



Il Sindaco del Comune di Messina

Commissario Delegato ex O.P.C.M. n. 3721 del 19 Dicembre 2008

ENTE APPALTANTE

Commissario Delegato per l'Emergenza Traffico a Messina ex OPCM 3633/07 e successive, con sede presso il Comune di Messina, Piazza Unione Europea, 98100 Messina

A.T.I. IMPRESE



Nuova CO.ED.MAR Srl
Via Banchina F - Val da Rio
30015 Chioggia (VE)



CONSORZIO COOPERATIVE COSTRUZIONI

Consorzio Cooperative Costruzioni
CCC Società Cooperativa
Via Marco Emilio Lepido, 182/2
40132 Bologna

PROGETTAZIONE



favero&milan ingegneria

30035 Mirano (VE)
Viale Belvedere 8/10
www.favero-milan.com

Tel. +39 041 5785 711
Fax +39 041 4355 933
fm@favero-milan.com



20143 Milano
Viale Cassala, 11

Tel. +39 02 8942 2685
Fax +39 02 8942 5133
mail@idrotec-ingegneria.it

Ing. Vincenzo Iacopino

Viale Regina Elena, 125 - Messina

Studio Tecnico Falzea

Via 1° Settembre, 37 - Messina

Arch. Claudio Lucchesi

Via Roma, 117 - Pace del Mela (ME)

Ing. Manlio Marino

Via Placida, 6 - Messina

Dott. Geol. Sergio Dolfin

Via Marina, 4 - Torre Faro (ME)

PROGETTO

**COMUNE DI MESSINA
LAVORI DI COSTRUZIONE DELLA PIATTAFORMA
LOGISTICA INTERMODALE TREMESTIERI CON ANNESSO
SCALO PORTUALE - PRIMO STRALCIO FUNZIONALE**

EMISSIONE

PROGETTO DEFINITIVO

TITOLO

**PARTE GENERALE
RELAZIONE DESCRITTIVA**

REV.	DATA	FILE	OGGETTO	DIS.	APPR.
a	-	-	-	-	-
b					
c					
d					
e					

ELABORATO N.

G797FMAR002

DATA: 20/05/2010	SCALA: -	FILE: G797FMAR002.doc
J.N. G797/10	DISEGNATO T.T.	APPROVATO T.T.

Indice Generale

1	PREMESSA.....	2
1.1	INTRODUZIONE	2
1.2	SINTESI ELEMENTI QUALIFICANTI.....	2
2	CRITERI PROGETTUALI.....	5
2.1	SCelta DELLE TIPOLOGIE STRUTTURALI	5
2.2	OPERE A SCOGLIERA	5
2.2.1	Tratto a difesa del piazzale sud	5
2.2.2	Tratto nord del bacino ed area antistante il molo del porto esistente	6
2.3	MOLO DI SOPRAFLUTTO.....	6
2.4	BANCHINE DI RIVA	8
2.5	INTERVENTI DI RIPASCIMENTO DEL LITORALE.....	9
2.6	OPERE DI REGIMAZIONE DEI CORSI D'ACQUA GRAVANTI SUL PORTO.....	10
2.7	VIABILITA'	11
2.8	PAVIMENTAZIONI PIAZZALE	12
2.9	IMPIANTI ELETTRICI E DI TRASFORMAZIONE	12
2.10	IMPIANTO DI ILLUMINAZIONE.....	13
2.11	IMPIANTO IDRICO ED ANTINCENDIO	13
2.12	IMPIANTO DI SMALTIMENTO DELLE ACQUE METEORICHE	14
2.13	ARREDI DI BANCHINA.....	15
3	RISPETTO DEI REQUISITI PRESTAZIONALI DI NATURA TECNICA DI CUI ALL'ART. 7 DEL DISCIPLINARE DI GARA.....	16
3.1	GENERALITÀ.....	16
3.2	FORME PLANOALTIMETRICHE DELLE OPERE	16
3.3	SOVRACCARICO ACCIDENTALE.....	18
3.4	COEFFICIENTI DI RIFLESSIONE D'ONDA	18
3.5	MODELLO GEOTECNICO.....	18
3.6	AZIONI SISMICHE	19
3.7	AZIONI MOTO ONDOSI.....	20
3.8	STABILITÀ GLOBALE PENDII INTERESSATI DALLE OPERE	20
3.8.1	Sezione E-E.....	21
3.8.2	Sezione F-F (Banchina di riva)	21
3.9	VERIFICHE ALLA LIQUEFAZIONE	21
3.10	CARATTERISTICHE BITTE DI ORMEGGIO.....	24
3.11	ORGANIZZAZIONE LOGISTICA DELLE AREE A TERRA	24
4	SCelte EFFETTUATE IN RELAZIONE AGLI ELEMENTI DI VALUTAZIONE QUALITATIVA DI CUI ALL'ART. 13 DEL DISCIPLINARE DI GARA	28
4.1	MODALITÀ DI RISOLUZIONE DELLE PROBLEMATICHE GEOTENICHE, IDRAULICHE E GEOLOGICHE.....	28
4.2	MODALITÀ DI GESTIONE DEI SEDIMENTI E DEGLI SBANCAMENTI.....	31
4.3	GESTIONE DELLA COMPLESSITÀ DI FUNZIONAMENTO D'USO RELATIVA ALL'ESERCIZIO DELL'OPERA	32
4.4	MODALITÀ DI ESECUZIONE IN AMBIENTI AGGRESSIVI	34
5	ANALISI E MITIGAZIONI DEI PRINCIPALI IMPATTI AMBIENTALI.....	38

1 PREMESSA

1.1 INTRODUZIONE

La presente Relazione descrittiva riguarda il progetto definitivo della piattaforma logistica intermodale di Tremestieri (Messina). La relazione, redatta in conformità a quanto indicato agli artt. 7 e 8 del disciplinare di gara, è sviluppata in quattro capitoli. Il Capitolo 1 ha carattere introduttivo ed evidenzia in sintesi gli elementi che gli scriventi ritengono maggiormente qualificanti. Il Capitolo 2 introduce il progetto ed illustra i criteri progettuali adottati. Il Capitolo 3 illustra i criteri adottati per rispettare i requisiti prestazionali di natura tecnica di cui all'art. 7 del disciplinare. Il Capitolo 4 descrive infine le scelte effettuate in relazione agli elementi di natura qualitativa indicati all'art. 13.

1.2 SINTESI ELEMENTI QUALIFICANTI

Si ritiene di fare cosa utile presentando fin d'ora quelli che – a parere degli scriventi – appaiono essere gli aspetti più qualificanti ed innovativi del progetto, brevemente descritti nel seguito e meglio illustrati nei successivi capitoli nonché negli ulteriori elaborati e disegni.

- **opere di difesa.** Per il **molo di sopraflutto della nuova darsena**, l'opera più significativa ed impegnativa, è stata definita una tipologia strutturale che risolve le maggiori e peculiari criticità, costituite dalla forte acclività e dinamicità del fondale, dalla elevata sismicità della zona – soggetta peraltro a moti ondosi di notevole intensità – e, non ultimo, dalla necessità di operare in mare aperto. La soluzione proposta è caratterizzata da una parete continua lato mare composta da pali in c.a. gettati in opera ed affiancati. Telai di pali dello stesso tipo ed il soprastante impalcato (sul cui lato mare è realizzato il muro paraonde) assicurano il collegamento della cortina frontale di pali e la stabilità dell'opera anche in condizioni sismiche ed in presenza di fenomeni di liquefazione. Setti in c.a., disposti trasversalmente e longitudinalmente sul lato interno assicurano la necessaria rigidità ed al contempo garantiscono, sul lato porto, i prescritti coefficienti di riflessione del moto ondoso in base alle valutazioni fatte e che gli scriventi si impegnano a comprovare mediante prove su modello fisico in caso di aggiudicazione dell'appalto.

Per le **opere di difesa a scogliera** previste in corrispondenza sia dell'area sud ove sono ubicati i piazzali P5, P6 e P7 sia dell'area a nord della nuova darsena si è optato per l'impiego di mantellate principali costituite con massi artificiali di calcestruzzo tipo **CORE-LOC** frutto della ricerca del Corps of Engineers, U.S., Army. Questo tipo di massi, di largo impiego in campo internazionale e sperimentati con successo fin dal 1996, ha reso possibile conseguire una serie di significativi vantaggi nel caso specifico: elevata stabilità (grazie anche ai prudenziali criteri adottati per il loro dimensionamento), elevata capacità di dissipazione dell'energia del moto ondoso e quindi sensibile riduzione sia della riflessione che della tracimazione, pendenza ottimale piuttosto ripida (3/4) che ha consentito di limitare l'ingombro dell'opera, minore quantitativo di calcestruzzo (con minori impatti per la produzione ed il trasporto) rispetto ad altri elementi poiché le elevate capacità di "interlocking" consentono di disporre i massi in unico strato, etc.



Figura 1: Opere di difesa a scogliera

- **banchine, agitazione ondosa nel porto.** Le soluzioni strutturali proposte per le banchine di riva sono state messe a punto tenendo nella massima considerazione il requisito di contenere il coefficiente di riflessione del moto ondoso entro il limite del 40%. A questo scopo sono state anche eseguite **specifiche prove su modello fisico** presso l'Università di Padova che hanno consentito di documentare sperimentalmente come il dimensionamento delle celle antirisacca, opportunamente ottimizzato rispetto a quanto previsto dal progetto preliminare, sia in grado di offrire, con buoni margini, le prestazioni richieste. I livelli di agitazione ondosa residua sono stati inoltre analizzati con **modello matematico DIFFRAC**, sviluppato da Delft Hydraulics, con risultati positivi.



Figura 2 – Banchine di riva

- **dragaggi e riutilizzo dei sedimenti.** Tutti i sedimenti provenienti dal dragaggio e dagli scavi di sbancamento (con l'esclusione di una frazione che, in base alle informazioni disponibili, verrà trattata con procedure di "soil washing" e della parte che verrà utilizzata per la formazione di rilevati) verranno utilmente impiegati per opere di difesa costiera. In particolare verranno eseguiti lungo il litorale a nord della darsena esistenti interventi di **ripascimento protetto** con scogliere in parte sommerse che, anche grazie alla loro particolare conformazione, assicurano un significativo ampliamento degli arenili ed una buona stabilità degli stessi per uno sviluppo di circa 1,4 km, superiore a quanto richiesto. Nel tratto immediatamente successivo, lungo circa 2 km, è previsto un **ripascimento non protetto**. Sono stati inoltre identificate quattro località nelle quali impiegare (in una o più di esse) i residui volumi di sedimenti idonei per realizzare interventi di **protezione costiera** che l'Amministrazione comunale ha indicato agli scriventi di proprio interesse e che potranno essere eseguiti con diverse modalità, da individuare di concerto con le Amministrazioni competenti. Tutte le attività di dragaggio e reflimento dei sedimenti verranno attuate in maniera da minimizzare gli impatti ambientali e saranno oggetto di un adeguato monitoraggio.
- **aspetti geotecnici e strutturali.** Tenuto conto che alcuni strati di terreno sono risultati potenzialmente liquefacibili le banchine, il molo e la sopraelevata di ingresso sono state progettate su fondazioni profonde, trascurando la portanza di tali strati. In corrispondenza di alcune zone dei piazzali e delle opere di difesa a scogliera tali strati saranno migliorati (addensati) mediante vibroflottazione.
- **aspetti idraulici, sistemazioni torrenti Farota e Canneto.** Per evitare interferenze con l'opera di difesa dei piazzali P5, P6 e P7 e migliorare la dinamica dei sedimenti si è fatto sfociare il torrente Farota nella foce del torrente Canneto, opportunamente riqualficata. Significativi interventi di regimazione sono stati inoltre progettati per tutti i corsi d'acqua gravanti sul porto per garantire la salvaguardia idraulica del territorio, assieme agli impianti per lo smaltimento ed il trattamento delle acque meteoriche.

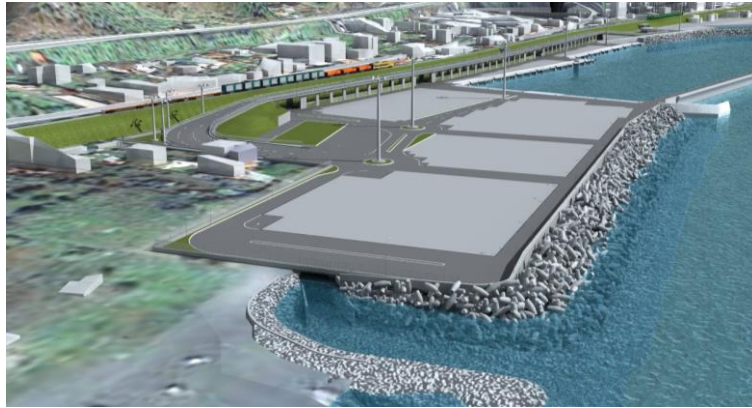


Figura 3 – Foce torrente Farota-Canneto

➤ **organizzazione delle aree a terra.** L'organizzazione delle aree a terra è stata oggetto di attento studio, documentato con lo specifico elaborato "Organizzazione delle aree a terra, modalità di esercizio e funzionalità dell'opera". Lo studio, facendo naturalmente riferimento alle indicazioni dei documenti di gara relative ai traffici da considerare, propone un assetto complessivo caratterizzato da una **netta separazione funzionale** tra le aree dedicate al traghettamento dello Stretto e quelle dedicate a servizi di "autostrade del mare" senza tuttavia prevedere una separazione fisica delle stesse. Le superfici e le caratteristiche dei piazzali di sosta a servizio delle diverse tipologie di traffico, come previsti nel presente progetto offerto, presentano **significativi margini nei confronti delle prevedibili esigenze**. Questo importante risultato (i piazzali sono in grado di ospitare una linea di carico maggiore di quella indicata come "auspicabile" e sensibilmente maggiore di quanto previsto dal progetto preliminare) è stato raggiunto grazie anche a due soluzioni particolarmente innovative:

- la realizzazione in **sopraelevata** della carreggiata a due corsie di accesso al porto, soprastante la carreggiata di uscita e suscettibile di accogliere una eventuale terza corsia senza ridurre i piazzali portuali;
- le indicazioni plano-volumetriche relative all'**edificio di servizio** (escluso dall'appalto), integrato con i varchi di ingresso ed uscita dal porto.

I piazzali consentono di accogliere mezzi "non accompagnati" e sono predisposti per la "catena del freddo" in misura uguale (o superiore) a quanto richiesto dai documenti di gara.



Figura 4 – Vista d'insieme area portuale

- **gestione della complessità di funzionamento dell'opera.** Le principali criticità della nuova opera si evidenziano in occasione delle forti punte di traffico ed interessano i due “nodi” principali, costituiti dalla viabilità di accesso al porto e dai piazzali di sosta. Le **soluzioni “strutturali”** previste dal progetto – in particolare la sopraelevata di accesso al porto (suscettibile di essere ulteriormente ampliata senza problemi) e l'ampia dotazione di piazzali (consentita dalla sopraelevata, dalla soluzione del complesso edificio di servizio e varchi, etc.) costituiscono un fondamento essenziale per consentire la migliore efficienza e la maggiore flessibilità di esercizio. Le soluzioni proposte, relative agli interventi più nettamente “invarianti” e difficilmente modificabili, **da un lato consentono fin da subito le maggiori dimensioni possibili** per i suddetti “nodi” in relazione ai limiti del territorio portuale, **d'altro lato non pregiudicano in alcun modo che vengano all'occorrenza potenziate sia la carreggiata di accesso tramite la terza corsia** cui si è fatto cenno **sia i piazzali di sosta**, ad esempio mediante strutture multipiano. Agli interventi “strutturali” si affiancano inoltre **interventi più propriamente “organizzativi”** relativi in particolare alla organizzazione delle aree a terra ed alle eventuali modifiche che si rivelassero opportune, peraltro realizzabili con il minimo dei costi e senza inconvenienti per l'esercizio del porto.

2 CRITERI PROGETTUALI

2.1 SCELTA DELLE TIPOLOGIE STRUTTURALI

Si premette che le tipologie strutturali indicate nei documenti di gara non rappresentano elemento vincolante per il Progetto Definitivo (risposta al quesito n° 5). Nell'ambito del presente progetto si sono prese in esame per ognuno dei tratti significativi delle opere le **criticità** per quanto riguarda i principali aspetti progettuali quali: l'osservanza dei requisiti plano-altimetrici, la stabilità geotecnica, le caratteristiche di riflessione e tracimazione. Per ogni tratto si è stabilita **una scala di priorità** dei requisiti, selezionando la soluzione che rappresentava a giudizio dei progettisti il migliore compromesso tra le diverse esigenze. Questo processo è descritto nell'elaborato A013R. Per il molo foraneo si è confermata ed ottimizzata la soluzione e parete verticale con fondazioni profonde e setti forati sul lato interno. Per le banchine interne è stata confermata e messa a punto anche con prove su modello fisico la soluzione a parete verticale con celle antiriflettenti. Per i tratti più esposti delle opere della darsena, le opere antistanti il molo del porto esistente e le opere di difesa del piazzale sud si è adottata la tipologia a scogliera con mantellata in massi artificiali ad elevata porosità.

2.2 OPERE A SCOGLIERA

2.2.1 Tratto a difesa del piazzale sud

L'opera è stata arretrata rispetto alla posizione del Progetto Preliminare di circa 7 m, come consentito dal disciplinare, ed è stata imbasata su una piattaforma dragata a quota variabile a seconda dei tratti (-7,0, -9,0, -10,0 l.m.m.). Ciò consente di mantenere l'opera a distanza di sicurezza rispetto al ciglio del gradino subacqueo che caratterizza il profilo del fondale e quindi di garantire adeguata stabilità geotecnica e nei confronti di modifiche morfologiche del fondale. Poiché in un tratto centrale dell'opera sono presenti strati di terreno suscettibili alla liquefazione in condizioni sismiche, si è previsto in tale zona un intervento di vibroflottazione.

Le onde di progetto, per cui si è fatto riferimento ad un periodo di ritorno di 100 anni, sono state valutate a partire dai sottoclimi costieri del Progetto Preliminare con calcoli di propagazione integrativi.

Per le mantellate principali sono stati utilizzati massi artificiali del tipo CORE-LOC da 3,9 m³, caratterizzati da elevata stabilità e capacità di dissipazione dell'energia del moto ondoso. Il dimensionamento dei massi artificiali è stato effettuato in modo prudenziale, in modo da garantire non solo l'assenza di spostamenti ma anche da contenere le oscillazioni degli elementi. Queste ultime possono comportare rischi di rotture, particolarmente nelle zone più sollecitate e nei raccordi con le strutture a parete verticale.

La pendenza della mantellata 3/4, raccomandata per i CORE-LOC, permette di contenere l'ingombro complessivo dell'opera. La mantellata principale è estesa fino alla quota di fondazione dell'opera ed è protetta al piede con massi naturali da 3-6 t. La quota di cresta della mantellata e del muro paraonde (+6,0 m) e la larghezza della berma in cresta (5,0 m) sono state definite in modo da contenere la tracimazione entro i limiti per la sicurezza delle persone e veicoli, raccomandati dalle ricerche più recenti (Eurotop Manual – Progetto CLASH). Le opere sono illustrate nei disegni di progetto identificati con la Sezione F. I calcoli di dimensionamento idraulico e le verifiche di stabilità in condizioni statiche e sismiche sono riportate nella relazione di calcolo F001R.

2.2.2 Tratto nord del bacino ed area antistante il molo del porto esistente

Nella zona nord del bacino sono prioritarie le esigenze di bassa tracimazione e riflessione ridotta anche per le onde di elevata altezza e periodo cui quest'area può essere soggetta.

Si è adottata una tipologia a scogliera progettata con criteri e caratteristiche analoghe a quelle sopra descritte.

Nei tratti in cui si è riscontrata la presenza di strati suscettibili alla liquefazione, si sono previsti interventi di vibroflottazione (relazione F001R).

Per quanto riguarda le opere antistanti il molo esistente il progetto è stato basato su una ricostruzione delle caratteristiche delle scogliere esistenti attualmente interrite, effettuata con le sezioni allegate alla risposta al quesito n° 41 e con foto riprese nel periodo di completamento. Si è tenuto conto inoltre delle caratteristiche dell'intervento di consolidamento del tratto terminale le cui caratteristiche sono state fornite come allegato alla risposta al quesito n° 41. In aggiunta ai criteri generali già discussi, in questo tratto si sono scelte posizioni e caratteristiche delle opere tali da osservare i seguenti criteri:

- minimizzare gli interventi di salpamento delle mantellate interrite, in modo da rendere l'intervento fattibile ed eseguibile con rapidità, limitando l'impatto sull'operatività del molo esistente;
- raccordarsi efficacemente con gli interventi di riparazione del tratto terminale;
- ampliare la larghezza della banchina esistente. Lo spostamento della linea CD, consentito dalla risposta al quesito n° 41, di circa 13 m, porta ad un ampliamento della larghezza della banchina esistente da 6,40 a 16,0 m.

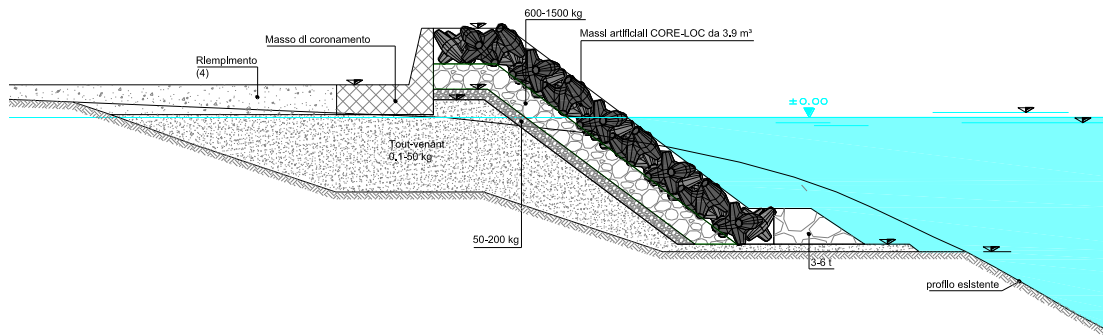


Figura 5 – Sezioni tipo opera a scogliera aera a sud

2.3 MOLO DI SOPRAFLUTTO

Per il molo di sopraflutto è prevista una soluzione costruttiva in grado di :

- resistere con adeguati coefficienti di sicurezza alle azioni statiche e dinamiche indotte dal moto ondoso di cui al paragrafo 6 della relazione di calcolo strutture molo foraneo (elaborato G797_H001R_0);
- resistere con adeguati coefficienti di sicurezza in caso di evento sismico e liquefazione dei terreni di fondazione;
- garantire l'ormeggio di imbarcazioni sia all'interno che all'esterno del molo;
- garantire un coefficiente di riflessione dell'onda incidente, interna al bacino portuale, inferiore o uguale al 40%;

La soluzione proposta prevede un impalcato a giorno costituito da travi semiprefabbricate disposte parallelamente alla linea di costa, di sezione 2x1.75 m, su cui poggiano dei copponi prefabbricati con sezione a pi-greco di larghezza 2 m ed altezza 0.5 m, aventi il pregio di alleggerire l'impalcato, essere autoportanti, e funzionare da casseri per il getto dell'impalcato. Completa la struttura una soletta gettata in opera di spessore 20 cm. L'impalcato è sostenuto da pali di diametro 1.5 m disposti ad un interasse longitudinale di 6 m e trasversale di 7.45 m. e lunghezza variabile da 23.5 a 34 m. Il paramento esterno lato mare è realizzato mediante ulteriori pali, denominati "pali di chiusura" di diametro 1.5 m, tangenti tra loro vincolati superiormente all'impalcato in c.a. ed inferiormente al terreno di fondazione. Tutti i pali sono realizzati previa infissione di lamierino metallico avente funzione di cassero a perdere.

Il molo presenta un tratto prevalente di larghezza 16.9 m ed un tratto terminale, di 80 m, di larghezza 10.3 m. La struttura presenta giunti tecnici ogni 70 m circa. A protezione del moto ondoso è realizzato un muro paraonde in c.a. con sommità a quota +6.50 m. s.l.m.m.

Lungo il lato interno del molo sono disposte bitte da 1000 kN e parabordi tipo Trelleborg MV1000P ad interasse di 30 m, mentre nel tratto terminale sono disposti parabordi tipo Trelleborg DC250 ogni 4.5 m. Per garantire l'ormeggio di imbarcazioni anche all'esterno del molo, nel caso di condizioni meteomarine particolarmente favorevoli, sono state previste ulteriori 3 bitte in corrispondenza di apposite nicchie ricavate nel muro paraonde; per l'accosto delle imbarcazioni si prevedono 3 parabordi amovibili (tipo Trelleborg Sea Guard 2500x4000) agganciabili alla struttura esterna del molo.

Per garantire un'adeguata rigidità della struttura rispetto alle azioni orizzontali indotte dal moto ondoso, dal tiro delle bitte e dal sisma vengono realizzati dei setti in c.a. di spessore 50 cm di collegamento tra i pali ogni 6 m, da quota +0.45 m s.l.m.m a -9.60/-15.50 m s.l.m.m a seconda della batimetrica del fondale interessato, e migliorate le caratteristiche dei terreni al piede delle file di pali più esterni ogni 6 m. I setti, realizzati utilizzando lastre tralicciate prefabbricate, sono collegati strutturalmente ai pali mediante armature in acciaio inox AISI 316 L. In corrispondenza della testa del molo, il setto in c.a. è di spessore 100 cm.

Il miglioramento delle caratteristiche di deformabilità dei terreni, al piede dei pali, è ottenuto mediante taglianti in jet-grouting direzionale, di dimensioni 6x6x0.8 m.

In corrispondenza del tratto di molo di larghezza 10.3 m, su fondali di -12/-15 m s.l.m.m m, la maglia strutturale procede con lo stesso schema, di tre pali diametro 1.5 m collegati tra loro mediante setti in c.a. di spessore 50 cm, riducendo però l'interasse da 6 a 4.5 m e prevedendo per le due file di pali più interne una quota di sommità limitata a -4 m s.l.m.m. in modo da garantire l'accosto delle imbarcazioni degli ormeggiatori, piloti, VVF, ecc., coerentemente alla risposta n. 2 del 8/3/2010.

La struttura è stata calcolata a livello di esecutivo, in ottemperanza alle richieste di cui alla lettera E) del disciplinare di gara, sia dal punto di vista geotecnico che strutturale (cfr. relazione di calcolo strutture molo foraneo, elaborato H001R).

Per garantire un coefficiente di riflessione dell'onda incidente interna inferiore o uguale al 40% sono previsti dei setti opportunamente forati, spinti fino a -2 m s.l.m.m., analoghi a quelli presenti nei cassoni della darsena esistente, riservandosi, in caso di aggiudicazione dell'appalto, di effettuare un apposito modello fisico con onda obliqua, per una loro ottimizzazione.

Per garantire adeguata durabilità della struttura, come meglio evidenziato al paragrafo 4.4, oltre ad utilizzare calcestruzzi con classe di resistenza C35/45, adeguati all'ambiente marino in accordo alla norma UNI EN 206, si prevede l'utilizzo di additivo tipo Penetron Admix per la realizzazione del muro paraonde, direttamente esposto al moto ondoso, come meglio dettagliato al paragrafo 0.

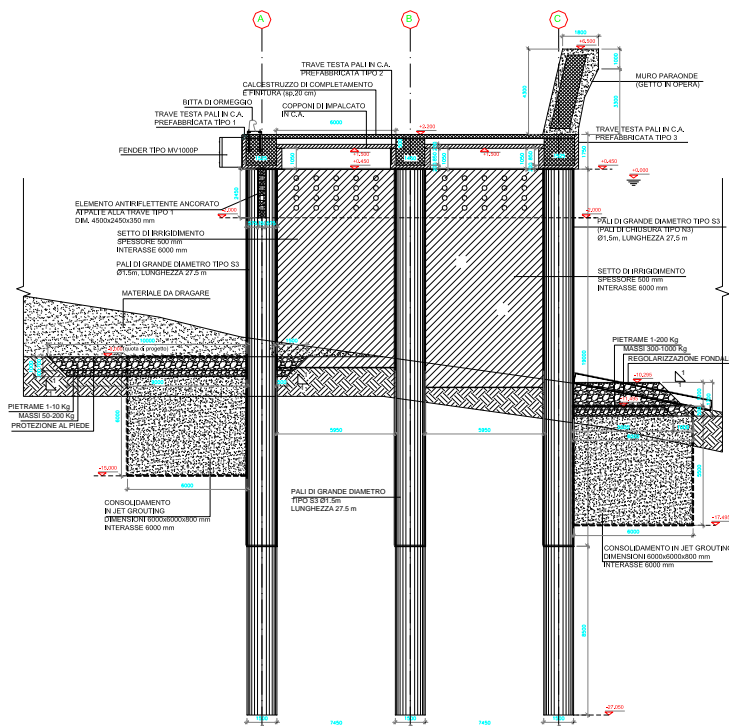


Figura 6 – Sezioni tipo molo di sopraflutto

2.4 BANCHINE DI RIVA

Per le banchine di riva è stata prevista una soluzione costruttiva in grado di:

1. garantire un coefficiente di riflessione dell'onda incidente inferiore e uguale al 40%;
2. garantire un sovraccarico accidentale uniformemente distribuito a tergo della banchina di 40 kN/mq;
3. garantire un fondale di -9 m s.l.m.m.;
4. garantire adeguati coefficienti di sicurezza anche in caso di liquefazione dei terreni;
5. ottimizzare la durabilità dell'opera;

La soluzione proposta è costituita da un diaframma in c.a. di spessore 100 cm da quota -1.50 m s.l.m.m. a quota -16.50 m s.l.m.m. e sovrastante cassone antiriflettente in c.a. di dimensioni lorde 10x8.40x4.40 m parzialmente riempito con scogli di I^ categoria da 200-300 kg.

La protezione al piede della banchina, di dimensioni 10x1 m, è realizzata mediante deposizione dal basso verso l'alto di pietrame da 1-10 kg (spessore 30 cm) e massi da 50-200 kg (spessore 70 cm) (vedere elaborato grafico G797_G006E_0).

I cassoni sono vincolati al diaframma continuo lato mare ed a setti di diaframma isolati di sezione 2.5x0.8 m disposti ad interasse di 10 m lato terra. I cassoni hanno le pareti perimetrali di spessore 60 cm, soletta di base e la parete retrostante di spessore 40 cm, copertura in copponi prefabbricati con sezione a pi-greco di larghezza 1.80 m ed altezza 0.7 m.

Per verificare la compatibilità della proposta progettuale con le richieste di cui al punto 1) è stato effettuato un modello fisico presso il dipartimento IMAGE dell'Università degli studi di Padova. Le analisi sul modello manifestano coefficiente di riflessione (K_r) sempre inferiori a 0.4 per tutto il campo di agitazioni ondose riscontrabili all'interno della darsena (cfr. relazione A013R).

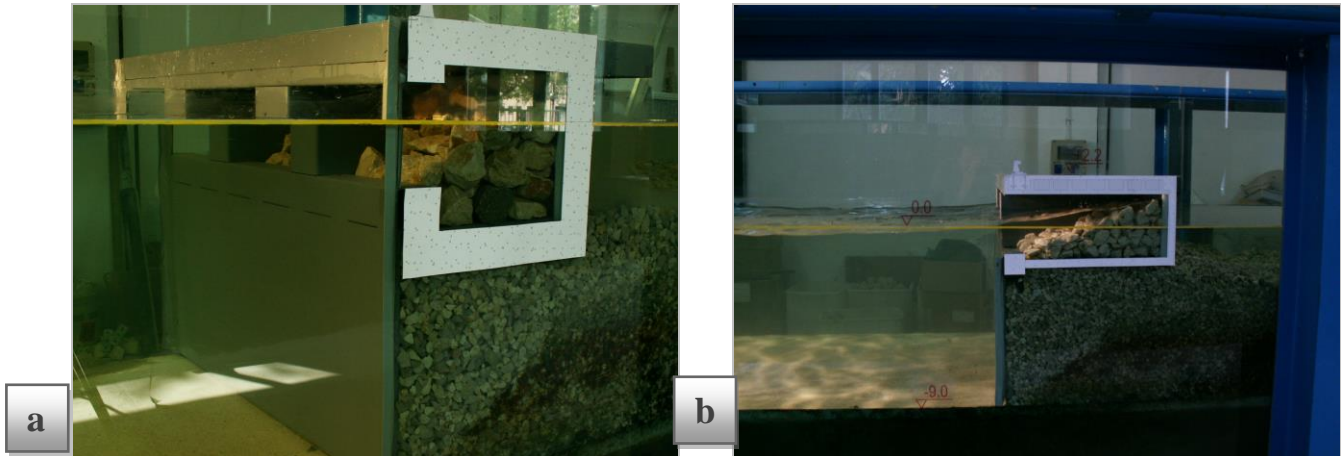


Figura 7 – Prove su modello fisico: a) progetto preliminare; b) progetto definitivo.

La soluzione proposta è stata verificata mediante analisi in stato piano di deformazione con i programmi Plaxis V8 versione 6 (copyright program by Plaxis bv P.O. Box 572, 2600 AN Delft, Netherlands) PHASE 2 (versione 7) e SLIDE (versione 5) della *Rocscience Inc.* i cui risultati sono riportati nella relazione di calcolo strutture di banchina (elaborato G001R). La struttura è stata calcolata a livello di esecutivo, in ottemperanza alle richieste di cui alla lettera E) del disciplinare di gara, sia dal punto di vista geotecnico che strutturale (elaborato G001R).

Come meglio dettagliato nella relazione di calcolo strutture di banchina (elaborato G001R), per tener conto che, in caso di evento sismico, gli strati di terreno presenti da quota -3.5 m s.l.m.m. a -7.5 m s.l.m.m. possono essere soggetti a liquefazione, sono state condotte delle specifiche verifiche trascurando il contributo in termini di capacità portante di tali strati. Le analisi e gli studi specialistici della suscettibilità alla liquefazione dei terreni presenti nell'area in oggetto, sono riportati nella relazione sismica (elaborato A007R).

Per garantire adeguata durabilità della struttura, come meglio evidenziato al paragrafo 4.4, si utilizzano calcestruzzi con classe di resistenza C35/45, adeguati all'ambiente marino in accordo alla norma UNI EN 206.

2.5 INTERVENTI DI RIPASCIMENTO DEL LITORALE

Il presente progetto comprende:

- un intervento di ripascimento con opere di contenimento a scogliere emerse e sommerse ubicato subito a nord del porto esistente; la lunghezza del tratto protetto è 1.400 m;
- un ripascimento libero nel tratto di costa subito a nord dello stesso, su un arco di costa di 1.5-2,0 km.

I criteri di progetto cui si è fatto riferimento sono:

- localizzazione dell'intervento protetto corrispondente al disciplinare;
- estensione dello stesso adattato alle condizioni locali e superiore ai 1.100 m minimi richiesti;
- massimizzazione dell'avanzamento della spiaggia emersa ottenibile e dell'azione di protezione delle infrastrutture a terra;
- riduzione delle perdite trasversali e longitudinali e della possibilità di ingresso dei sedimenti nel bacino portuale esistente;
- realizzazione di un rifornimento dell'area a nord del ripascimento protetto tale da compensare il deficit previsto negli studi (Relazione A009R) per un periodo di 10 anni;
- utilizzazione integrale dei materiali di dragaggio;
- buon inserimento ambientale.

Gli interventi di cui sopra assorbono circa **560.000 m³** di sedimenti provenienti dal dragaggio. Per il quantitativo restante, pari a circa 150.000 m³ ed avente adeguate caratteristiche granulometriche e chimiche, è previsto l'uso per

rifornire arenili del territorio comunale aventi esigenza di recupero dell'erosione e per cui il Comune ha espresso interesse a realizzare rifornimenti.

Per quanto attiene il problema generale della gestione dei materiali di dragaggio e la loro utilizzazione, incluse possibili aree e modalità di rifornimento a zone al di fuori dei limiti del progetto, è stato redatto l'elaborato specifico A011R.



Figura 8 – Ripascimento a nord del porto

2.6 OPERE DI REGIMAZIONE DEI CORSI D'ACQUA GRAVANTI SUL PORTO

I criteri seguiti per il dimensionamento delle opere di regimazione idraulica dei torrenti sono quelli legati alla sicurezza della nuova piattaforma logistica intermodale in termini di:

- Salvaguardia idraulica del territorio al fine di scongiurare esondazioni ed allagamenti delle infrastrutture di fronte a piene aventi tempo di ritorno di 200 anni. Tutte le opere idrauliche avranno un funzionamento a pelo libero nelle condizioni di massima piena duecentennale di progetto.
- Limitazione dell'apporto di materiale solido in modo da scongiurare intasamenti dei tratti tombinati ed apporti nel bacino portuale
- Progettazione di opere tenendo in debita considerazione la facilità di intervenire per manutenzioni straordinarie di espurghi e pulizie.

In sintesi le opere previste sono:

- Opere di regimazione dei torrenti Canneto e Farota
 - Realizzazione di un collegamento tra Canneto e Farota, con condotta in c.a. DN 1000, per l'alleggerimento del tratto di vale del torrente Canneto, attualmente intubato con condotte idraulicamente insufficienti;
 - Realizzazione di uno sbarramento sul bacino del Farota, ingabbionate, a monte dell'autostrada in modo da creare un accumulo di circa 1500 m³, per eventuale materiale solido trasportato dalla corrente verso valle e quindi verso la nuova piattaforma logistica;
 - Pulizia dell'attraversamento autostradale ora parzialmente inghiaiato;
 - Realizzazione di un canale rettangolare tra autostrada e strada statale, di dimensioni 1.50 x 2.00 m, con sostegno degli scavi mediante barriera di micropali, stante anche la presenza di abitazioni limitrofe al corso d'acqua;
 - Realizzazione di un nuovo attraversamento della ferrovia e della statale mediante tubo spinto DN 2000;
 - Tombinamento con scatolari 3.20x2.70 m, del tratto di torrente al di sotto della piattaforma logistica di progetto, con restituzione delle acque nei pressi della foce del torrente Canneto opportunamente risistemata mediante opere a scogliera e pennelli di protezione.
- Opere di regimazione del torrente Guidari

- Realizzazione di 4 briglie in gabbioni sul bacino montano del Guidari per la limitazione dell'apporto solido;
 - Pulizia del torrente nel tratto a monte dell'autostrada con ripresa delle frane spondali;
 - Realizzazione di una vasca con gabbionate, tra autostrada e strada statale, per l'accumulo di materiale fine trasportato verso valle in occasione di piene, le pareti laterali, vista anche la presenza di abitazioni limitrofe, verranno sostenute mediante micropali;
 - Rifacimento del ponte sulla strada statale, idraulicamente insufficiente, con un nuovo impalcato costituito da spalle in pali trivellati e solaio in travi prefabbricate e getto in opera di completamento;
 - Realizzazione di un salto di fondo in uscita dall'attraversamento della ferrovia, protetto con pali di grosso diametro;
 - Tombinamento del tratto sotto la piattaforma portuale mediante struttura con spalle realizzate in diaframmi ed impalcato con copponi prefabbricati e cappa gettata in opera.
- Tombinamento del Torrente Palumara con scatolari prefabbricati al di sotto della piattaforma logistica

2.7 VIABILITA'

Il sistema di viabilità è stato progettato in modo da massimizzare la superficie di parcheggio dei mezzi, in accordo a quanto richiesto al punto 3) dell'art.13 del disciplinare di gara. A tale scopo è stato previsto un sistema di viabilità di accesso a livelli sfalsati e sovrapposti, di cui quello inferiore dedicato all'uscita e quello superiore dedicato all'ingresso. La strada d'ingresso è realizzata attraverso un impalcato di larghezza 10 m circa, costituito da travi prefabbricate in c.a. accostate di sezione 40x70 cm con soprastante getto integrativo di spessore 20 cm, vincolate a travi longitudinali di sezione 90x120cm. Le travi longitudinali poggiano su setti in c.a. di dimensioni 60x250 cm posti ogni 12 m. I setti sono fondati direttamente su diaframmi isolati di spessore 100 cm e profondità 10 m.

Per conferire maggiore rigidità alla struttura sono previsti dei cordoli di collegamento tra i setti di elevazione, al di sotto della pavimentazione stradale, di sezione 250x100 cm. Ogni 100 m circa sono previsti giunti strutturali. Verso il mare è realizzato un marciapiede in aggetto di larghezza 150 cm per il transito pedonale. Per minimizzare i volumi di scavo la strada di uscita è impostata ad una quota di circa 150 cm superiore a quella dei parcheggi portuali. Tra la strada di uscita ed il piazzale è realizzato un muro ad L in c.a. di sostegno del terreno. Il muro prosegue oltre il piano stradale di ulteriori 100 cm con sagoma redirettiva, fungendo da barriera di sicurezza. Il profilo della strada di uscita è raccordato in quattro punti con il piazzale mediante rampe all'8%. Per consentire le manovre di immissione dei mezzi in corrispondenza di tali punti sono previste campate di 24 m, incrementando l'altezza delle travi longitudinali da 120 a 240 cm.



Figura 9 – Viabilità di accesso a livelli sfalsati e sovrapposti.

2.8 PAVIMENTAZIONI PIAZZALE

Le pavimentazioni sono state progettate in modo da garantire una elevata vita utile. A tale scopo è stata prevista una pavimentazione di tipo flessibile costituita, a partire dal terreno esistente (cfr. tavola I007E), da:

- strato di fondazione in misto cementato di spessore 30 cm;
- strato di base di spessore 10 cm;
- strato di binder di spessore 8 cm;
- geogriglia in fibra di vetro;
- strato di usura di spessore 5 cm.

Le pendenze del piazzale sono garantite attraverso la modellazione superficiale del terreno in sito. Per aumentare la durabilità della pavimentazione, oltre ad inserire una geogriglia in fibra di vetro tra binder ed usura, si prevede l'utilizzo di inerti di tipo basaltico (cfr. successivo paragrafo 0).

2.9 IMPIANTI ELETTRICI E DI TRASFORMAZIONE

L'intero intervento prende alimentazione dalla cabina di consegna ENEL e trasformazione, che è stata riposizionata al di sotto del rilevato di accesso all'area portuale consentendo di ridurre l'impatto ambientale e di ottimizzare i collegamenti in quanto più baricentrica rispetto alla posizione preliminare indicata in bando. L'accessibilità alla cabina è garantita da una strada di servizio direttamente collegata alla viabilità di uscita dall'area portuale, nelle immediate vicinanze dei varchi di controllo. Per garantire massima flessibilità nella distribuzione impiantistica a pavimento è previsto un grigliato metallico sopraelevato di 30 cm di spessore rispetto all'estradosso della fondazione.

La Cabina di trasformazione sarà suddivisa in due sezioni:

- Sezione Alimentazione Servizi Generali, tensione di alimentazione 400 V 50Hz potenza installata 1000 KVA, per l'alimentazione di tutti gli impianti di illuminazione esterna, del corpo di guardia e dei locali tecnici,
- Sezione Alimentazione Approdi, tensione 400 V 60 Hz potenza installata 1000 KVA, per l'alimentazione delle navi.

Per la sezione "Servizi Generali" oltre all'alimentazione ENEL si prevede una alimentazione di riserva realizzata mediante l'impiego di un gruppo elettrogeno, cofanato e insonorizzato, adatto alla posa in esterno, il gruppo sarà dotato di serbatoio interrato in grado di garantire un'autonomia di funzionamento pari a 12 ore.

L'alimentazione di riserva provvederà ad alimentare le seguenti utenze:

- 50 % dell'illuminazione dei corpi illuminanti delle torri faro
- Impianto di segnalazione molo foraneo
- 50% dell'illuminazione della strada sopraelevata.

La sezione alimentazione approdi prevede la posa in opera di un convertitore di frequenza dal quale verranno alimentati i 4 punti di attestazione per l'allacciamento delle Navi, la potenza disponibile per ciascun approdo sarà pari a 200 KVA, con un picco di 250 KVA, per facilitare l'allacciamento si sono previste delle prese di corrente da 4x600A dotate di contatti ausiliari per il controllo a distanza dello stato.

In cabina di trasformazione verrà posizionato un Quadro Elettrico Generale di Bassa Tensione suddiviso in due sezioni (50 e 60 Hz) da quale si deriveranno le linee di alimentazione a tutto il comparto. Le linee di alimentazione saranno di tipo FG7OR di adeguata sezione, posate in cunicoli e tubazioni interrate complete di pozzetti di derivazione e transito.

Oltre agli impianti di illuminazione saranno predisposti i cavidotti per il futuro allestimento di alimentazioni per il mantenimento della Catena del Freddo Alimentare, in questa fase si realizzeranno le tubazioni di transito e i pozzetti per il contenimento di future torrette, di tipo a scomparsa, per l'alimentazione dei mezzi frigoriferi, i pozzetti saranno dotati di coperchio carrabile. Il numero dei pozzetti predisposti è tale da garantire il futuro

allacciamento di almeno il 50% dei mezzi che necessitano di allacciamento per il mantenimento della catena del freddo (cfr. 3.11, punto viii).

Dalla Cabina di trasformazione si alimenterà il corpo di guardia nel quale saranno predisposti i seguenti impianti:

- Impianto di illuminazione e F.M.
- Impianto di illuminazione di sicurezza,
- Impianto Telefonico e Trasmissione Dati, collegato ai locali tecnici e ai Gate attraverso un cavo in fibra ottica,
- Impianto di rilevazione fumi incendio,
- Impianto di antintrusione,
- Impianto di climatizzazione,
- Impianto di terra.

2.10 IMPIANTO DI ILLUMINAZIONE

L'illuminazione esterna dei piazzali e della strada sopraelevata è stata dimensionata secondo i parametri deducibili dalla norma UNI EN 13201, in particolare si sono considerati:

- Strada sopraelevata classificata in categoria ME4b considerata come strada extraurbana secondaria con limiti di velocità pari a 50 Km/h ,
- Parcheggi, si è considerata una classificazione in categoria S portando il livello di illuminamento medio ad almeno 50 lux medi.

I dati di calcolo sono rilevabili nella documentazione allegata.

Per realizzare l'illuminazione si sono utilizzati le seguenti tipologie di sorgenti:

- Strada sopraelevata: corpi illuminanti di tipo stradale Philips Citysol con lampade tipo cosmopolis da 140W fissati su testapalo ad un'altezza di 8 m., lato percorso pedonale,
- Tunnel sotto la sopraelevata: corpi illuminanti adatti all'utilizzo in gallerie tipo Philips Tunlite per lampade al sodio alta pressione 250W
- Strade di distribuzione ai parcheggi: corpi illuminanti di tipo stradale Philips Citisol con lampade tipo cosmopolis da 140W fissati su testa palo ad un'altezza di 8 m. lato arrivi, fissati su testa palo ad un'altezza di 6 m lato banchina, fissati ad un'altezza di 8 m. sul ballatoio pedonale della sopraelevata per la strada di distribuzione ai parcheggi.
- Zona accesso da e per sopraelevata: torrifaro a corona mobile h=16 m., ciascuna attrezzata con 4 proiettori a joduri metallici da 400 W, la metà dei quali dotata di sistema di riaccensione rapida,
- Piazzali parcheggi: torrifaro a corona mobile h=30 m., attrezzate con n. 8 proiettori a joduri metallici da 2000 W, per le aree parcheggi P4-P5-P6-P7, e con 6 proiettori a joduri metallici da 2000 W per le aree parcheggi P1-P2-P3, la metà dei proiettori sarà dotata di sistema di riaccensione rapida,
- Banchine: le banchine che non sono interessate da traffico motorizzato saranno illuminate con corpi illuminanti da incasso su muratura per lampade fluorescenti 2TC-L 36W.

Tutta l'illuminazione esterna sarà programmata con relè crepuscolare e orologio che ne determina l'accensione e lo spegnimento dei circuiti, inoltre per l'illuminazione della strada sopraelevata si prevede di inserire un gruppo di comando e controllo del flusso luminoso allo scopo di variare l'emissione luminosa in corrispondenza delle varie ore. Tutte le aree sono state alimentate con 2 circuiti, in tal modo si avrà la sicurezza che almeno metà dell'illuminazione sarà sempre accesa.

2.11 IMPIANTO IDRICO ED ANTINCENDIO

I criteri assunti per il dimensionamento dell'impianto idrico ed antincendio sono:

- Dimensionamento dell'impianto antincendio secondo la vigente normativa in materia (EN 12845), prevedendo:

- funzionamento simultaneo di n.3 idranti nei nodi idraulicamente più sfavoriti per un periodo di almeno 120 minuti. Raggio di copertura di ciascun idrante pari a 50 m.
- portata di 5 l/s alla pressione residua di ca. 4 bar, per ciascun idrante in funzione.
- Dimensionamento dell'impianto idrico con portata per utenza di 6 mc/h, alla pressione residua di ca. 2 bar, nei 2 punti di prelievo più distanti in corrispondenza all'attracco delle navi;
- Alimentazione dell'impianto di irrigazione delle aree a verde (5 l/s*ha);
- Predisposizione per l'allaccio del futuro edificio servizi con 15 mc/h di consegna.

Per soddisfare tali criteri è stato progettato un impianto costituito da:

- per la parte antincendio:
 - Vasca di accumulo con pescaggio diretto dal tratto terminale del torrente Farota, ubicato al di sotto del livello del mare e, per emergenza in caso di manutenzione o inghiainamento del tombinamento del Farota, direttamente dalla darsena portuale;
 - Edificio seminterrato per la installazione dei gruppi di accumulo e pompaggio;
 - Sistema di lavaggio dei gruppi di sollevamento e della rete con acqua non salata proveniente dalla rete idrica;
 - Tubazioni di distribuzione in polietilene ad alta densità (circa 2000 m);
 - Idranti in ghisa con base protetta in calcestruzzo (n. 21).
- per l'approvvigionamento idrico
 - Alimentazione dalla linea acquedottistica in strada statale attraverso il sottopasso esistente della ferrovia all'attuale scarico del torrente Farota;
 - Realizzazione di una vasca di accumulo interrata di capacità pari a 20 m³ ed installazione del gruppo di pompaggio con cassa d'aria;
 - Tubazioni di distribuzione in polietilene ad alta densità (450 m);
 - Consegna nei pressi degli approdi di banchina (n. 2);
 - Predisposizione alimentazione idrica del futuro edificio servizi e dei gates di entrata ed uscita;
 - Impianto irriguo delle aree a verde;
 - Alimentazione idrica del posto di guardiania dalla linea esistente nel vecchio porto.

2.12 IMPIANTO DI SMALTIMENTO DELLE ACQUE METEORICHE

Per il dimensionamento della rete di smaltimento delle acque meteoriche si sono seguiti i seguenti criteri:

- Dimensionamento delle opere di raccolta e smaltimento delle acque meteoriche in modo da ottenere un funzionamento ottimale a pelo libero delle condotte con uno scroscio intenso avente tempo di ritorno di 20 anni. Verifica delle opere con un tempo di ritorno di 50 anni, ammettendo per brevi istanti un funzionamento in leggera pressione della rete evitando comunque tracimazioni dal sistema di raccolta. Il sistema garantisce pertanto il convogliamento delle acque meteoriche senza tracimazioni per portate con frequenza cinquantennale.
- Trattamento delle acque di dilavamento delle piattaforme logistiche secondo la vigente normativa nazionale (D.Lgs. n.152/2006 – *Norme in materia ambientale*) e dimensionamento degli impianti di separazione per il trattamento delle acque interessanti i piazzali svolto in riferimento alle norme UNI EN 858-1:2005 e UNI EN 858-2:2004, e secondo i seguenti criteri:
 - funzionamento in continuo degli impianti per la portata massima di progetto, calcolata in riferimento alla intensità di precipitazione per un tempo di ritorno di 50 anni;
 - limite di concentrazione del contenuto di oli minerali ed idrocarburi in genere non superiore a 5 mg/l (tabella 3 – Scarico in acque superficiali – dell'Allegato 5 del D.Lgs. 152/2006);

Per soddisfare tali criteri è stato progettato un sistema composto da:

- canaline prefabbricate per la raccolta dell'acqua con griglie in ghisa (345 m) e caditoie (per le parti stradali – n. 177);

- Condotte in polipropilene SN 16 corrugate esternamente e lisce internamente – Lunghezza complessiva 3856 m, Diametri nominali da 315 a 1000 mm;
- Pozzetti in polietilene ad alta densità e calcestruzzo (n. 234);
- Smaltimento delle acque dalla strada sopraelevata di ingresso mediante pluviali in acciaio inox (44 calate);
- Raccolta delle acque del rilevato ferroviario mediante posa di canalina prefabbricata in calcestruzzo (784 m).

Per il trattamento delle acque si prevede la posa di 7 sedimentatori/disoleatori in continuo (uno per piazzale), costituiti da vasche prefabbricate in calcestruzzo armato, zavorrate al suolo per evitare galleggiamenti ed impermeabilizzate, con filtri a coalescenza delle seguenti taglie:

- N. 2 da 150 l/s
- N. 2 da 200 l/s
- N. 3 da 300 l/s.

Gli scarichi a mare ed in darsena saranno preceduti da valvole di non ritorno a clapet in acciaio inox.

Le vasche saranno munite di by-pass di troppo pieno da attivare in caso di manutenzione dell'opera o per portate in arrivo superiori a quella di progetto.

Per quanto riguarda gli scarichi fognari di acque reflue si prevede la posa in opera di una condotta premente in polietilene dalla zona ove è previsto il futuro edificio servizi fino alla strada statale ove è presente la fognatura nera di recapito, utilizzando l'esistente sottopasso del torrente Farota al di sotto della linea ferroviaria, la cui funzionalità verrà meno con le nuove opere di regimazione del torrente stesso. Per lo scarico della postazione di guardiania si prevede la posa di una fossa Imhoff.

2.13 ARREDI DI BANCHINA

Le banchine sono attrezzate con:

- bitte con capacità di 1.000 kN (come richiesto dal disciplinare);
- parabordi;
- scalette alla marinara.

I sistemi di parabordi sono stati dimensionati seguendo i metodi e le raccomandazioni del rapporto PIANC "Guidelines for the design of fender system: 2002". Le dimensioni delle navi di progetto RoRo e traghetti bidimensionali sono quelle indicate nei documenti del Progetto Preliminare. L'energia di accosto di progetto è stata definita con un coefficiente di sicurezza 2 rispetto all'energia normale, per tener conto di possibili condizioni anomale. I parabordi prescelti rispondono ai criteri di elevato assorbimento di energia con bassi carichi trasmessi ed elevata durabilità e resistenza all'attrito.

Il sistema di parabordi è stato differenziato per i vari tratti di banchina come segue:

- banchina a ridosso del molo foraneo; sono stati adottati fenders tipo Trelleborg MV 1000 P od equivalenti, con capacità di assorbimento di energia di oltre 50 tm e reazioni dell'ordine di 100 t ad interasse 30 m;
- banchine dedicate esclusivamente ai traghetti bidirezionali; sono previsti parabordi tipo Trelleborg MV 550 P con capacità di assorbimento di energia di 20 t m, reazioni dell'ordine di 80 t. L'interasse è di 30 m;
- banchine dedicate alle imbarcazioni di servizio, nell'area terminale del molo foraneo; è prevista una protezione continua del fronte banchina con elementi tipo Trelleborg DGC 250 disposti obliquamente ad interasse 4,5 m;
- lato esterno molo foraneo; vista l'utilizzazione dell'accosto esterno, possibile solo in caso di periodi meteo favorevoli, si sono previsti 3 parabordi galleggianti rimovibili tipo Trelleborg Sea Guard 2.400 x 4.000 mm od equivalenti.

I calcoli di dimensionamento dei parabordi sono presentati nelle relazioni G001R e H001R.

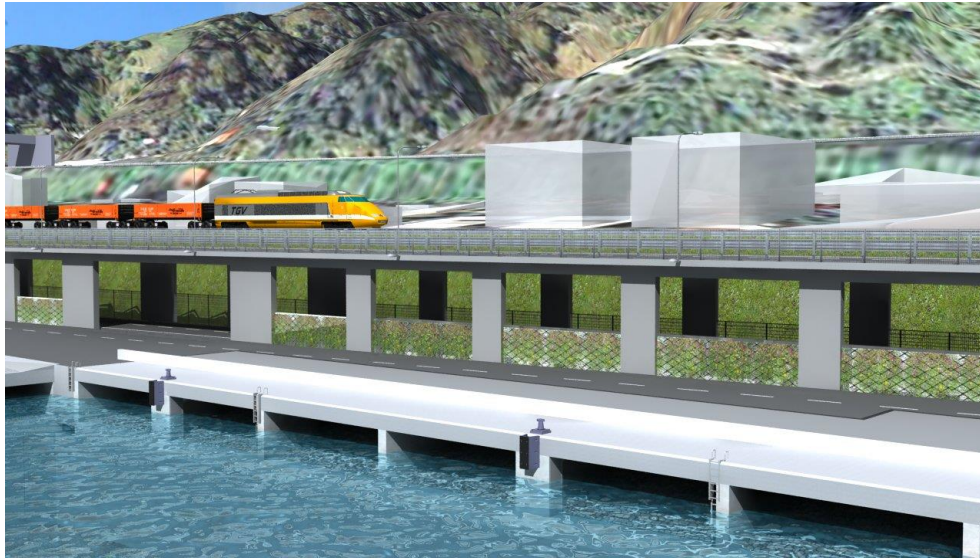


Figura 10 – Arredi di banchina

3 RISPETTO DEI REQUISITI PRESTAZIONALI DI NATURA TECNICA DI CUI ALL'ART. 7 DEL DISCIPLINARE DI GARA

3.1 GENERALITÀ

Nel presente Capitolo vengono presi in esame i requisiti prestazionali di natura tecnica elencati e descritti nell'Art. 7 del Disciplinare di Gara. Alcuni di questi punti sono stati oggetto di ulteriori precisazioni nelle risposte ai quesiti posti in sede di gara.

Nei paragrafi che seguono viene documentata, con riferimento agli elaborati progettuali pertinenti, la rispondenza del presente progetto ai singoli requisiti prestazionali dell'Art. 7 e successive precisazioni.

3.2 FORME PLANOALTIMETRICHE DELLE OPERE

Art. 7 punto i). Le opere proposte, ad eccezione della parte relativa al ripascimento protetto di cui al successivo punto iii) si sviluppano all'interno dell'area indicata nella Tav. C.6 (cfr. elaborato Grafico I002E)

Si sottolinea che tale requisito non è richiesto per le opere a scogliera di protezione del piazzale sud e per le opere d'arte di inscatolamento dei torrenti Farota e Guidari.

Le opere di regimazione idraulica dei torrenti Canneto, Farota, Guidari e Palumara, si estendono anche al di fuori dell'area indicata nella tavola C6 posta a base di gara come permesso sulla base della risposta al quesito n° 31 del 2/4/2010. In particolare la realizzazione di opere di sbarramento e regimazione a monte della piattaforma logistica permette di limitare l'apporto solido di materiale verso la sede portuale e pertanto è strettamente connessa con la funzionalità dell'opera.

La risistemazione della foce del torrente Canneto, con convogliamento in tale area anche delle acque del torrente Farota è conforme alla risposta al sopra citato quesito n° 31.

Art. 7 punto ii). I contorni planimetrici delle nuove banchine interne e del molo foraneo corrispondono a quelli indicati nella Tavola C6, con le modifiche consentite dal Disciplinare e dalla risposta al quesito n° 41. La rispondenza ai requisiti è evidenziata negli elaborati H001E – H002E e nella specifica sezione della Relazione Specialistica A013R Planimetria, riflessione delle opere ed agitazione interna.

In particolare:

- La linea AB (scogliera sud) come consentito dal disciplinare è stata arretrata di circa 7 m per la maggior parte dello sviluppo e risagomata al limite nord per ottenere adeguati coefficienti di stabilità globale della scogliera e ottenere una configurazione più stabile e funzionale dell'area di radice del molo foraneo.
- La linea CD e cioè la linea 0.0 l.m.m. delle opere antistanti il molo del porto esistente è stata traslata parallelamente verso il largo di circa 13 m (risposta al quesito n° 41).

Ciò permette di realizzare un valido collegamento con i lavori di riparazione del tratto terminale del Molo esistente già approvati e nel contempo realizza un significativo ampliamento della banchina esistente (da 6.4 a 16 m).

È da sottolineare che le opere antistanti il molo del Porto esistente e le opere interne direttamente esposte al moto ondoso esterno sono state previste con tipologia a scogliera assorbente e non con la tipologia a parete verticale indicata, peraltro in modo non vincolante, nel progetto di gara. La linea d'acqua di tali opere coincide con le prescrizioni; la posizione del piede dell'opera come richiesto nella risposta al quesito n° 41 è compatibile con l'inviluppo delle manovre delle navi riportate nello studio eseguito dal CETENA nell'ambito degli Studi per il PRP (Rif. Relazione A013R).

Art. 7 punto iii). Le opere di ripascimento protetto previste a Nord del torrente Larderia hanno la localizzazione indicata nei documenti di gara ed estensione complessiva di circa 1.400 m, superiore alla minima richiesta.

Il ripascimento è eseguito esclusivamente con materiali provenienti dal dragaggio aventi adeguate caratteristiche granulometriche, chimiche e microbiologiche.

L'intervento è esteso ad un'area di ripascimento non protetto, lunga 1,5-2,0 km, posta a nord dello stesso.

Per i sedimenti di dragaggio rimanenti e di adatte caratteristiche è previsto l'utilizzo per rifornimento di tratti di costa in erosione, utilizzazione per cui il Comune di Messina ha espresso il proprio interesse (cfr. Elaborato D009E).

Art. 7 punto iv). La quota di calpestio del ciglio delle banchine, ad esclusione delle parti destinate agli scivoli poggia portelloni, è costante e corrisponde a +2.20 m s.l.m.m. (cfr. elaborati grafici G001E, G002E e G003E).

Art. 7 punto v). La sagoma degli scivoli poggia portelloni corrisponde a quella indicata nel Progetto Preliminare (cfr. elaborato grafico G007E);

Art. 7 punto vi). La viabilità interna non interessa il rilevato ferroviario, non oggetto di esproprio (cfr. elaborati grafici I001E e I004E). Si segnala però che, previo parziale occupazione del rilevato e limitati adeguamenti strutturali all'impalcato di accesso all'area portuale, è possibile realizzare un ulteriore corsia in ingresso, in affiancamento sul lato di ponente a quelle di progetto, riempiendo il volume compreso tra l'impalcato ed il rilevato esistente.

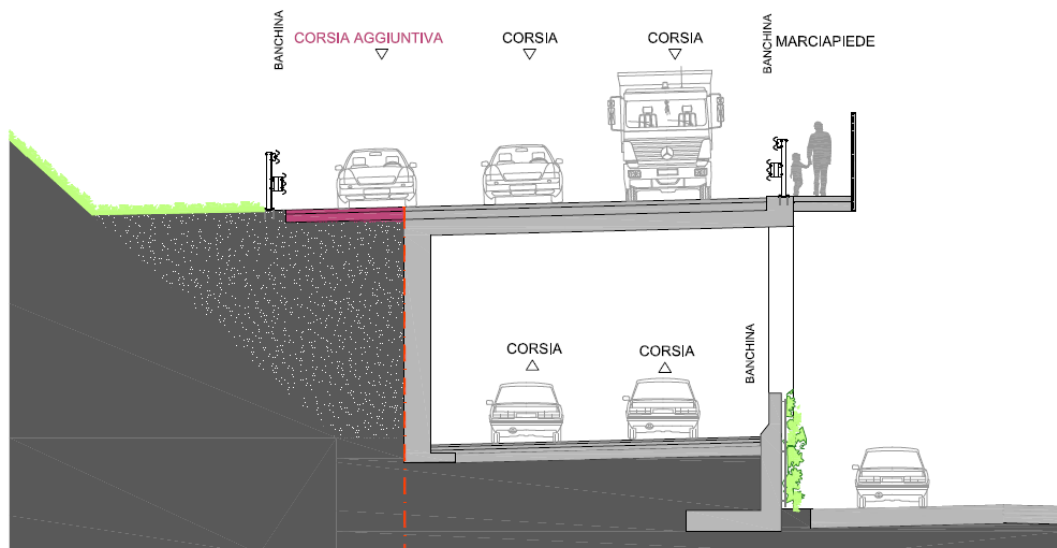


Figura 11 – Possibile ampliamento impalcato di accesso lato ponente.

Art. 7 punto vii). La quota del fondale interno alla darsena di progetto è stata prevista a -9.0 m s.l.m.m.

Art. 7 punto viii). La parte di molo di sopraflutto prossima alla testata, avente larghezza pari a circa 10 m e lunghezza di circa 80 m, è destinata ed attrezzata per l'ormeggio accostato delle unità navali dei servizi portuali; al fine di garantire l'ormeggio di tali imbarcazioni e nel contempo la stabilità del molo rispetto alle azioni indotte dal moto ondoso e dal sisma, è stato progettato un impalcato a giorno su tre file di pali, collegati tra loro mediante setti in c.a., impostando la sommità della fila più interna di pali a quota -4 m s.l.m.m., come autorizzato con la risposta al quesito n° 2 del 8/3/2010 (cfr. elaborato grafici H002E e H003E).

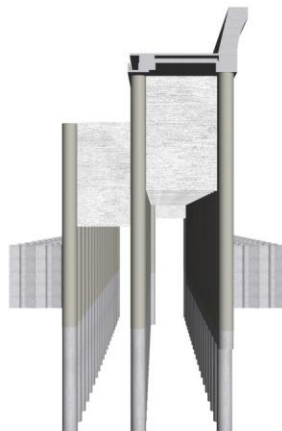


Figura 12 – Tratto terminale molo foraneo.

3.3 SOVRACCARICO ACCIDENTALE

Banchine, moli e viabilità interna sono state progettati assumendo un sovraccarico accidentale distribuito di 40 kN/mq. Per ulteriori dettagli si rimanda alle seguenti relazioni:

Nome elaborato	Codice elaborato
Relazione di calcolo opere di protezione a scogliera e ripascimento	F001R
Relazione di calcolo strutture di banchina	G001R
Relazione di calcolo strutture molo foraneo	H001R

3.4 COEFFICIENTI DI RIFLESSIONE D'ONDA

Tutte le opere di difesa e di banchinamento previste nel presente progetto definitivo hanno coefficienti di riflessione delle onde inferiori al limite del 40% per tutto il campo di condizioni di moto ondoso cui le opere stesse possono essere esposte. Le prestazioni delle opere per questo aspetto sono documentate nella relazione specifica (Elaborato A013R) cui è allegata la relazione delle prove su modello fisico in canaletta appositamente eseguite presso il Laboratorio IMAGE dell'Università di Padova per ottimizzare le prestazioni delle banchine a parete verticale con celle antiriflettenti.

3.5 MODELLO GEOTECNICO

Il modello geotecnico assunto corrisponde a quello del progetto preliminare (elaborato F24 – relazione geotecnica) suddiviso per molo foraneo, banchina di riva e piazzali (cfr. paragrafo 8 della relazione geotecnica, elaborato A006R).

Molo foraneo

- Primo strato di terreno dello spessore di 10 m

- Peso dell'unità di volume $\gamma = 19.5 \text{ kN/m}^3$
- Peso di volume immerso $\gamma' = 10 \text{ kN/m}^3$
- Angolo di attrito interno $\varphi = 34^\circ$
- Coesione $c = 0 \text{ kPa}$
- Modulo elastico $E = 35000 \text{ kPa}$
- Coefficiente di Poisson $\nu = 0.3$

- Secondo strato di terreno indefinito

- $\gamma = 19.5 \text{ kN/m}^3$
- $\gamma' = 10 \text{ kN/m}^3$
- $\varphi = 38^\circ$
- $c = 0 \text{ kPa}$
- $E = 35000 \text{ kPa}$
- $\nu = 0.27$

- Banchina di riva

- Peso dell'unità di volume $\gamma = 19.5 \text{ kN/m}^3$
- Peso di volume immerso $\gamma' = 10 \text{ kN/m}^3$
- Angolo di attrito interno $\varphi = 38^\circ$
- Coesione $c = 0 \text{ kPa}$
- Modulo elastico $E = 30000 \text{ kPa}$
- Coefficiente di Poisson $\nu = 0.28$

- Piazzali

- $\gamma = 19.5 \text{ kN/m}^3$
- $\gamma' = 10 \text{ kN/m}^3$
- $\varphi = 38^\circ$
- $c = 0 \text{ kPa}$
- $E = 41000 \text{ kPa}$
- $\nu = 0.28$

3.6 AZIONI SISMICHE

Le azioni sismiche sono state determinate coerentemente alle seguenti assunzioni:

- tempo di vita dell'opera: 50 anni
- classe d'uso dell'opera: III
- categoria di sottosuolo: C (cfr. paragrafo 7.1 relazione sismica, elaborato A007R)

Nel caso specifico del Comune di Messina si ha:

STATO LIMITE	TR [anni]	ag [g]	F0	T*c [s]
SLO	45	0.080	2.349	0.287
SLD	75	0.105	2.297	0.309
SLV	712	0.305	2.410	0.372
SLC	1462	0.407	2.449	0.403

Per effetto dell'amplificazione stratigrafica e topografica, l'accelerazione al suolo a_g subisce un'amplificazione pari a $S_s \cdot S_T$. Sottosuolo e ubicazione topografica sono così definiti:

- Ubicazione dell'opera T1 $S_T = 1,0$
- Coefficiente S_s

Categoria sottosuolo	S_s	C_c
A	1,00	1,00
B	$1,00 \leq 1,40 - 0,40 \cdot F_0 \cdot \frac{a_g}{g} \leq 1,20$	$1,10 \cdot (T_c^*)^{-0,20}$
C	$1,00 \leq 1,70 - 0,60 \cdot F_0 \cdot \frac{a_g}{g} \leq 1,50$	$1,05 \cdot (T_c^*)^{-0,33}$
D	$0,90 \leq 2,40 - 1,50 \cdot F_0 \cdot \frac{a_g}{g} \leq 1,80$	$1,25 \cdot (T_c^*)^{-0,50}$
E	$1,00 \leq 2,00 - 1,10 \cdot F_0 \cdot \frac{a_g}{g} \leq 1,60$	$1,15 \cdot (T_c^*)^{-0,40}$

Per i vari stati limite, si ottiene:

STATO LIMITE	Ss	ST	a _g [g]	a _{max} /g [g]
SLO	1.50	1.00	0.080	0.120
SLD	1.50	1.00	0.105	0.158
SLV	1.26	1.00	0.305	0.384
SLC	1.11	1.00	0.407	0.452

Figura 13 – Classificazione sismica del sito (DM 14-01-2008).

3.7 AZIONI MOTO ONDOSO

Nell’ambito del presente progetto sono stati confermati i dati base, le analisi ed i risultati del Progetto Preliminare sul clima di moto ondoso al largo ed in prossimità della costa, con gli ulteriori elementi forniti nella risposta al quesito n°10. Tali dati sono stati integrati con ulteriori elaborazioni per ricavare le onde di progetto per i diversi tratti delle opere. I dettagli dell’analisi sono riportati nell’Elaborato A008R Relazione Idraulico Marittima, cui sono allegate le parti dell’analogo elaborato del Progetto Preliminare controfirmate per accettazione.

La determinazione dei periodi di ritorno degli eventi di moto ondoso da assumere per il progetto e la determinazione dei carichi è stata effettuata secondo le “Istruzioni Tecniche per la progettazione delle dighe Marittime” del Consiglio Superiore LL.PP. I dettagli sono contenuti nel citato elaborato A008R e nelle relazioni di calcolo F001R, H001R.

3.8 STABILITA’ GLOBALE PENDII INTERESSATI DALLE OPERE

Le banchine ed i moli sono stati progettati in modo da garantire coefficienti di sicurezza alla stabilità globale superiori a 1,10 volte i coefficienti di normativa sotto riportati:

- i. SLU per azioni statiche: $\gamma_{R2} = 1,10$ (Approccio 1 – Combinazione 2 di cui al D.M. 14/01/2008);
- ii. SLE per azioni statiche: $\gamma_{R2} = 1,30$
- iii. SLU per azioni sismiche: $\gamma_{R2} = 1,10$ (coefficienti sulle azioni sempre pari a $\gamma_F = 1,00$ – coefficienti parziali sulle caratteristiche geotecniche γ_{M2} di cui al D.M. 14/01/2008);
- iv. SLD per azioni sismiche: $\gamma_{R2} = 1,30$

Le verifiche di stabilità globale sono state condotte con i software PLAXIS V8 versione 6 (copyright program by Plaxis bv P.O. Box 572, 2600 AN Delft, Netherlands) e SLIDE – Version 5 (2D limit equilibrium slope stability for soil and rock slopes) prodotto dalla Rocscience Inc., in corrispondenza delle sezioni stratigrafiche E-E ed F-F fornite dalla tavola F23 del progetto preliminare, e riportate nei seguenti elaborati grafici di progetto definitivo:

- Sezione E-E (cfr. elaborati grafici H001E, H003E)
- Sezione F-F (cfr. elaborati grafici F001E, F002E)

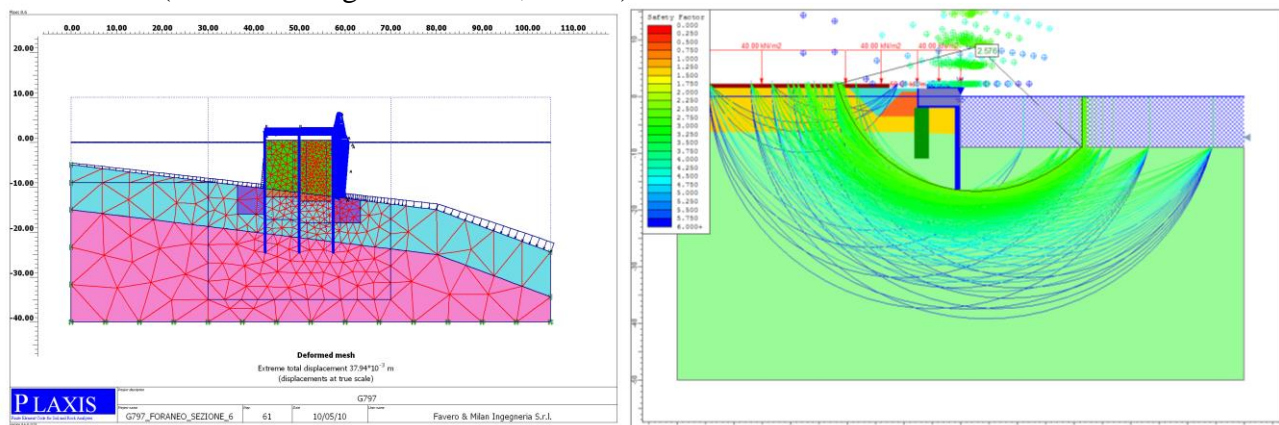


Figura 14 – Mappe cromatiche delle analisi (Plaxis e Slide).

I risultati delle analisi, riportati in dettaglio nella relazione di calcolo opere di protezione a scogliera e ripascimento (F001R) e nella relazione di calcolo Molo foraneo (H001R), sono riassunte nella tabella seguente

3.8.1 Sezione E-E

Analisi	Coefficiente di sicurezza alla stabilità globale	Verifica
SLE	1.54	OK
SLU_A2+M2	1.23	OK
SLD	2.33	OK
SLV	1.41	OK

3.8.2 Sezione F-F (Banchina di riva)

Analisi	Coefficiente di sicurezza alla stabilità globale (Banchina di riva)	Coefficiente di sicurezza alla stabilità globale (Molo di sopraflutto)
SLE	2.10	16.06
SLU_A2+M2	1.58	13.46
SLD	1.48	12.83
SLV	1.21	5.85

Grazie alla potenzialità dei software, sono state eseguite analisi di stabilità globale, strutturale e verifiche geotecniche su ulteriori sezioni, indicate nei rispettivi elaborati di dettaglio (cfr. elaborati H002E e H003E per il molo foraneo; G001E, G002E e G006E per la banchina di riva; F008E e F009E per la scogliera a Nord; F002E per la scogliera a Sud).

Le verifiche sono state effettuate considerando per gli strati di terreno potenzialmente soggetti a liquefazione in caso di evento sismico, come risultato dalle prove geotecniche fino ad ora effettuate, un angolo di attrito e coesione nulli. Per maggiori dettagli si rimanda:

- al paragrafo 11 della relazione di calcolo strutture di banchina (elaborato G001R) per le banchine interne,
- al paragrafo 10 della relazione di calcolo molo foraneo (elaborato H001R) per il molo di sopraflutto,
- alla relazione di calcolo opere di protezione a scogliera e ripascimento (elaborato F001R) per la diga a gettata.

3.9 VERIFICHE ALLA LIQUEFAZIONE

I risultati delle indagini geotecniche effettuate nell'area oggetto di intervento evidenziano, per alcuni strati di terreno, il rischio di liquefazione. Per tener conto di tale fenomeno sono state condotte, per le principali opere, delle specifiche verifiche di stabilità trascurando la portanza di tali strati.

Molo di sopraflutto. Le indagini geotecniche effettuate in prossimità dell'area interessata dal molo di sopraflutto evidenziano il rischio di liquefazione per gli strati di terreno presenti tra -12 e -17 m s.l.m.m. di profondità.

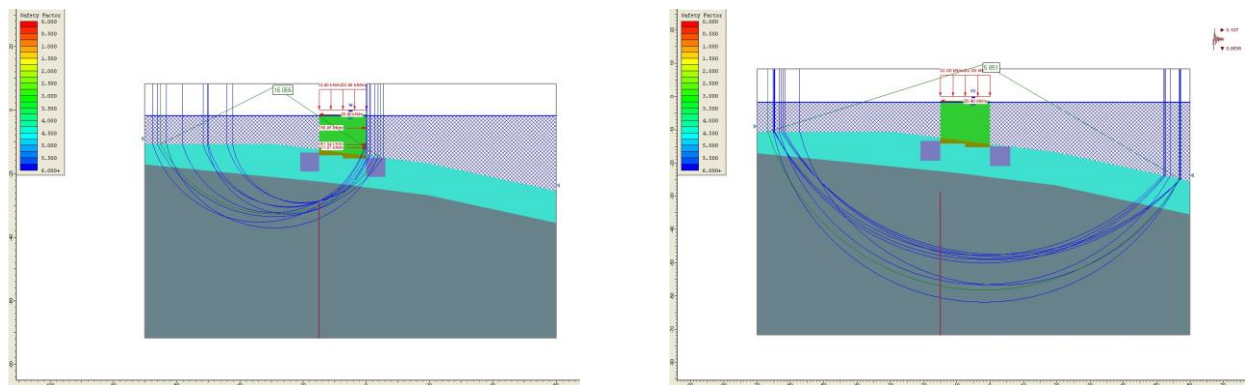


Figura 15 – Molo foraneo: analisi di stabilità globale (combinazione SLE, SLV).

Per tener conto di tale aspetto i pali di fondazione del molo sono stati progettati trascurando il contributo di portanza di tale strato (cfr. paragrafo 10.4 relazione H001R). Inoltre sono state condotte delle verifiche di stabilità che hanno fornito coefficienti di sicurezza allo SLV di 5.16 (cfr. paragrafo 10.6 della relazione H001R).

Banchine di riva. Le indagini geotecniche effettuate in prossimità dell'area interessata dalle banchine interne evidenziano il rischio di liquefazione per gli strati di terreno presenti tra -3.5 e -7.5 m sl.m.m. di profondità.

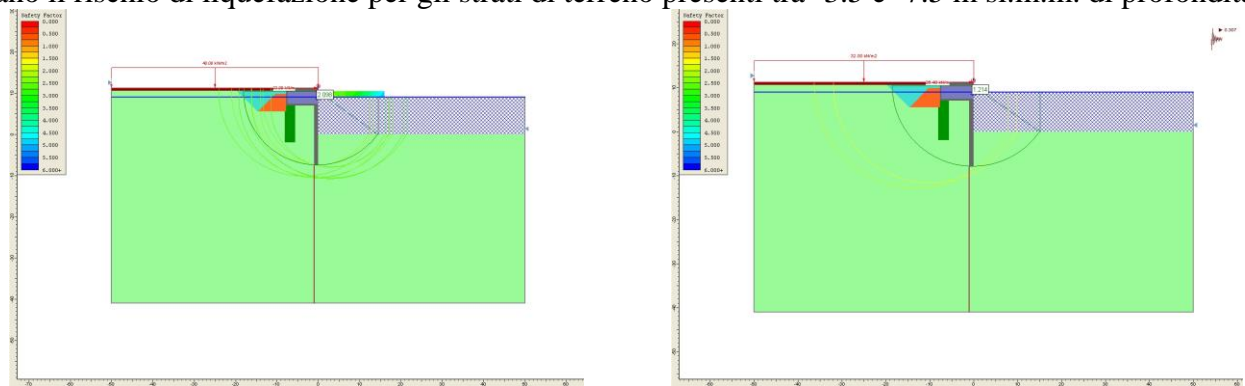


Figura 16 – Banchina di riva: analisi di stabilità globale (combinazione SLE, SLV).

Per tener conto di tale aspetto i diaframmi della banchina sono stati progettati trascurando il contributo di portanza di tale strato. Inoltre sono state condotte delle verifiche di stabilità globale e strutturale (cfr. paragrafo 11 relazione G001R).

Dighe a gettata. Le indagini geotecniche effettuate in prossimità dell'area interessata dalle due dighe a gettata evidenziano il rischio di liquefazione per gli strati di terreno presenti tra -7.5 e -10.5 m di profondità, in corrispondenza della scogliera area Sud, e tra -7.5 e -16.5 m per quella per la scogliera area Nord.

Per tener conto di tale aspetto sono state condotte delle verifiche di stabilità, trascurando il contributo resistente di tali strati, che hanno fornito coefficienti di sicurezza allo SLV di 1.24 (vedere relazione F001R).

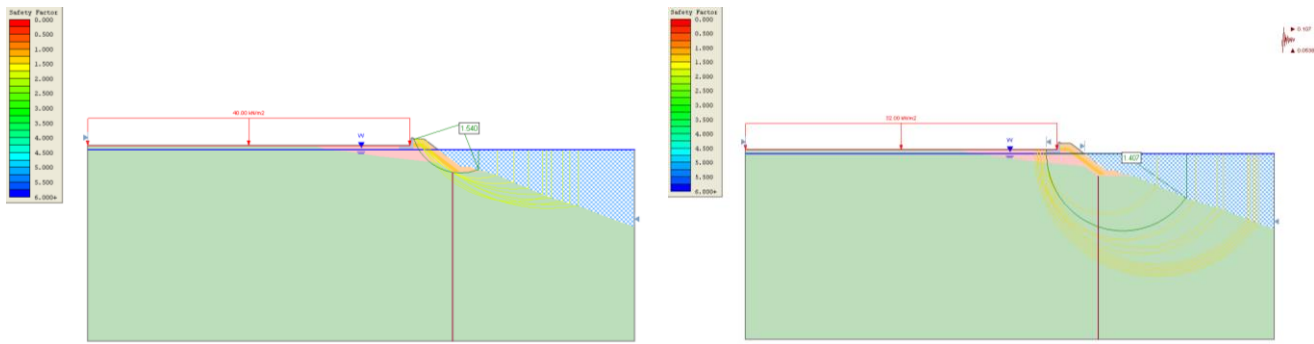


Figura 17 – Scogliera: analisi di stabilità globale (combinazione SLE, SLV).

Nonostante i coefficienti di sicurezza ottenuti risultino superiori ai minimi di legge ed ai valori prescritti nel disciplinare di gara, dimostrando la compatibilità delle opere, rispetto a fenomeni di stabilità globale, anche in caso di evento sismico, per evitare fenomeni di subsidenza della diga, che potrebbero compromettere la sua funzionalità, si prevede un preventivo intervento di miglioramento del terreno mediante **vibroflottazione**. La vibroflottazione è una tecnica che consente di addensare i terreni granulari in sito mediante una simultanea vibrazione e saturazione del terreno, senza utilizzare materiale di riempimento, definita appunto “*vibro-compaction without replacement*” cioè vibro-compattazione senza immissione. In particolare si prevede un trattamento colonnare a maglia triangolare (o a *quinconce*), con vertici disposti ad una spaziatura massima di 2.20 m, fino alle profondità indicate nel paragrafo 11.4 della relazione sismica (elaborato A007R).

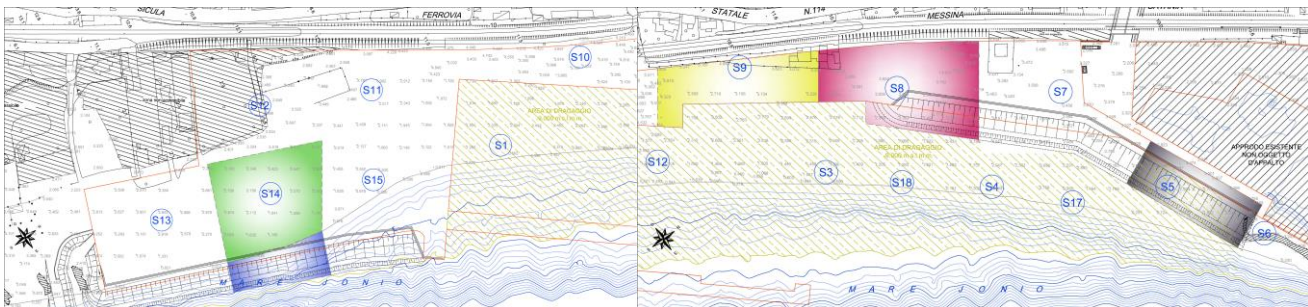


Figura 18 – Planimetria interventi di vibroflottazione (elaborato B006E).

La distribuzione delle colonne vibroflottate, consente di incrementare la densità del terreno, fino a raggiungere valori che, in caso di evento sismico, non determinano liquefazione.

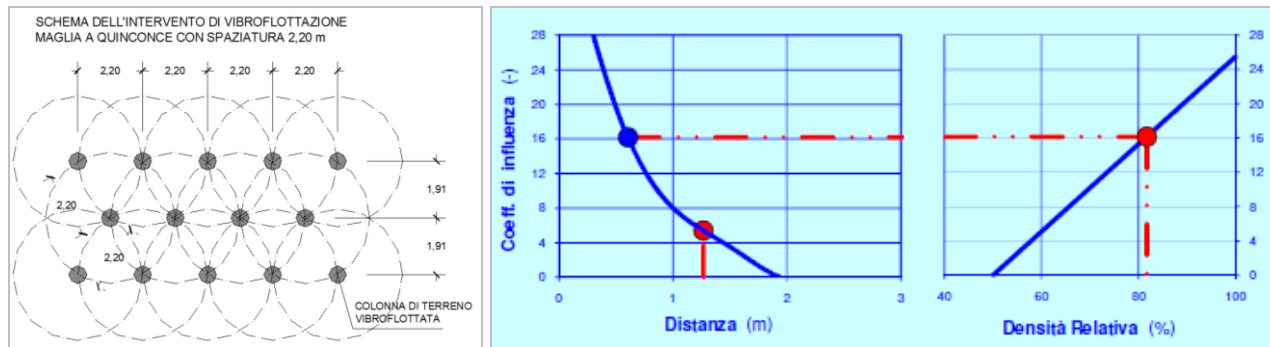


Figura 19 – Schema dell'intervento di vibroflottazione.

Piazzali. Le indagini geotecniche effettuate nell'area dei piazzali evidenziano, limitatamente ad alcune zone, il rischio di liquefazione per gli strati di terreno presenti tra -7.5 e -16.5 m di profondità. Tenuto conto che in caso di evento sismico in tali zone si potrebbero verificare fenomeni di subsidenza tali da compromettere la funzionalità degli stessi (smaltimento acque meteoriche, rete antincendio...), è stato previsto, anche in queste aree, un intervento di miglioramento del terreno mediante vibro flottazione, analogo a quello di cui al paragrafo precedente.

3.10 CARATTERISTICHE BITTE DI ORMEGGIO

Tutte le bitte di ormeggio previste nel progetto garantiscono una resistenza al tiro certificata di 1000 kN.

3.11 ORGANIZZAZIONE LOGISTICA DELLE AREE A TERRA

L'organizzazione logistica delle aree a terra è stata definita sulla base delle analisi e delle considerazioni (e presenta le caratteristiche) illustrate nell'elaborato A012R "*Organizzazione delle aree a terra, modalità di esercizio e funzionalità dell'opera*", cui si rimanda per maggiori dettagli, ed è rappresentata nelle planimetrie di progetto, in particolare negli elaborati I001E e I002E. Per gli aspetti legati alla gestione delle complessità di funzionamento d'uso relativa all'esercizio dell'opera si rinvia anche al punto 4.3 della presente relazione.

Art. 7 punto i). Non sono previsti interventi sulla viabilità a monte del sottovia ferroviario di accesso (cfr. elaborati I001E, I002E e I004);

Art. 7 punto ii). L'accesso all'area portuale avviene esclusivamente attraverso il sottovia ferroviario esistente e la connessa viabilità circolare di collegamento con la strada statale e l'autostrada (cfr. elaborato I002E);

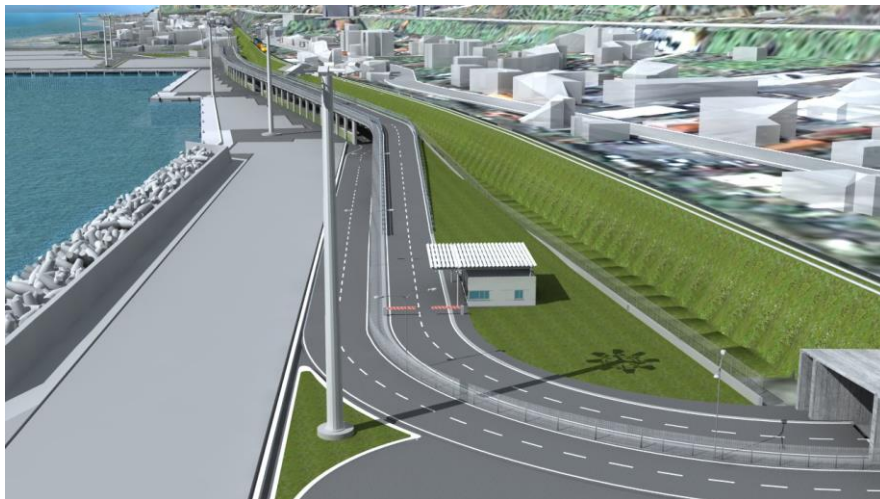


Figura 20 – Accesso area portuale

Art. 7 punto iii). La viabilità compresa tra lo sbocco del sottovia e la futura biglietteria/varco portuale è prevista a livelli sfalsati sovrapposti, di cui quello inferiore è dedicato all'uscita e quello superiore in sopraelevata, dedicato all'ingresso, è in grado di contenere 1680 m di linea di carico. Tale lunghezza assieme al dimensionamento del varco di ingresso, e con riferimento alle valutazioni riportate nel citato elaborato risulta adeguata a gestire le prevedibili punte di traffico, valutate sulla base dei dati di traffico indicati al punto xiii) dell'art. 7 del Disciplinare e nel seguito precisati. Si segnala che, senza ridurre la capacità di stoccaggio di veicoli dei piazzali, si potrebbe ulteriormente aumentare la capacità della linea di carico in ingresso, realizzando, in affiancamento all'impalcato di progetto sul lato di levante, una ulteriore corsia di marcia, sovrapposta alla strada interna all'area portuale. Questa soluzione potrebbe essere realizzata in futuro – in relazione all'effettivo manifestarsi di inconvenienti e fenomeni

di congestione in presenza di picchi di traffico particolarmente intensi e/o di eventi “esterni” che ostacolano temporaneamente il regolare andamento del traffico in maniera superiore a quanto oggi prevedibile e/o ritenuto accettabile e pertanto ne giustifichino l’attuazione – in alternativa alla ipotesi di cui al paragrafo 3.2 (punto vi), che prevede la realizzazione della terza corsia sul lato di ponente.

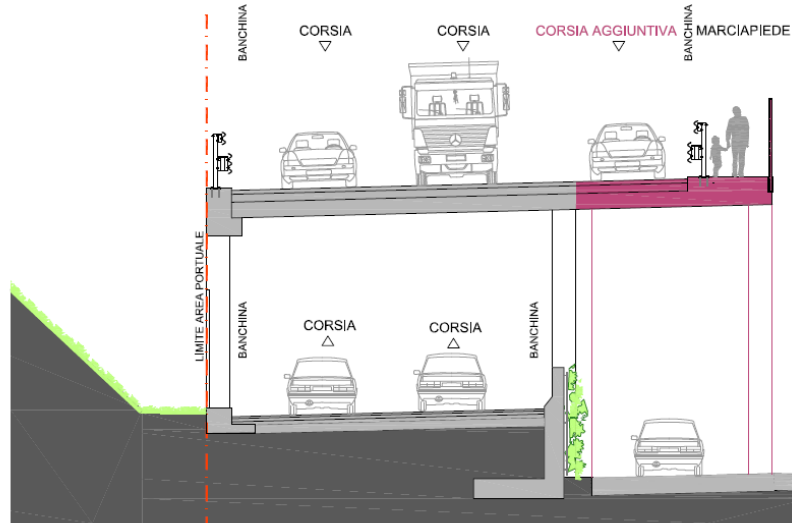
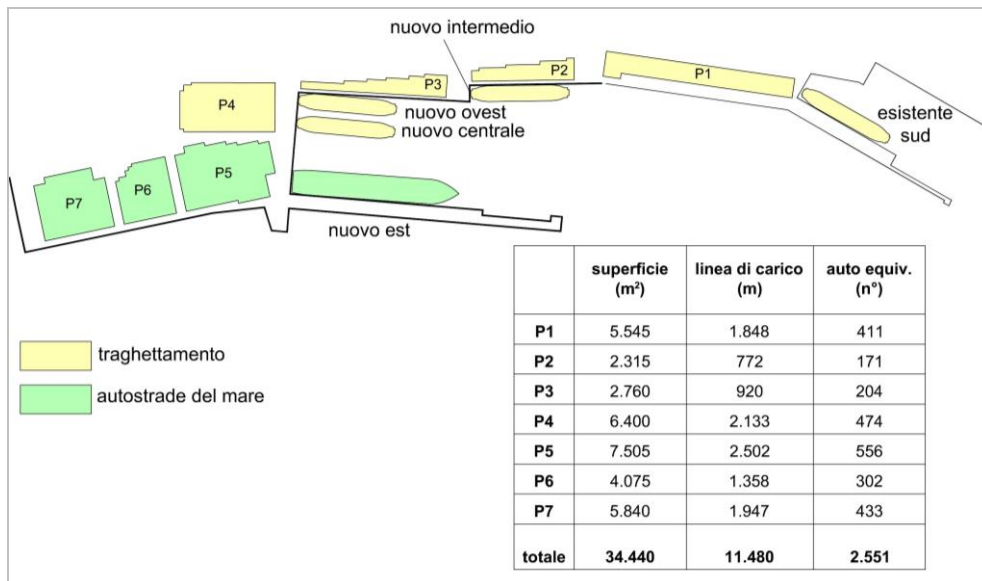
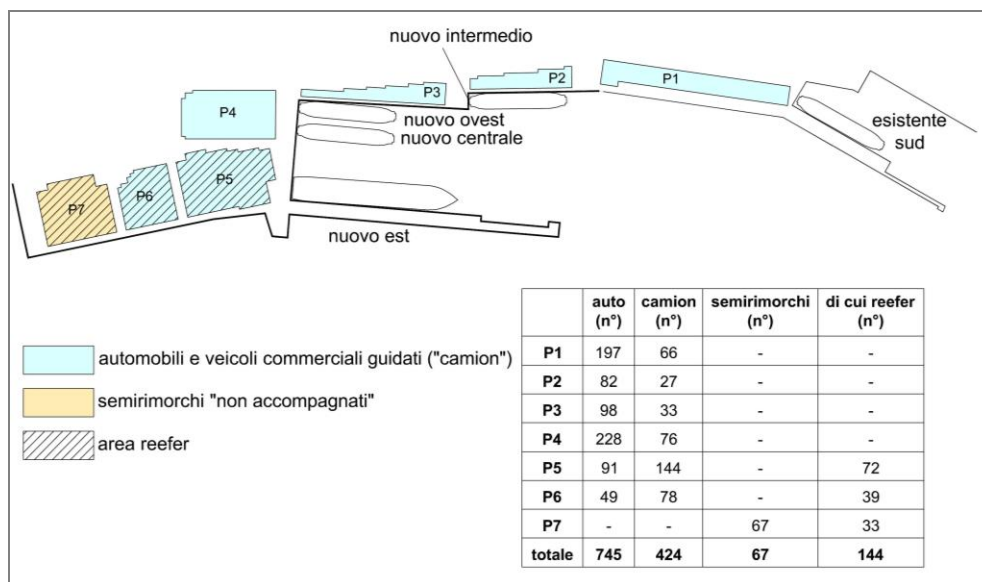


Figura 21 – Possibile ampliamento impalcato lato levante

Art. 7 punto iv). I piazzali di stoccaggio – nonostante l’arretramento di circa 7 m dell’opera di difesa determinato da valutazioni di stabilità geotecnica e di sicurezza nei confronti di modifiche morfologiche, cfr. 2.2.1 – offrono una disponibilità di linea di carico di 11.480 m (2.551 auto equivalenti), superiore quindi del 15% circa rispetto ai parametri di cui all’art. 7 e del 2% circa rispetto a quelli (2.500 auto equivalenti, 11.250 m di linea di carico) indicati come “auspicabili” nella risposta al quesito n°23. Le figure che seguono illustrano schematicamente i dati relativi anche ai punti vii) e viii).





Art. 7 punto v). La viabilità di uscita è separata da quella di ingresso. La strada in ingresso inizialmente a raso ed in affiancamento a quella in uscita, risale progressivamente fino a sovrapporsi planimetricamente, ad un livello superiore, con la carreggiata in uscita come detto al punto iii).

Art. 7 punto vi). La posizione dei controlli doganali è prevista in prossimità dell'edificio servizi, non oggetto dell'appalto, in posizione tale da non intralciare il normale andamento dei flussi.

Art. 7 punto vii). L'area destinata alla modalità "non accompagnato" è prevista in corrispondenza del piazzale P7 e consente di ospitare 67 semirimorchi, pari al 23% del numero complessivo (289) di mezzi commerciali ("guidati" e "non guidati") previsti per il servizio RoRo autostrade del mare, in misura quindi superiore alla percentuale (20%), indicata nella risposta al quesito n° 43. La superficie di piazzale dedicata al "non accompagnato" è di 5.840 m², pari al 38% circa della superficie complessivamente disponibile per i mezzi commerciali di cui sopra, in ragione della maggiore superficie unitaria considerata per i semirimorchi (87.5 m²) rispetto a quella (43.8 m²) per mezzi "guidati". Per maggiori chiarimenti si rimanda alle figure ed al cap. 6 del citato elaborato A012R.

Art. 7 punto viii). I piazzali P5, P6 e P7, dedicati al servizio RoRo autostrade del mare, sono predisposti per una rapida implementazione degli impianti necessari alla realizzazione della "catena del freddo". In particolare sono previste 144 postazioni, in grado di servire il 50% del totale (288) dei mezzi commerciali previsti per "autostrade del mare". Per maggiori chiarimenti si rimanda alle figure ed al cap. 6 dell'elaborato di cui sopra.

Art. 7 punto ix). L'area da dedicare ai controlli radiogeni dei mezzi commerciali da effettuare mediante scanner è prevista nell'area a sud del piazzale, compresa tra il torrente Canneto ed il parcheggio P7 ed ha una superficie di 635.7 m².

Art. 7 punto x). L'area per la futura realizzazione dell'edificio servizi, non oggetto dell'appalto, è ubicata in prossimità dell'angolo sud-ovest dell'area di intervento. Si prevede un edificio a pianta rettangolare, integrato con la biglietteria/varchi di ingresso e uscita, orientato in direzione nord-sud su 7 piani fuori terra di complessivi 28.770 m³. Al piano terra è previsto un parcheggio, al piano primo l'accoglienza/ristoro, al secondo e terzo uffici, al quarto residenze per gli addetti, al quinto e sesto ulteriori uffici ed al settimo un giardino pensile.



Figura 22 – Edificio Servizi.

Art. 7 punto xi). Il perimetro delle aree soggette a controllo di security ed accessibili agli utenti solo dopo la validazione del biglietto corrisponde al limite dell'area portuale con il rilevato ferroviario, lato ovest, ed il torrente Canneto lato sud.

Art. 7 punto xii). L'organizzazione delle aree di sosta è ispirata alla massima flessibilità. Rimandando a questo riguardo al punto 4.3 della presente ed alla relazione A012R per una trattazione argomentata dell'importante tema, si riassumono nel seguito i punti salienti. I principali elementi di flessibilità si riferiscono sia all'assetto complessivo (in grado di accogliere 4 accosti per traghettamento dello Stretto ed 1 accosto per autostrade del mare), assunto come "assetto di riferimento", come pure di adattarsi, con modeste modifiche, ad accogliere altri assetti che si rivelasse opportuno adottare a seguito dell'effettiva dinamica delle esigenze, sia alla organizzazione delle aree e dei servizi prevista dal progetto.

Significativi margini di flessibilità sono consentiti, tra l'altro, dal fatto che i piazzali previsti consentono di ospitare un numero di veicoli delle diverse tipologie superiore del 43% circa per il servizio del traghettamento, del 9% per il servizio autostrade del mare, e complessivamente del 29%, rispetto alle superfici valutate come necessarie con i criteri prudenziali illustrati al punto 6.3 dell'elaborato più volte citato.

Di particolare rilievo ai fini di consentire la massima flessibilità d'uso risulta indubbiamente la scelta di eseguire in sopraelevata la strada di accesso al porto. Questa soluzione (di costo naturalmente superiore rispetto a quella di eseguire in affiancamento le carreggiate di ingresso e di uscita) consente infatti di massimizzare la superficie disponibile per piazzali di sosta e al tempo stesso non pregiudicare in alcun modo la possibilità di potenziare ulteriormente – qualora se ne verificasse l'opportunità, che al momento non risulta – le componenti potenzialmente più critiche per la funzionalità complessiva dell'opera. Ci si riferisce in particolare al sistema della viabilità di ingresso (che potrà essere eventualmente dotato in un secondo tempo di una terza corsia, con due diverse ipotesi realizzative di cui si è fatto cenno al precedente punto iii)) nonché ai piazzali di sosta, che potrebbero essere anch'essi potenziati, ad esempio mediante strutture multipiano.

Circa la possibilità di "*dedicare le aree di sosta in modo da consentire l'approdo a distinti ed indipendenti vettori marittimi*" si rimanda al punto 7.1 dell'elaborato citato, nel quale si argomentano i motivi che al momento sconsigliano di separare fisicamente le aree di sosta (e gli accosti), per le quali il progetto prevede comunque una netta separazione funzionale. La separazione fisica tra terminali distinti e separati resta comunque possibile e richiede anch'essa interventi di costo e di impegno limitati.

Art. 7 punto xiii). I volumi di traffico ed i parametri relativi alla distribuzione mensile ed alle navi-tipo presi a riferimento nel presente progetto (si veda in particolare l'elaborato citato) coincidono con quelli indicati al punto

xiii) dell'art. 7 del Disciplinare, con le integrazioni e le precisazioni di cui alle risposte ai quesiti pertinenti. Come detto al punto 2.1 della relazione A012R è stata formulata una ipotesi integrativa relativa al numero di automobili che utilizzeranno il servizio autostrade del mare, in maniera da completare il quadro dei traffici da considerare all'orizzonte temporale 2020. Mediante analisi di sensibilità si è verificato che tale ipotesi non comporta variazioni significative nelle valutazioni e nelle considerazioni eseguite a supporto del presente progetto, illustrate nell'elaborato citato e sopra in parte riepilogate.



Figura 23 – Vista d'insieme

4 SCELTE EFFETTUATE IN RELAZIONE AGLI ELEMENTI DI VALUTAZIONE QUALITATIVA DI CUI ALL'ART. 13 DEL DISCIPLINARE DI GARA

4.1 MODALITA' DI RISOLUZIONE DELLE PROBLEMATICHE GEOTENICHE, IDRUALICHE E GEOLOGICHE

Problematiche geologiche e geotecniche. Le criticità del sito dovute alla morfologia del terreno da un lato ed alle caratteristiche geotecniche di alcuni strati di terreno rapportati all'elevata sismicità dell'area dall'altro, sono state risolte adottando le soluzioni tecniche di seguito esplicitate per le varie opere di cui si compone l'intervento.

Molo di sopraflutto. Il molo di sopraflutto è realizzato mediante un impalcato a giorno su pali di diametro 1.5 m disposti su maglia 6x7.5 m, in modo da minimizzare le azioni inerziali in caso di sisma, funzione della massa della struttura.

Per fornire adeguata rigidezza alla struttura rispetto alle azioni orizzontali dovute al moto ondoso, al tiro delle bitte ed al sisma, i pali sono collegati tra loro, in direzione ortogonale allo sviluppo del molo, ogni 6 m, mediante setti in c.a. di spessore 50 cm spinti fino alla profondità di un metro al di sotto del fondale esistente. Inoltre, tenuto conto che gli spostamenti del molo sono anche dovuti alle caratteristiche di deformabilità del terreno di fondazione, ogni 6 m vengono realizzati dei setti in *jet grouting*, di dimensioni 6x6m e spessore medio 80 cm, al piede dei pali, esternamente alla struttura del molo.

I pali sono dimensionati trascurando la portanza degli strati di terreno che, dalle indagini disponibili, a rischio di liquefazione in caso di evento sismico.

Per il calcolo delle massime sollecitazioni e verifiche di stabilità sono state eseguite analisi ad elementi finiti in stato piano di deformazione con i programmi PHASE2 versione 7.0 e SLOPE versione 5.0 prodotti dalla *Rocscience Inc.* nelle varie combinazioni di carico previste dalla normativa vigente.

Per il calcolo degli spostamenti sono state eseguite analisi ad elementi finiti con il programma PLAXIS V8.6 (copyright program by Plaxis bv P.O. Box 572, 2600 AN Delft, Netherlands).

Banchine di riva. Le banchine di riva sono realizzate mediante diaframmi in c.a. di spessore 1 m vincolati a setti isolati di dimensioni 2.5x0.8x8.7 m disposti ortogonalmente alla linea di costa ogni 10 m.

I diaframmi sono dimensionati trascurando la portanza degli strati di terreno risultati, dalle indagini disponibili, a rischio di liquefazione in caso di evento sismico.

Per il calcolo delle massime sollecitazioni e verifiche di stabilità sono state eseguite analisi ad elementi finiti in stato piano di deformazione con i programmi PHASE2 versione 7.0 e SLOPE versione 5.0 prodotti dalla *Rocscience Inc.* nelle varie combinazioni di carico previste dalla normativa vigente

Per il calcolo degli spostamenti sono state eseguite analisi ad elementi finiti con il programma PLAXIS V8.6 (copyright program by Plaxis bv P.O. Box 572, 2600 AN Delft, Netherlands).

Opere a scogliera. La scelta della tipologia a scogliera con mantellata in elementi artificiali con elevata stabilità e capacità di assorbimento di energia del moto ondoso ha permesso di affrontare e risolvere in modo adeguato le problematiche progettuali inerenti all'opera di difesa dei piazzali sud e delle opere interne del bacino nell'area a nord (dove nel Progetto Preliminare erano previste opere a parete verticale con cassoncini antiriflettenti e muro con quota di cresta +3,80 m l.m.m.).

In particolare è stato possibile progettare soluzioni caratterizzate da:

- basso coefficiente di riflessione e quindi basso impatto sia sull'agitazione interna che sulla stabilità dei fondali antistanti (Elaborati A013R e A009R);
- tracimazione ridotta e rispondente ai criteri generalmente adottati al fine di garantire la sicurezza per le persone ed i mezzi (Elaborato F001R);
- adeguata stabilità geotecnica in condizioni statiche e sismiche, anche grazie agli interventi di vibroflottazione previsti nelle aree dove sono presenti strati suscettibili a fenomeni di liquefazione (Elaborato F001R);
- facilità di esecuzione nelle zone antistanti il molo esistente, dove sono presenti scogliere di notevoli dimensioni completamente interrite;
- possibilità di efficace collegamento con il ripristino del tratto terminale del molo, già approvato;
- facilità di manutenzione e riparazione di eventuali danni.

Viabilità di accesso e piazzali. L'impalcato di accesso all'area portuale è fondato su diaframmi isolati di 100 cm di spessore e profondità 10 m.

I diaframmi sono stati progettati tenendo conto sia delle azioni verticali che di quelle orizzontali indotte principalmente dal sisma. Per tener conto che in alcuni tratti interessati dal manufatto i terreni sono risultati potenzialmente liquefabili i diaframmi sono stati progettati trascurando la portanza di tali strati.

4.1.1 Problematiche idrauliche

Le principali problematiche idrauliche e le risoluzioni tecniche individuate vengono descritte in seguito in forma tabellare per una più agevole consultazione. Per maggiori dettagli si rimanda alla Relazione Idraulica A005.

Regimazione torrenti Farota e Canneto

Progetto a base di gara	Criticità evidenziate	Risoluzioni previste in progetto definitivo
Convogliamento di tutta la portata del Canneto nel Farota, con realizzazione di un canale a cielo aperto nel tratto a monte della autostrada	Sovraccarico dello scolo Farota con convogliamento di una portata di circa 14 mc/s dal Canneto al Farota. Convogliamento di portata e di materiale in trasporto solido sul Farota e quindi sulla sede portuale.	Convogliamento sul Farota delle sole portate non smaltibili in condizioni di sicurezza idraulica dalle infrastrutture esistenti sul torrente Canneto (4,2 mc/s)
Nessuna opera di regimazione sul Farota a monte dell'Autostrada.	Nessuna limitazione del materiale solido trasportato dal Farota verso la piattaforma portuale.	Realizzazione di un bacino di accumulo del materiale solido prima dell'attraversamento autostradale.
Realizzazione di un canale rettangolare con struttura in c.a. tra l'Autostrada e la S.S., di dimensioni 3.0 m x 2.50 m	L'ingombro previsto per convogliare la portata di progetto (del Farota + Canneto) non è realizzabile in quanto vincolato dalla presenza di edifici a distanza di 2.5 m l'uno dall'altro.	Riduzione della sezione a 1.50x2.0 m in conseguenza alla riduzione della portata addotta al Farota dal Canneto. Realizzazione di una struttura di sostegno degli edifici in micropali durante le fasi di scavo.
Attraversamento della S.S. mediante rifacimento dell'impalcato viario. Attraversamento della ferrovia con monolite e ponte Essen.	Interruzione della viabilità della statale, interferenze con i sottoservizi presenti nella sede viaria, interferenze con il sottopasso esistente della ferrovia che ne rende problematica la realizzazione del nuovo attraversamento.	Realizzazione dell'attraversamento della S.S. e della ferrovia con tubo spinto DN 2000, infisso da valle verso monte. Mantenimento dell'attuale sottopasso come cunicolo servizi per l'allaccio delle utenze idriche, fognarie ed elettriche.
Attraversamento della piattaforma logistica portuale con scatolare 3.50x3.0 m e sbocco in mare nei pressi della mantellata esterna del porto.	Interferenze con i sottoservizi della piattaforma logistica. Esposizione dello scarico al moto ondoso. Effetti negativi dello scarico sul regime di trasporto dei sedimenti (perdita trasversale)	Convogliamento del tratto tombinato sotto la nuova piattaforma alla foce del torrente Canneto opportunamente sistemata con scogliere.

Regimazione torrente Guidari

Progetto a base di gara	Criticità evidenziate	Risoluzioni previste in progetto definitivo
Nessuna opera di regimazione sul Guidari a monte dell'Autostrada.	Nessuna limitazione del materiale solido trasportato verso la piattaforma portuale.	Realizzazione di una serie di briglie per l'accumulo del materiale solido prima dell'attraversamento autostradale.
	Presenza di franamenti di sponda a monte della autostrada e di inghiaiamenti dell'alveo	Ripresa delle sponde dissestate e pulizia dell'alveo
Realizzazione di una vasca di	L'ingombro non consente l'accesso	Riduzione della larghezza ed aumento della

accumulo tra autostrada e S.S. di larghezza 10 m circa e lunghezza 20 m	all'alveo per manutenzione della vasca ed interclude l'accesso ad alcune abitazioni a monte	lunghezza e della profondità dell'opera aumentandone il volume disponibile.
Tombinamento del tratto sotto la piattaforma portuale.	Possibili intasamenti nel tratto tra lo sbocco dell'attraversamento ferroviario e la piattaforma di progetto.	Revisione geometrica del profilo longitudinale dell'opera. Realizzazione di muro paraspruzzi per la protezione della viabilità portuale.

Impianti di smaltimento e trattamento delle acque meteoriche

Progetto a base di gara	Criticità evidenziate	Risoluzioni previste in progetto definitivo
Captazione delle acque con canaline poste anche sul ciglio banchina (Piazzali P3 e P4 – pendenza lato darsena)	Possibili sversamenti in mare in caso di ostruzioni delle canaline	Revisione delle pendenze dei piazzali in modo da scongiurare in ogni caso svernamenti incontrollati a mare
Sovradimensionamento delle condotte per la realizzazione di un sistema di accumulo in linea.	Sovradimensionamento delle condotte ed impossibilità di scaricare a gravità sopra il livello del medio mare. Difficoltà di gestione nella pulizia delle condotte/accumulo.	Dimensionamento delle condotte per il solo convogliamento idraulico e installazione di sedimentatori terminali prima dello scarico a mare.
Per il calcolo delle portate viene considerata una pioggia di intensità pari a 100 mm/ora.	La precipitazione critica per il calcolo delle reti fognarie ha una intensità maggiore essendo associata a durate di precipitazione inferiori all'ora.	Dimensionamento con scrosci di 15 minuti e tempo di ritorno di 50 anni (327.5 mm/ora)

4.2 MODALITA' DI GESTIONE DEI SEDIMENTI E DEGLI SBANCAMENTI

La gestione dei materiali di risulta dei dragaggi rappresenta un elemento chiave del progetto. Da un lato gli aspetti legislativi e procedurali che comporta lo smaltimento degli stessi, possono avere conseguenze importanti sulla tempistica ed economia dei lavori. D'altro canto la disponibilità di un quantitativo elevato di materiali di caratteristiche granulometriche così pregiate offre opportunità da sfruttare per il riequilibrio dei tratti del litorale compresi nell'area del progetto e per altre zone prossime del territorio comunale soggette a fenomeni di erosione gravi. Nell'ambito del presente progetto si è prevista la riutilizzazione totale dei materiali dragati, ricorrendo anche a trattamenti di "soil washing" per la limitata parte che, in base ai campionamenti disponibili, è classificata in classe C. La maggior parte dei materiali provenienti da dragaggi ed escavazioni (pari a circa il 70%) viene destinata al ripascimento (protetto e libero) nell'area a nord del porto esistente, il 10% viene destinato a formazione dei rilevati nel porto ed il restante 20% sarà utilizzato per il rifornimento di aree in erosione del litorale comunale.

In tal senso si è ottenuta un'espressione di interesse da parte del Comune e si è condotta un'analisi preliminare sulle aree che possono beneficiare dei rifornimenti e sulle modalità per attuarli. Tutti gli aspetti relativi alla gestione dei materiali di dragaggio sono discussi in un elaborato specifico (A011R).

Per la realizzazione dell'intervento sono state individuate le cave e discariche autorizzate come dettagliatamente indicato e documentato nel sopracitato documento.

4.3 GESTIONE DELLA COMPLESSITÀ DI FUNZIONAMENTO D'USO RELATIVA ALL'ESERCIZIO DELL'OPERA

Premessa. Rimandando all'elaborato A012R *“Organizzazione delle aree a terra, modalità di esercizio e funzionalità dell'opera”* per una trattazione analitica dell'argomento, si riassumono nel seguito le caratteristiche più significative che, come detto all'art. 13 del Disciplinare, illustrano la *“capacità del progetto, attraverso la organizzazione delle aree a terra in genere, di organizzare al meglio i flussi di ingresso ed in uscita dalle aree portuali, in relazione ai traffici marittimi, in modo particolare nei periodi di punta massima stagionale, nonché alla capacità di assorbire e massimizzare in ambito portuale gli accumuli di mezzi in attesa specialmente durante i periodi di bassa efficienza marittima dovuta alle azioni meteo marine più gravose agenti sull'opera in progetto”*.

È del tutto evidente che i limiti all'esercizio del nuovo porto dipendono dalle dimensioni degli spazi a terra disponibili e che, per ridurli al minimo ed ottimizzare la funzionalità complessiva, occorre agire su due distinti (ma interagenti) livelli:

- **interventi “strutturali”**, tesi a massimizzare le dimensioni e la potenzialità dei due nodi più critici, costituiti dal “sistema” viabilità e varco di ingresso e dai piazzali disponibili per sosta dei veicoli;
- **interventi “organizzativi”**, volti ad assicurare la più efficiente e flessibile organizzazione delle aree a terra, anche agevolando modifiche dell'assetto in relazione alle possibili dinamiche della domanda e delle esigenze operative realizzabili con il minimo di costi e senza inconvenienti per l'esercizio portuale.

È anche facile osservare che questo secondo tipo di interventi – pur essendo anch'esso assai significativo – è di minore importanza rispetto al primo, per il semplice motivo che l'organizzazione logistica delle aree a terra può essere facilmente modificata con interventi di costo molto contenuto, eseguibili in tempi ridotti e senza intralcio all'esercizio portuale. L'intera superficie a terra dedicata alla viabilità interna ed ai piazzali di sosta dei veicoli è infatti pavimentata in maniera uniforme e gli adattamenti che si rivelassero opportuni potranno limitarsi a poco più di una diversa definizione della segnaletica stradale e informativa. Gli impianti più consistenti (in particolare le predisposizioni per la “catena del freddo”) sono inoltre previsti nelle zone meno suscettibili di modifiche, nella parte di ponente dei piazzali P5, P6 e P7.

Interventi “strutturali”. Come accennato, i nodi più potenzialmente critici sono costituiti dalla **viabilità di accesso** e dai **piazzali di sosta**, che entrambi richiedono di essere quanto più possibile in grado di fronteggiare forti punte di domanda ed eventi meteomarini o di altro tipo che condizionino negativamente il regolare andamento delle attività portuali.

Le valutazioni preliminari eseguite (descritte in dettaglio nella relazione A012R) hanno mostrato che – nelle ipotesi fatte – le dimensioni ipotizzabili per entrambi i “nodi” risultano sufficientemente adeguate alle prevedibili necessità, e che tuttavia la superficie dei piazzali di sosta effettivamente disponibile presenta notevoli margini rispetto a quanto valutato come necessario per ospitare i veicoli in imbarco e sbarco, mentre i margini relativi alla capacità di assorbimento delle punte di traffico sono minori per la viabilità di accesso al porto.

Ci si è posti anche la domanda di quali (e con quali caratteristiche e problemi) fossero gli interventi che potrebbe essere utile eseguire in futuro per potenziare uno o l'altro dei due “nodi”, qualora la dinamica dei traffici e/o il concreto manifestarsi delle esigenze ne dimostrassero l'opportunità. Si è valutato a questo proposito che un potenziamento della capacità dei piazzali di sosta si potrebbe realizzare in qualunque momento e senza particolari inconvenienti per l'operatività del porto, ad esempio costruendo uno o più parcheggi multipiano. Per contro, un potenziamento della viabilità di accesso si rivelerebbe assai problematico in presenza di carreggiate di ingresso ed uscita dal porto tra loro affiancate, e suscettibile di creare seri inconvenienti all'esercizio del porto dovendo operare sull'unica arteria di collegamento.

Da queste considerazioni è sorta in definitiva la proposta progettuale di realizzare in **sopraelevata la carreggiata di ingresso al porto** per gran parte del suo sviluppo e di collocare al di sotto del viadotto così creato la carreggiata di uscita. I vantaggi di questa soluzione appaiono evidenti.

In primo luogo si è massimizzata la superficie disponibile per i piazzali di sosta.

In secondo luogo si sono creati i presupposti per potenziare – in caso se ne evidenzi l’opportunità – la viabilità di accesso con interventi che non penalizzano in alcun modo la disponibilità di piazzali e che non sarebbero stati possibili (o comunque sarebbero stati altamente problematici) senza la realizzazione su due livelli delle carreggiate di ingresso e di uscita. Ci si riferisce alla possibilità, cui si è fatto cenno al punto 3.10 della presente relazione di realizzare una terza corsia della sopraelevata di ingresso su lato di levante – coprendo, senza intralciarne la funzionalità – anche la strada interna al porto che affianca la carreggiata di uscita. In alternativa, la terza corsia potrà essere realizzata sul lato di ponente della sopraelevata come detto al punto 3.1.

In terzo luogo il “compattamento” delle carreggiate di ingresso ed uscita dal porto non pregiudica in alcun modo (ed anzi facilita, grazie alla disponibilità di maggiori spazi) la possibilità di eventuale ulteriore potenziamento dei piazzali di sosta – ad esempio mediante la creazione di strutture multipiano – nonché ogni altro intervento di modifica della organizzazione della viabilità interna al porto ed in generale delle aree a terra.

Tra gli interventi “strutturali” volti ad ottimizzare l’esercizio del porto, utilizzare al massimo gli spazi disponibili e creare quindi i maggiori presupposti per un efficace e flessibile esercizio dell’opera è anche da citare il **complesso integrato dei varchi di ingresso ed uscita e dell’edificio di servizio**.

Restano infine da citare tra gli interventi strutturali significativi per la flessibilità complessiva del sistema (per la verità “a cavallo”, per così dire, con gli interventi più propriamente “organizzativi” di cui nel seguito) la possibilità di modificare facilmente l’assetto di riferimento assunto per la progettazione del porto, comprendente 4 accosti per il traghettamento ed 1 accosto per autostrade del mare con una precisa separazione funzionale tra i rispettivi piazzali di servizio (l’assetto B di cui si tratta ampiamente nella relazione A012R). Tale assetto potrebbe facilmente evolvere, ad esempio – qualora le esigenze di traghettamento risultassero in futuro fortemente ridimensionate – ospitando 2 accosti RoRo nella nuova darsena.

È altresì da ricordare che i confini e le destinazioni d’uso dei piazzali P4-P5-P6-P7 previsti nel presente progetto possono facilmente essere modificati onde meglio adattarsi – se opportuno – alle effettive necessità.

Interventi ed aspetti “organizzativi”. Sono da sottolineare a questo proposito i notevoli margini di flessibilità che le dimensioni dei piazzali resi disponibili dal progetto presentano rispetto alle superfici valutate come necessarie a servizio delle diverse tipologie di traffico con i criteri indubbiamente prudenziali esposti al cap. 3 della relazione A012R.

Le dimensioni dei piazzali di progetto consentono in pratica di ospitare circa il 43% in più dei veicoli (automobili e mezzi commerciali guidati – “camion” nella tabella) valutati prudenzialmente, con i criteri descritti al cap. 3 del citato elaborato come “necessari” per il traghettamento, il 15% in più degli stessi veicoli per le autostrade del mare, in totale circa il 37% in più di automobili ed il 27% in più di “camion”. Nel complesso – nelle ipotesi fatte – è possibile ospitare il 29% in più di veicoli rispetto a quelli “necessari”. In particolare, in presenza di punte del traffico di traghettamento, i piazzali previsti sono in grado di ospitare (cfr. il punto 7.2 dell’elaborato più volte citato) quasi il doppio dei veicoli da imbarcare su di un traghetto e quindi è possibile smaltire il traffico “di punta” – pur con gli inevitabili ritardi – anche qualora una (o più) corse fossero rallentate per maltempo e quindi le partenze programmate sullo stesso accosto dovessero essere effettuate con minori intervalli temporali tra una e l’altra.

Occorre infine far cenno ad altri significativi temi, anch’essi di rilievo allo scopo di conseguire i più elevati livelli di flessibilità, quali quelli presentati al cap. 7 dell’elaborato citato, comprendenti:

- le indicazioni relative alla opportunità di gestione unitaria degli accosti e dei piazzali per traghettamento e di quelli per autostrade del mare, alla conseguente mancanza di separazioni fisiche (non previste dal progetto pur in presenza di una netta separazione funzionale) in definitiva alla necessità di un efficiente ed unitario sistema di gestione, controllo, indirizzo e monitoraggio in tempo reale del funzionamento dell’intero sistema;

- le indicazioni relative alla importanza della segnaletica di informazione ed indirizzo agli utenti (oltreché ovviamente di quello tradizionale) nonché di efficienti sistemi di bigliettazione e controllo ai varchi (*teleticketing*, sistemi tipo *telepass*, etc.) tali da consentire la massima fluidità di transito.

4.4 MODALITÀ DI ESECUZIONE IN AMBIENTI AGGRESSIVI

Per garantire adeguata durabilità delle opere sono stati adottati gli accorgimenti di seguito elencati.

Muro paraonde e lastre prefabbricate setti molo di sopraflutto. Il molo di sopraflutto costituisce una delle principali opere previste nell'ambito del progetto.

Il muro paraonde e le lastre tralicciate che fungono da cassero per la realizzazione dei setti di irrigidimento del molo di sopraflutto sono in calcestruzzo con classe di resistenza C35/45, in accordo a quanto previsto dalla norma UNI EN 206 per ambiente marino. Sia il muro che i setti sono esposti al moto ondosso e quindi soggetti a degrado per effetto dei seguenti attacchi:

- **fisico meccanici:** dovuti all'azione di erosione, cavitazione del movimento dell'acqua e conseguente perdita di volume della massa dovuta alla lisciviazione dei prodotti di reazione solubili. I cicli di umidificazione ed essiccamento dell'acqua assorbita, per capillarità, dai pori del calcestruzzo, causano alternanze di ritiro e rigonfiamento. L'evaporazione dell'acqua deposita nei pori del conglomerato i sali disciolti che cristallizzano. Il progressivo accrescimento dei cristalli sviluppa forze disgregatrici e progressivo degrado per fessurazione e sgretolamento;
- **biologici:** dovuti al ricoprimento delle strutture da depositi formati da organismi animali e vegetali denominati "fouling". L'azione aggressiva è complessa e connessa con la produzione di acidi organici, attraverso il metabolismo di questi organismi che neutralizzano l'alcalinità del conglomerato;
- **ambiente marino:** dovuti a cloruri, contenuto di ioni, umidità elevata, temperatura elevata, conducibilità elettrica (pari a 200 volte quella dell'acqua di fiume, e la corrosione è un fenomeno elettrochimico)
- **del vento:** dovuti ai sali spruzzati nell'aria dalle onde, trasformati in aerosoli. Questi sali che si depositano sulle superfici di calcestruzzo, stabilizzandosi nelle porosità, originano cristalli che si accrescono progressivamente, determinando stati sollecitativi in grado di indurre fessurazioni.

Per aumentare la durabilità del molo si prevede di modificare il *mix design* del calcestruzzo del paramento prefabbricato esterno introducendo, in fase di confezionamento, un additivo in polvere tipo Penetron® Admix che conferisce allo stesso una maggiore impermeabilità e protezione chimica per cristallizzazione integrale degli elementi prefabbricati in calcestruzzo fin dal principio nella fase di esecuzione del getto in stabilimento.

L'additivo è costituito da vari ingredienti, fra cui cemento, quarzo, sabbia di speciale gradazione e molteplici componenti attivi le cui caratteristiche sono riportate nella scheda tecnica allegata, che reagiscono con i composti minerali e l'umidità della matrice in calcestruzzo fresco formando un complesso cristallino, filiforme, insolubile (CSH, Silicato di Calcio Idrato), che sigilla i pori, i capillari e le fessurazioni fino a 400 micron. L'elemento prefabbricato in calcestruzzo diventa impermeabile all'acqua e agli agenti contaminanti.

La reazione protende verso l'interno della struttura come risultato di tre fattori individuali e della loro combinazione: osmosi, movimento Browniano e reazioni delle particelle asciutte. I composti chimici reagenti cambiano il potenziale chimico del calcestruzzo e, per mezzo dei fattori predetti, gli additivi tendono a muoversi da un'area ad alta salinità ad un'area a più bassa salinità fino a quando il potenziale chimico diventa uniforme; il sistema capillare rimane chiuso all'entrata dell'acqua e delle aggressioni chimiche ma permette il passaggio del vapore. A differenza di altri prodotti presenti sul mercato, questa crescita cristallina occuperà profondamente l'interno della struttura in calcestruzzo e potrà eventualmente penetrarla completamente in presenza d'acqua.

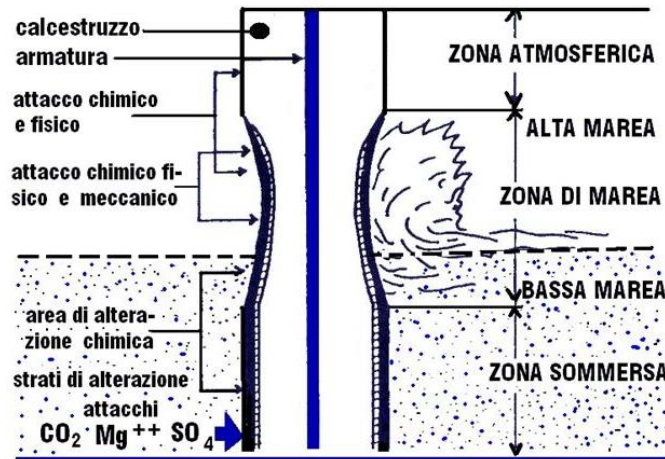


Figura 24 – Attacco chimico-fisico nella zona del splash-zone.

Gli studi scientifici hanno confermato che la resistenza del calcestruzzo all'acqua di mare aumenta in misura diretta con il diminuire del tenore di idrossido di calcio presente nella massa e, seppure in modo meno significativo, con il diminuire del contenuto di alluminato tri-calcico nel cemento. L'idrossido di calcio ed il solfato di calcio, inoltre, risultano sensibilmente più solubili in acqua di mare.

Il sistema di impermeabilizzazione mediante additivo tipo Penetron® Admix su progetti di nuova costruzione, consente di realizzare opere in calcestruzzo impermeabili e durevoli "fin dal principio" nella fase di esecuzione dei getti. L'esclusiva formulazione catalitica del prodotto infatti riduce drasticamente la permeabilità del calcestruzzo e le fessurazioni per eccessivo gradiente termico o per ritiro igrometrico contrastato durante le fasi di maturazione del manufatto, mantenendo un comportamento "attivo nel tempo" di autocicatizzazione della matrice nelle sue "non conformità" veicolo umidità-acqua presente nelle opere marine.

L'additivo Penetron® Admix è stato testato in numerosi laboratori indipendenti in tutto il mondo in accordo con gli standard internazionali (UNI EN 12390-8, DIN 1048, ASTM C39) ed analizzato sul campo in diverse realizzazioni prestigiose.

Setti di irrigidimento molo di sopraflutto. Come già descritto, per garantire adeguata rigidità all'impalcato a giorno che costituisce il molo foraneo i tre pali, di diametro 1.5 m, disposti ogni 6 m, sono collegati strutturalmente tra loro, in direzione ortogonale allo sviluppo del molo stesso, mediante setti in c.a. di spessore 50 cm. Per garantire la massima durabilità della connessione strutturale pali-setti è previsto l'impiego di armature in acciaio inox AISI 316 L. Le armature saranno posizionate mediante sommozzatore in appositi fori previsti nel tubo metallico avente funzione di cassero per il getto dei pali, prima del getto dei pali stessi.

Utilizzo di calcestruzzo ad elevata resistenza in alternativa all'acciaio. In alternativa all'impiego di palancole o strutture in acciaio, sia per le banchine interne che per il molo di sopraflutto, è stato previsto l'impiego di calcestruzzo armato di elevata classe di resistenza. L'acciaio infatti, in ambiente marino, avrebbe comportato, oltre a maggiori oneri di manutenzione nel tempo dovuti ai sistemi di protezione catodica, minori garanzie di durabilità.

Camicie in acciaio. Le camicie metalliche dei pali, previste a rivestimento del tratto libero dei pali del molo di sopraflutto e parte delle banchine di riva, non sono state considerate nelle verifiche strutturali effettuate, trascurando completamente il loro contributo. Tale assunzione consente di aumentare notevolmente la durabilità di In questo modo alla camicia metallica è affidata, oltre alla funzione di cassero in fase di getto, quella di protezione del calcestruzzo nel tempo, aumentando quindi la sua durabilità.

Opere idrauliche. Per aumentare la durabilità delle opere si prevede quanto segue.

- Utilizzo di condotte in materiale plastico per scongiurare degradazioni dovute ad aggressioni chimiche
- Utilizzo per il sistema fognario di condotte in polipropilene SN 16 adatte alla posa su zone ad elevato carico e che garantiscono una maggiore durabilità rispetto alle condotte in polietilene (vita utile di 80-100 anni)
- Installazione di griglie di raccolta delle acque di piattaforma di classe E600 (maggiore della D400 imposta da disciplinare) che, essendo bullonate alle canaline sottostanti, scongiurano vibrazioni e disassamenti anomali con conseguente minore durabilità dell'opera
- Impermeabilizzazione esterna delle vasche di trattamento e delle altre opere in c.a. per le parti al di sotto del livello del mare e quindi a contatto con acqua salata
- Realizzazione delle opere in c.a. con calcestruzzi con classe di resistenza C32/40 e classe di esposizione XC4 per le opere di regimazione e XD2 per le vasche in piattaforma
- Realizzazione di interventi per facilitare la manutenzione delle infrastrutture di progetto quali:
 - Piste di accesso alle opere di regimazione dei torrenti Farota e Guidari a monte dell'autostrada
 - Strada di servizio parallela al Guidari tra la ferrovia e l'autostrada
 - Pozzi aperti ed ispezionabili lungo i torrenti nello spazio tra la ferrovia e la piattaforma logistica
 - Protezioni in acciaio Corten dei manufatti idraulici più soggetti ad abrasioni ed urti
 - Protezioni degli idranti fuori terra con cordonate e zoccolo in c.a. per impedire contatti accidentali con i veicoli
 - Utilizzo di acciai inox per tutte le parti a contatto con acqua marina (gruppi di pompaggio antincendio, valvole a clapet di scarico, saracinesche sulle prese a mare, ...)
 - Realizzazione di un sistema di lavaggio delle condotte antincendio con acqua prelevata dalla rete idrica, per non avere sedimentazioni e depositi di sale sulla rete antincendio.

Pavimentazioni. Si prevede l'utilizzo di conglomerati bituminosi tradizionali prodotti con aggregati di 1° categoria con aggiunta di inerti basaltici. L'utilizzo di tali tipi di inerte nella miscela bituminosa con granulometria e percentuali appositamente studiate, garantiscono a parità di spessore e di vita utile del tappeto d'usura una maggiore qualità di drenaggio superficiale ed una migliore aderenza pneumatico – asfalto anche durante la pioggia, nonché una maggiore resistenza rispetto ai carichi concentrati dei piedini dei semirimorchi.

La migliore capacità di drenaggio superficiale associata ad una corretta esecuzione delle pendenze del manto di usura, garantisce l'assenza di accumulo di pozze e micro-pozze d'acqua sulla superficie carrabile diminuendo notevolmente la formazione di ormaie in punti singolari e rallentando il noto fenomeno del "pumping" (infiltrazione capillare dell'acqua negli strati più profondi e risalita in superficie di materiale a granulometria fine con successiva formazione di buche).

Un vantaggio accessorio ma non trascurabile in relazione alla produzione di rumore, deriva dalle proprietà fonoassorbenti della miscela con inerti basaltici.

Impianti elettrici. Gli impianti elettrici e di illuminazione saranno realizzati tenendo presente i seguenti aspetti:

- Aggressività dell'ambiente di posa,
- Durabilità degli impianti
- Economicità della gestione e della manutenzione.

Di seguito si evidenzieranno gli accorgimenti presi in esame per contrastare l'aggressività ambientale, migliorando la durabilità delle opere e riducendo i costi manutentivi.

L'aggressività ambientale è dovuta principalmente ai seguenti fattori:

- Presenza di acqua marina a terra,
- Presenza di aerosol di acqua marina
- Ondate che possono interessare le banchine esposte a mare
- Presenza continua di mezzi di trasporto

Allo scopo di migliorare la durabilità degli impianti di illuminazione, che sono sottoposti all'aggressività atmosferica in presenza di presenza di aerosol e nebbie aggressive visto l'ambiente marino si prevede l'utilizzo di:

- Pali in acciaio ottenuti, mediante procedimento di laminazione a caldo, da tubi in acciaio S275JR UNI EN 10025 saldati E.R.W. UNI 7091/72 , il processo di laminazione a caldo dei pali deve essere del tipo automatico a controllo elettronico ad una temperatura di circa 700° C, la protezione superficiale, interna/esterna, sarà assicurata mediante zincatura a caldo realizzata in conformità alla norma UNI EN ISO 1461 ; segue applicazione, in ciclo automatico sopra la zincatura, di verniciatura (spessore del film secco 90 µm)
- Torri faro, il fusto e la piastra di base sono realizzati in acciaio S355JR (FE 510B) in conformità alla norma UNI EN 10025, i tirafondi in acciaio S355JR (FE 510B) in conformità alla norma UNI EN 10025, le carpenterie in acciaio S235JR (FE 360B) in conformità alla norma UNI EN 10025 e la bulloneria, classe 6.8, in acciaio zincato; la protezione superficiale, interna/esterna, è assicurata mediante zincatura a caldo realizzata in conformità alla norma UNI EN ISO 1461; la protezione superficiale, interna/esterna, è assicurata mediante zincatura a caldo realizzata in conformità alla norma UNI EN ISO 1461, applicazione, in ciclo automatico sopra la zincatura, di una mano di fondo con primer epossidico (aggrappante) e successiva mano a finire con smalto poliuretano.
- Tutti i corpi illuminanti di illuminazione stradale e i proiettori delle torri faro saranno realizzati con corpo in alluminio pressofuso e schermo in cristallo di sicurezza.
- I corpi illuminanti da posizionare sulle banchine ove non si prevede il transito di mezzi saranno del tipo pedonale incassati a parete, con schermo in cristallo temperato, carrabile, e ghiera di chiusura in acciaio inox, anch'essa carrabile.
- Tutti i coperchi dei pozzetti saranno di tipo in ghisa carrabili,
- Tutte le apparecchiature di cabina e lo stesso gruppo elettrogeno saranno di tipo tropicalizzato allo scopo di evitare condense interne che potrebbero compromettere, nel tempo, sia la funzionalità che la durata degli stessi.

La realizzazione dei piazzali con le adeguate pendenze non può essere la sola garanzia che l'acqua marina non ristagni, magari in minima parte, alla base dei pali e delle torri faro. Pertanto, allo scopo di evitare corrosioni dovute anche ai seppur minimi ristagni, si opererà nel seguente modo:

- per i pali stradali si prevede per tutta la parte infissa a terra e fino ad un'altezza di 30 cm fuori terra l'inserimento di una guaina in PVC termoretraibile che garantisce l'isolamento del palo dall'acqua,
- per le torri faro si prevede di sopraelevare la base in cls della fondazione di 30 cm. In tal modo l'eventuale ristagno di acqua non potrà mai interessare la parte metallica della torre.
- tutti i pozzetti e i cunicoli saranno opportunamente drenati allo scopo di eliminare qualsiasi possibilità di ristagno dell'acqua all'interno degli stessi.

La gestione e manutenzione degli impianti di illuminazione esterna porta a risparmi consistenti in termini economici, in termini di durabilità nel tempo degli impianti stessi, inoltre per conseguire una durabilità nel tempo elevata si devono utilizzare materiali che garantiscano la possibilità di aggiornamento tecnologico nel tempo, gli impianti sono stati concepiti utilizzando i seguenti accorgimenti:

- Per l'illuminazione stradale si sono utilizzati corpi illuminanti che inizialmente utilizzano lampade tipo cosmopolis 140W, già in grado di garantire un risparmio in termini energetici, successivamente potranno essere oggetto di "upgrade" con la sostituzione della parte illuminotecnica, con tecnologia a led, tale opportunità consentirà di valutare il momento più idoneo alla sostituzione, in funzione del costo delle apparecchiature stesse, senza, peraltro cambiare l'intero corpo illuminante, il cambiamento potrà essere effettuato in occasione della sostituzione delle lampade esauste, e potrà portare ad un risparmio energetico di circa il 35%, migliorando il confort luminoso.
- L'illuminazione di tipo stradale sarà dotata di complesso di controllo del flusso, per la variazione del flusso luminoso durante le ore notturne, tale soluzione porta a risparmiare fino al 30% dell'energia elettrica.

- Tutte le torri faro, sia quelle da 16m che quelle da 30 m. , saranno realizzate in modo tale da utilizzare il medesimo dispositivo per la salita e discesa della corona mobile.

5 ANALISI E MITIGAZIONI DEI PRINCIPALI IMPATTI AMBIENTALI

L'analisi e mitigazione degli impatti ambientale dell'opera sono riportati nello studio di impatto ambientale al quale si rimanda per un esame di dettaglio.

Chioggia, li 18 maggio 2010

FIRME

Il Concorrente (costituenda A.T.I.)

NUOVA CO.ED.MAR. S.r.l.

(Boscolo Contadin Dante – Amministratore Unico)

CCC - Società Cooperativa

(Bedetti Giorgio – Procuratore)

I progettisti indicati (costituenda A.T.I.)

Favero e Milan Ingegneria Spa

(ing. Tassi Tommaso - Consigliere Delegato
Responsabile dell'integrazione prestazioni specialistiche)

IDROTEC S.r.l

(Ing. Franco Grimaldi – Presidente)

Ing. Vincenzo Iacopino

Studio Tecnico Falzea

(Arch. Giuseppe Falzea – Legale Rappresentante Associato)

Arch. Claudio Lucchesi

Ing. Manlio Marino

Dott. Geol. Sergio Dolfin