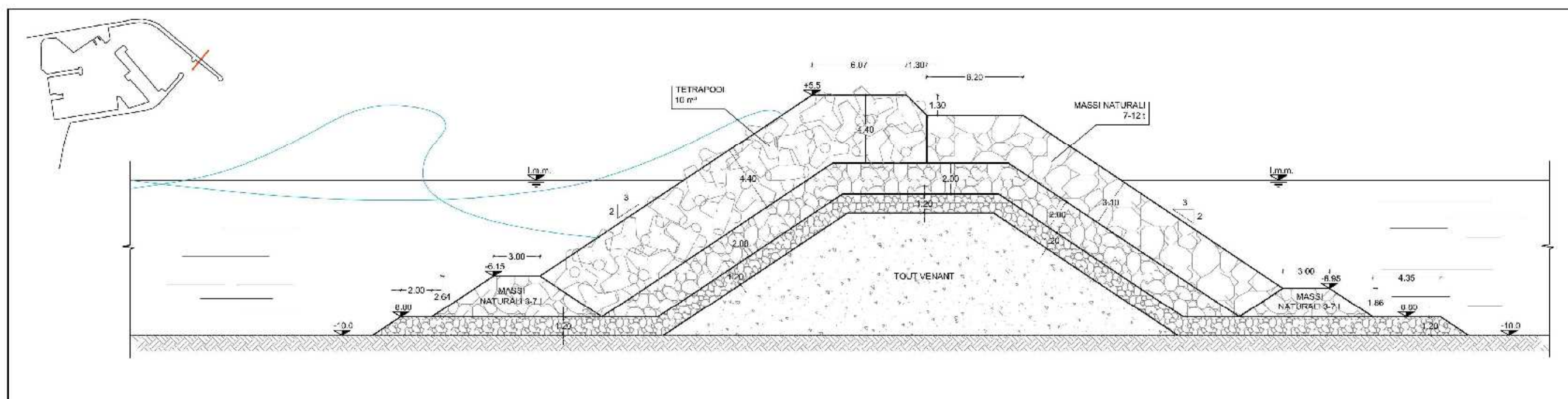
NT2 – Sezione tipo del molo sopraflutto con paramento esterno in tetrapodi (primo tratto)



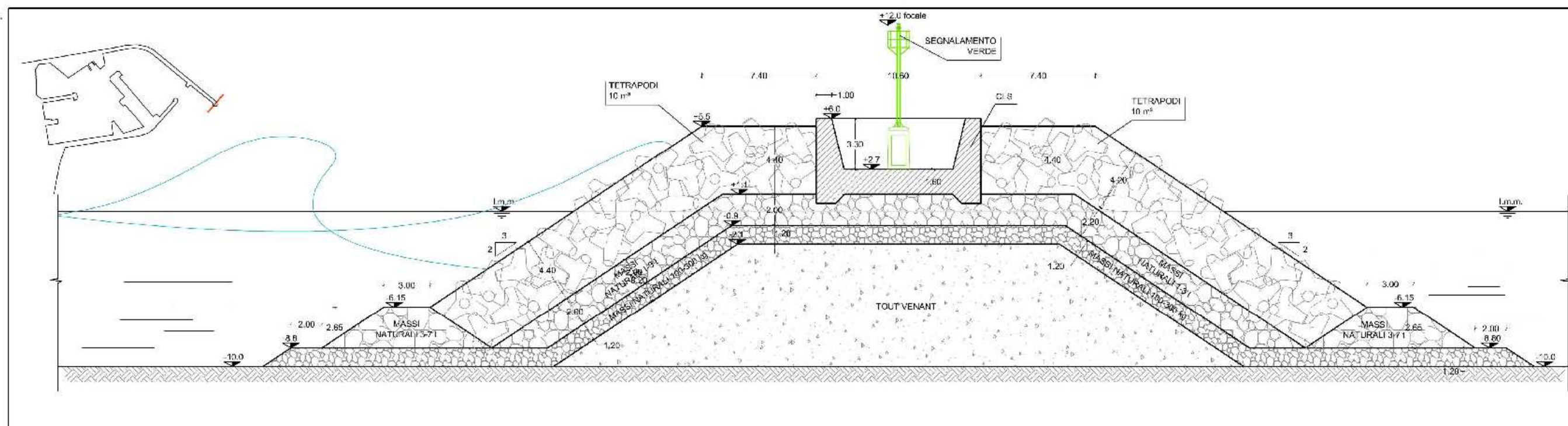
NCL2 – Sezione tipo del molo sopraflutto con paramento esterno in Core-loc (tratto banchinato)



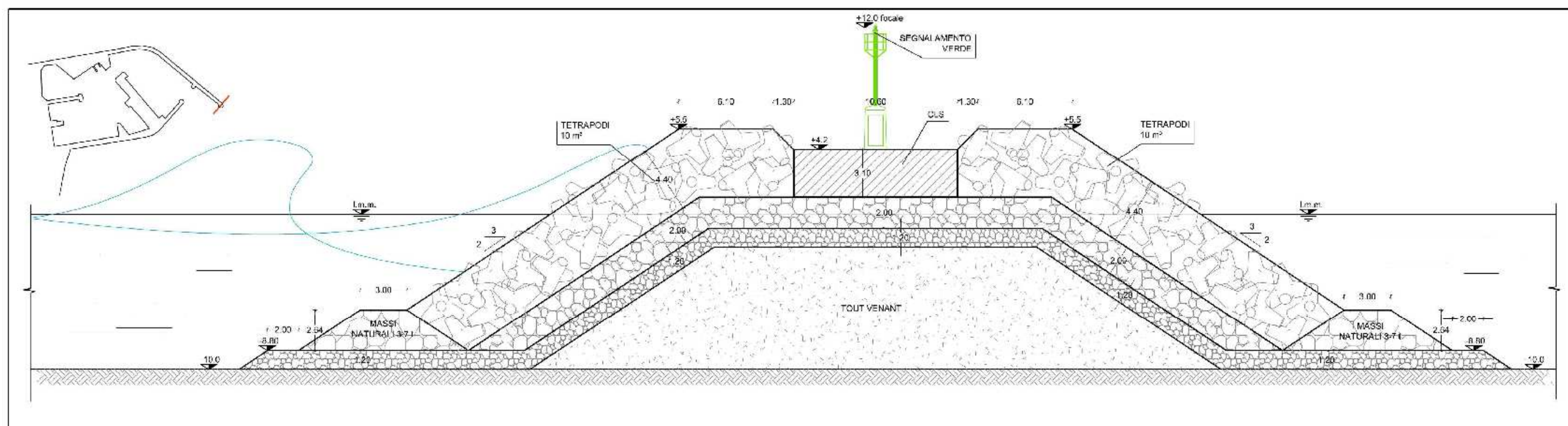
NT4a – Sezione tipo della parte terminale del molo sopraflutto in tetrapodi con muro paraonde



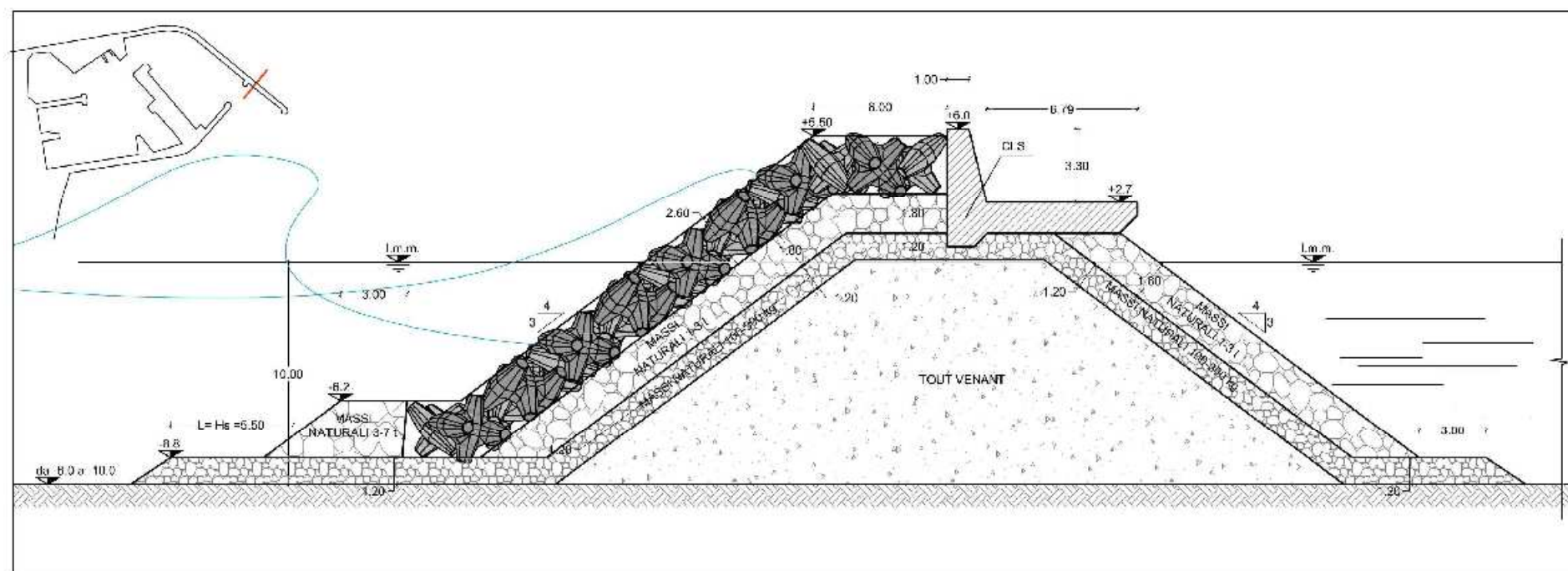
NT4b – Sezione tipo della parte terminale del molo sopraflutto in tetrapodi con paramento esterno in tetrapodi



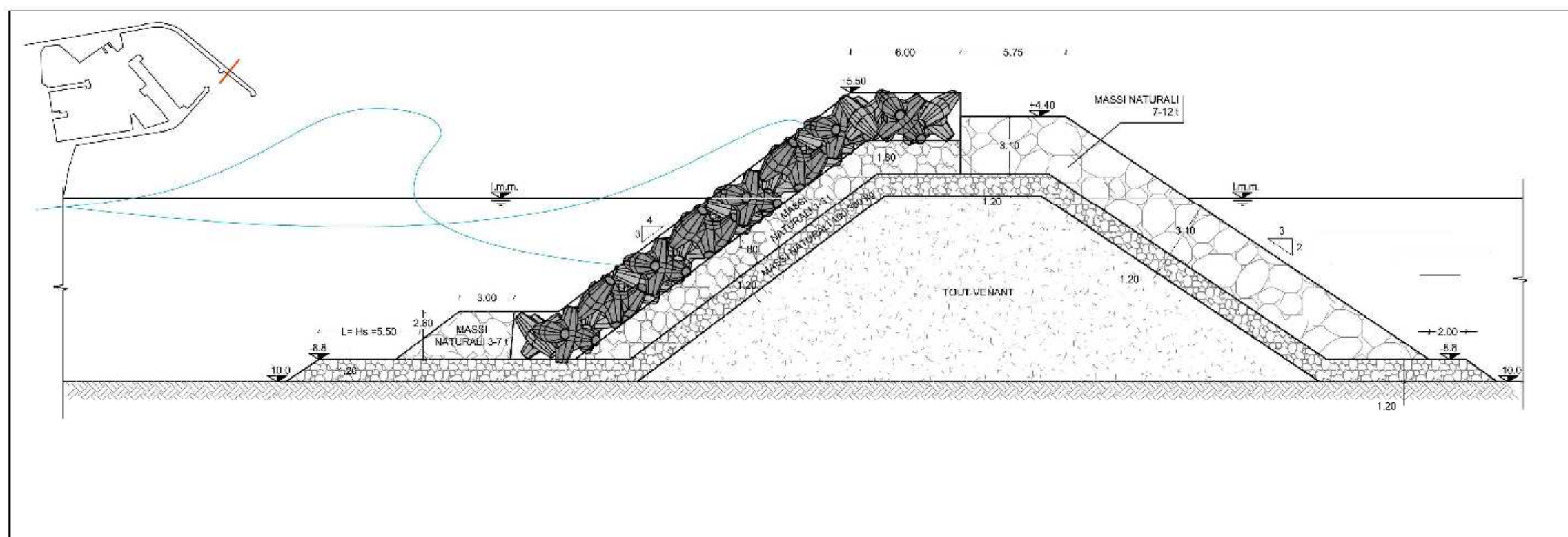
NT5a – Sezione della testata del molo sopraflutto in tetrapodi con muro paraonde



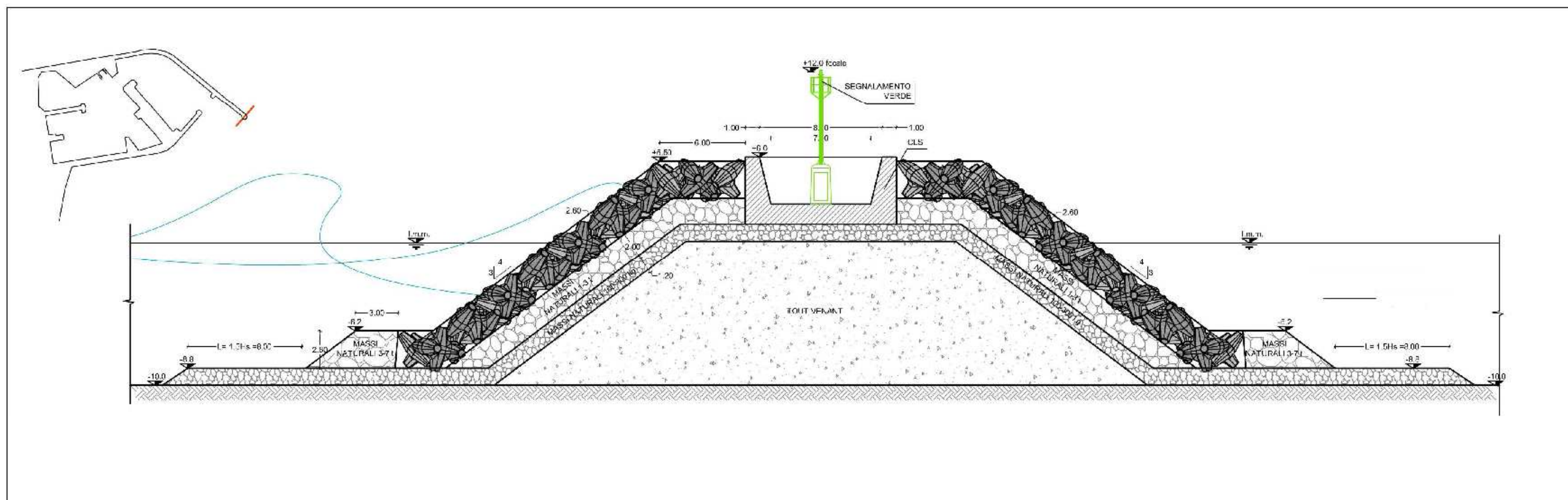
NT5b – Sezione della testata del molo sopraflutto in tetrapodi senza muro paraonde



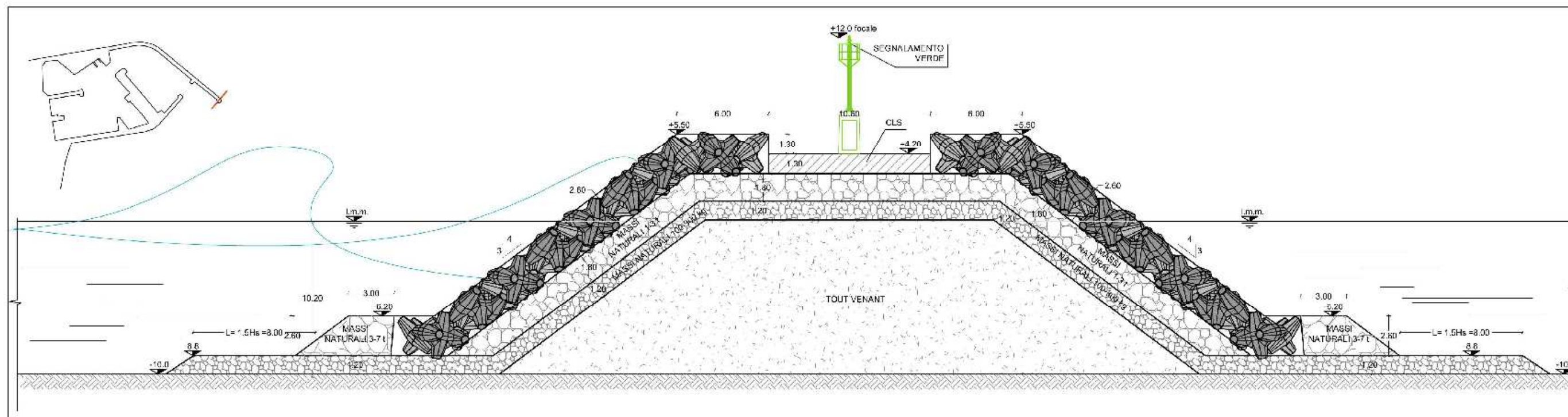
NCL4a – Sezione tipo del molo sopraflutto in core-loc con muro paraonde



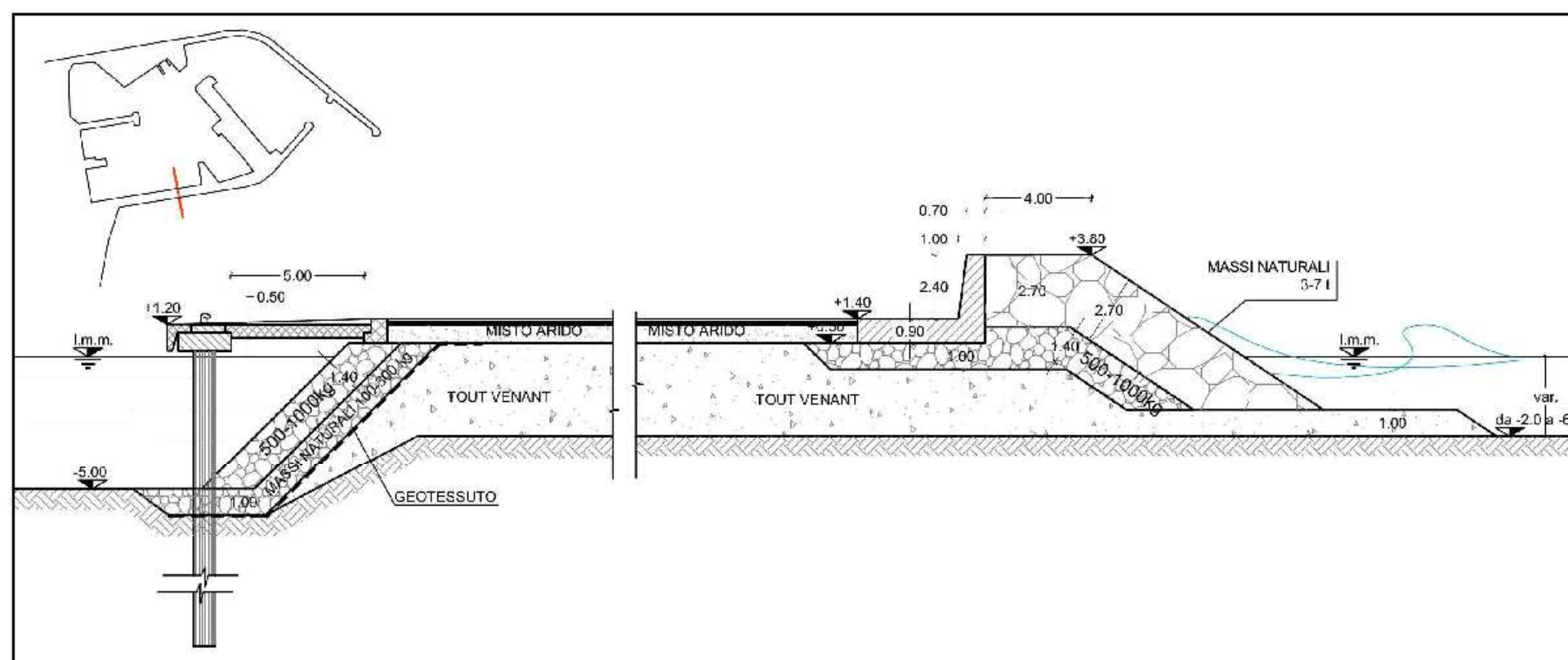
NCL4b – Sezione tipo del molo sopraflutto in core-loc con paramento interno in scogli sena muro paraonde



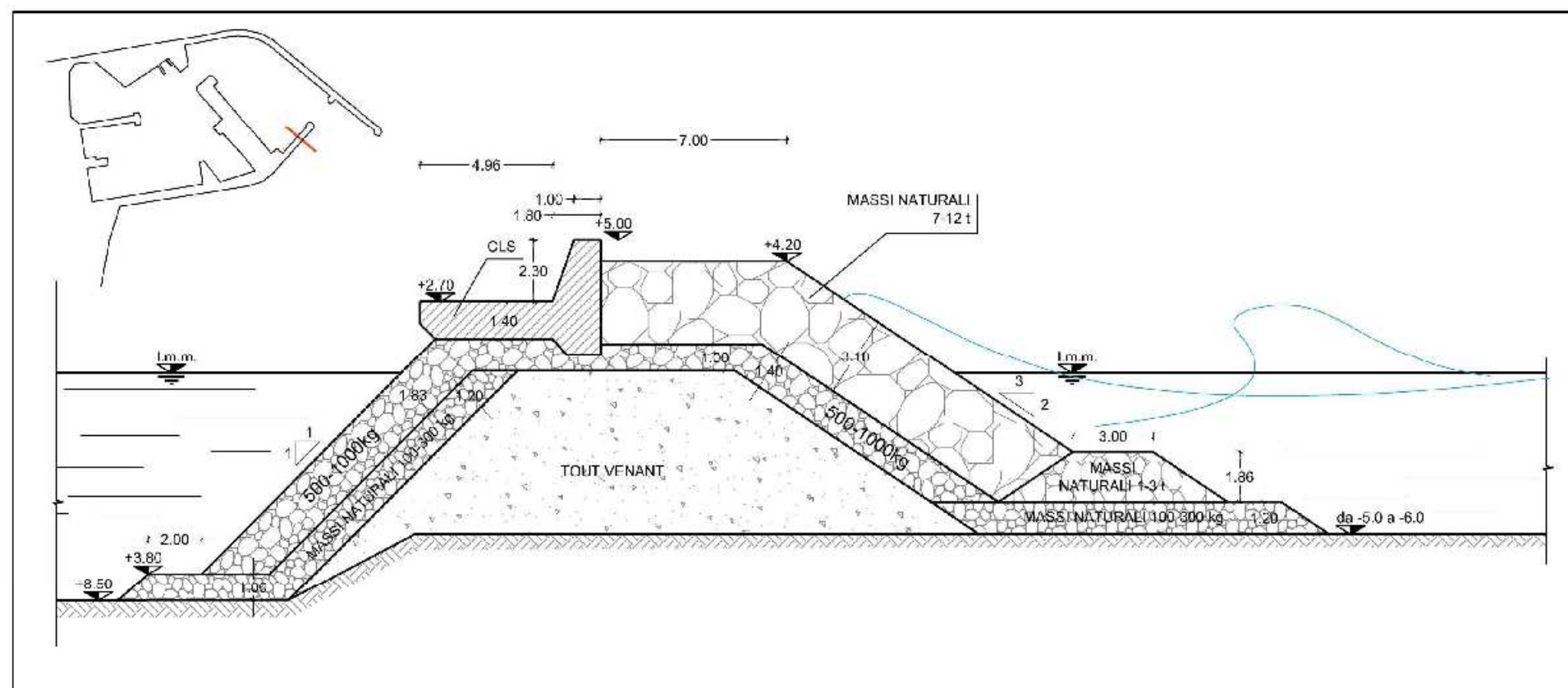
NCL 5a – Sezione della testata del molo sopraflutto in core-loc con muro paraonde



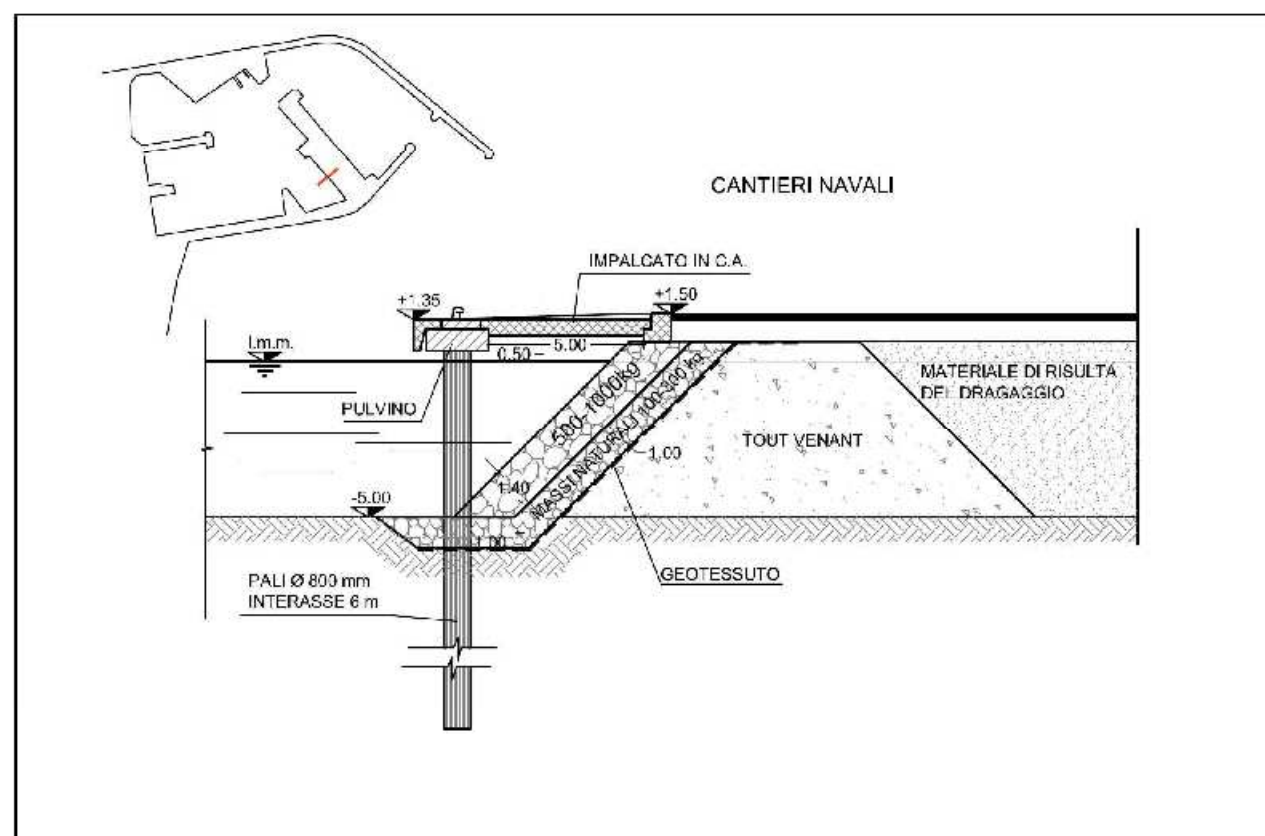
NCL5b – Sezione della testata del molo sopraflutto in core-loc senza muro paraonde



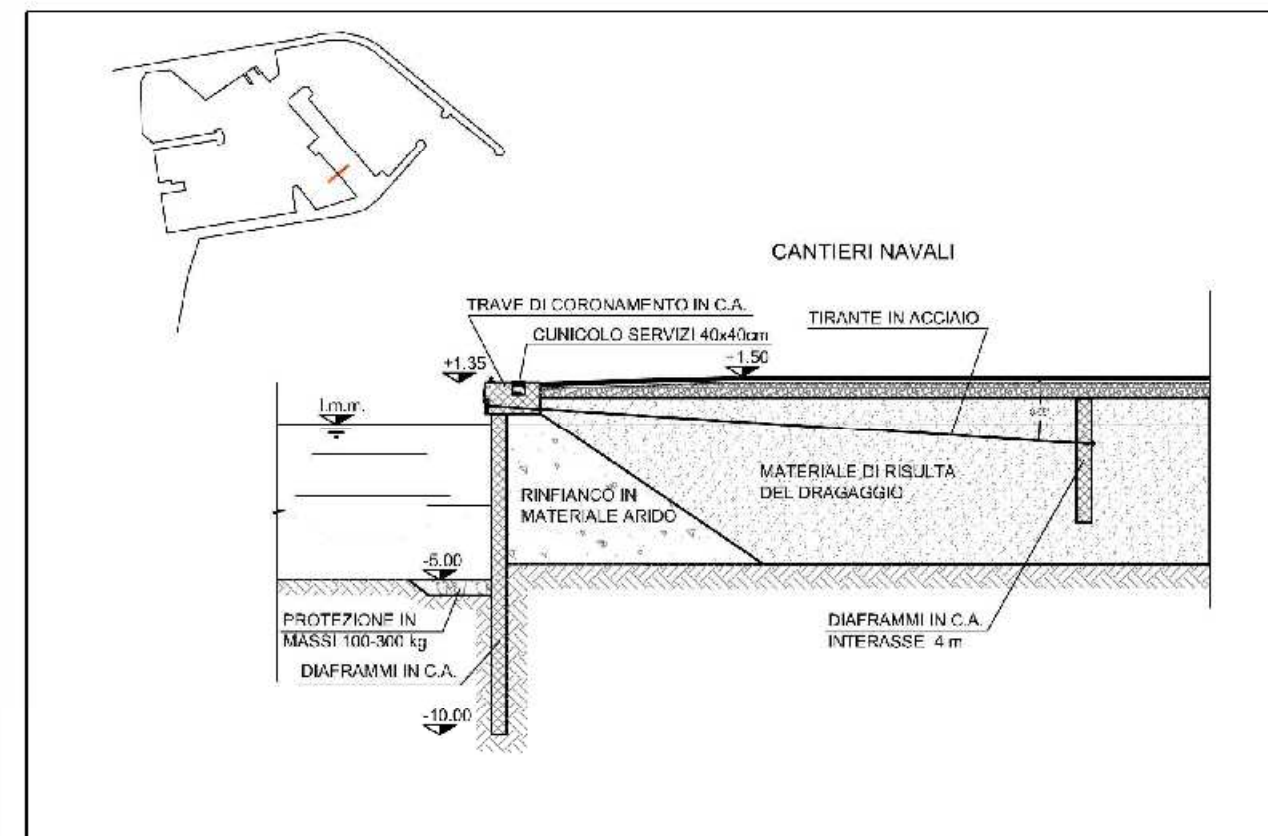
S1 – Sezione tipo del primo braccio del molo sottoflutto



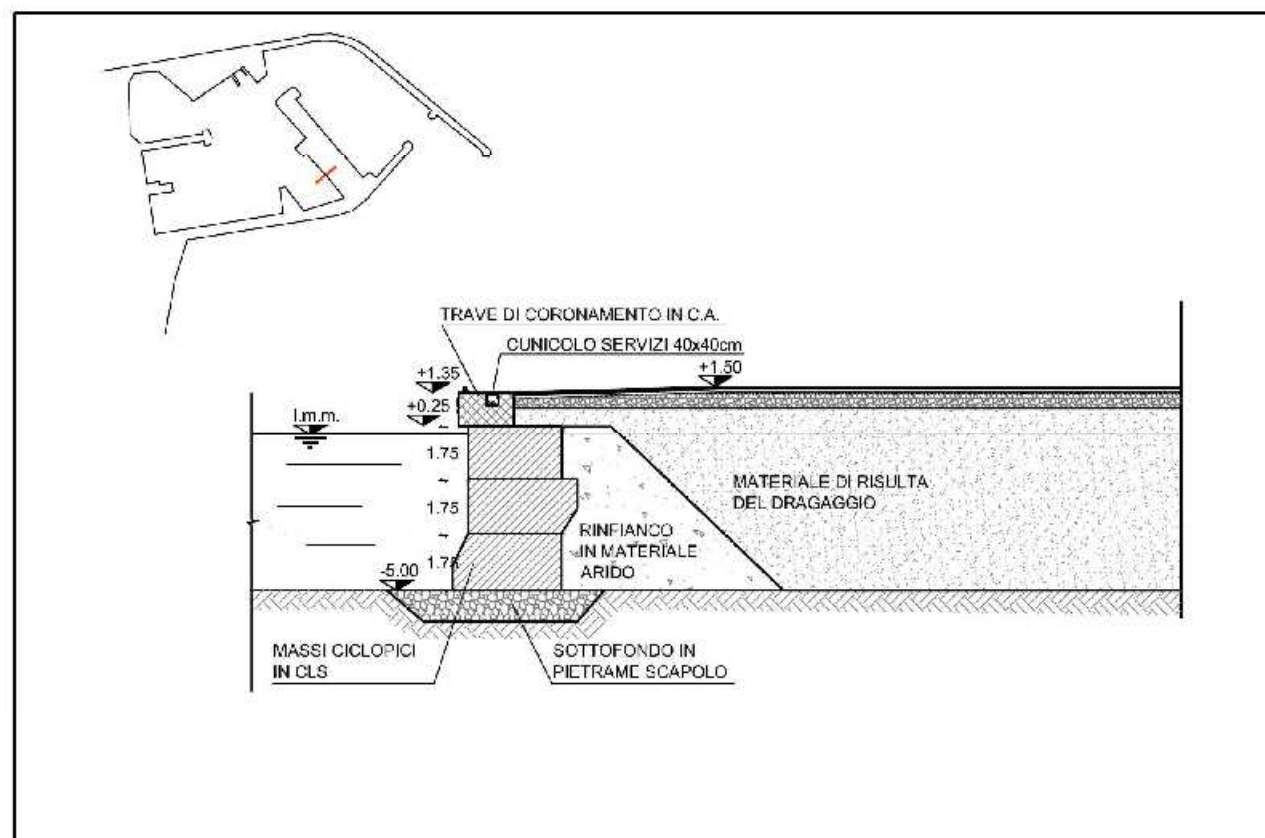
S2 – Sezione tipo del molo sottoflutto nel tratto terminale



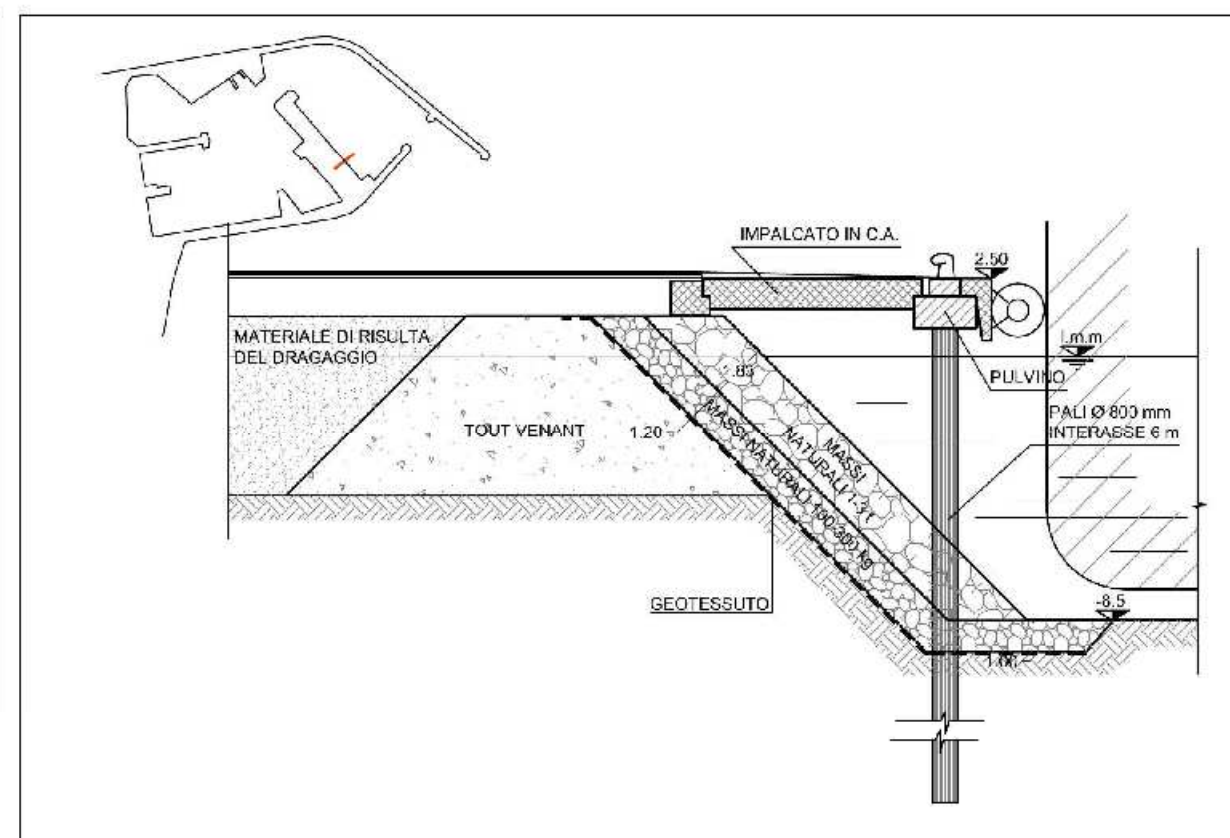
B1a – Sezione tipo banchina a giorno nella darsena interna del porto



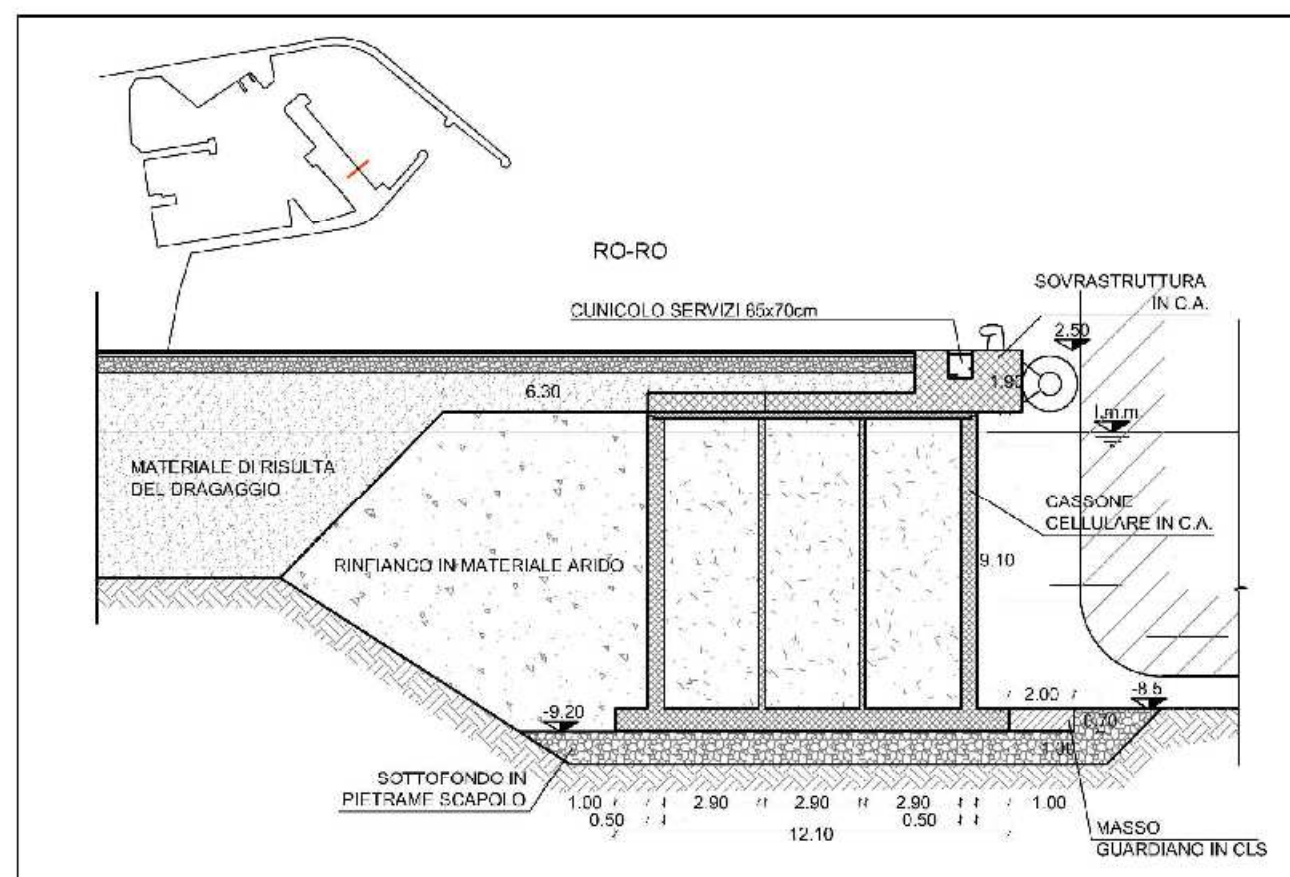
B1b – Sezione tipo banchina a diaframmi nella darsena interna del porto



B1c – Sezione tipo banchina a massi sovrapposti nella darsena interna del porto



B2a – Sezione tipo banchina a giorno nella zona dell'avamporto



B2b – Sezione tipo banchina a cassoni nella zona dell'avamposto