



Il Sindaco del Comune di Messina

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

COMUNE DI MESSINA - PROCEDURA APERTA, AI SENSI DELL'ART. 53 COMMA 2 LETTERA C) DEL D.LGS 163/06 E S.M.I. PER L'AFFIDAMENTO DELLA PROGETTAZIONE E COSTRUZIONE DEI LAVORI INERENTI LA PIATTAFORMA LOGISTICA INTERMODALE DI TREMESTIERI CON ANNESSO SCALO PORTUALE - 1° STRALCIO FUNZIONALE - € 80.000.000,00 - O.P.C.M. 3721/08 - CIG. 0429752291. Opera inserita nell'elenco di cui all'art.1 dell'O.P.C.M. 3633 del 2007

PROGETTO DEFINITIVO

(Redatto ai sensi dell'art.25 del D.P.R. n. 554/99 e ai sensi dell'art.8 del Disciplinare di Gara)



PROPONENTE: **SIGENCO S.p.A.**



ELABORATO:	TITOLO:	DATA:
A1	RELAZIONE DESCRITTIVA	MAGGIO 2010

PROGETTISTI: INTERPROGETTI S.r.l. Ing. Marco PITTORI Ing. Sergio PITTORI collaboratori: ing. Plinio MONTI, ing. Silvia POTENA ing. Andrea PAGNINI, ing. Giulia ZANZA ing. Christian SFERRA arch. Francesca Romana MONASS geom. Alessandro MARCHISELLA SEACON S.r.l. Ing. Massimo VITELLOZZI collaboratori: Ing. Corrado MONTEFOSCHI Geom. Lorenzo DI BIASE CIPRA S.r.l. Ing. Marco MENEGOTTO collaboratori: Ing. Alessandro CONCETTI	CONSULENTI: Consulenza geotecnica: Prof. Ing. Giuseppe SCARPELLI Dipartimento F.I.M.E.T. dell'Università Politecnica delle Marche Consulenza opere idrauliche e modellazione fisica delle opere: Prof. Ing. Pierluigi AMINTI Dipartimento di ingegneria civile e ambientale dell'Università di Firenze Prof. Ing. Enio PARIS Dipartimento di ingegneria civile e ambientale dell'Università di Firenze Consulenza ambientale: Prof.ssa Angela POLETTI Dipartimento di architettura e pianificazione del Politecnico di Milano Consulenza impiantistica: NEOS Engineering Ing. Emiliano GUCCI
RESPONSABILE DELL'INTEGRAZIONE FRA LE VARIE PRESTAZIONI SPECIALISTICHE: Ing. Marco PITTORI	RESPONSABILE DEL PROCEDIMENTO: Dott. Ing. Francesco DI SARCINA

Rev. n°	DESCRIZIONE	DATA	REDATTA	APPROVATO
00	Emissione	Mag.10	ing. M. Pittori	ing. M. Pittori
	Doc.: 1471			
Via di Priscilla, 116 - 00199 ROMA - Tel. 0686200297 fax: 0686200298 E-mail: INFO@INTERPROGETTI.NET			Società certificata ISO 9001 : 2008 Certificato n° 214513	



COMUNE DI MESSINA



COSTRUZIONE DELLA PIATTAFORMA LOGISTICA INTERMODALE DI TREMESTIERI

CON ANNESSO SCALO PORTUALE – PRIMO STRALCIO FUNZIONALE

RELAZIONE DESCRITTIVA

INDICE

1. Criteri utilizzati per le scelte progettuali adottate	4
2. Rispondenza del progetto ai disposti dell'art. 7 del Disciplinare ed alle risposte ai quesiti da parte della stazione appaltante (FASE 1 DI GARA)	5
2.1. <i>Invariabilità delle forme plano altimetriche presenti negli elaborati grafici del progetto preliminare allegato al bando di gara ed in particolare la tav. C.6 – Planimetria elementi invarianti.....</i>	<i>5</i>
2.2. <i>Invariabilità dei contorni planimetrici delle nuove banchine interne e del molo foraneo, che nel loro insieme definiscono lo specchio acqueo interno della nuova darsena secondo le indicazioni del bando di gara ed in particolare la tav. C.6 – Planimetria elementi invarianti</i>	<i>6</i>
2.3. <i>Opere di ripascimento</i>	<i>6</i>
2.4. <i>La quota di calpestio del ciglio delle banchine sul l.m.m.....</i>	<i>8</i>
2.5. <i>La sagoma degli scivoli poggia portelloni</i>	<i>8</i>
2.6. <i>La viabilità interna a ridosso del rilevato ferroviario esistente non può invadere il medesimo</i>	<i>9</i>
2.7. <i>La quota del fondale interno della darsena di progetto, calcolato sul l.m.m. deve essere pari a -9,00 m</i>	<i>9</i>
2.8. <i>Destinazione d'uso a servizi portuali della parte di molo di sopraflutto prossima alla testata, avente larghezza pari circa a 10,00m e lunghezza circa 80,00 m</i>	<i>9</i>
2.9. <i>Il sovraccarico accidentale minimo previsto sulle banchine, moli e viabilità interna;.....</i>	<i>10</i>
2.10. <i>I coefficienti di riflessione delle opere interne della nuova darsena;.....</i>	<i>10</i>
2.11. <i>Il modello geotecnico del terreno; ().....</i>	<i>14</i>
2.12. <i>Le azioni sismiche sulle opere derivanti dalla applicazione della vigente normativa e dalle richieste della SA; ()</i>	<i>14</i>

2.13. Le azioni orizzontali dinamiche e statiche da utilizzarsi in particolare nei calcoli di dimensionamento delle opere dovute al moto ondoso;.....	16
2.14. La stabilità globale dei pendii interessati dalle opere; ().....	16
2.15. La valutazione dei rischi dovuti alla liquefazione del terreno; ().....	17
2.16. Resistenza al tiro delle bitte di ormeggio certificata non inferiore a 1000 KN; ().....	19
2.17. Parametri minimi di progetto nella organizzazione logistica delle aree a terra;	19
3. LE SCELTE PROGETTUALI EFFETTUATE IN RELAZIONE AGLI ELEMENTI DI VALUTAZIONE QUALITATIVA DELL'ART. 13 DEL DISCIPLINARE DI GARA (FASE 2 DI GARA)	24
3.1. Modalità di risoluzione delle problematiche geotecniche, idrauliche, geologiche dovute alla delicatezza morfologica, geologica e sismologica dell'area ove è prevista la costruzione del porto ()	24
3.2 Modalità di Gestione dei sedimenti e degli sbancamenti	25
3.3 Gestione delle complessità di funzionamento d'uso relativa all'esercizio dell'opera.....	30
3.4 Modalità di esecuzione in ambienti aggressivi.....	32
3.5 Presenza e completezza formale dello studio di impatto ambientale rispetto alle previsioni dell'art. 22 del D.lgs 152/06 e relativi allegati	35
4. Elementi sostanziali del Piano di gestione dei sedimenti e dei rifiuti	35
Premessa.....	35
Analisi dei siti da ripascere (Tremestieri, San Saba).....	36
5. Indicazione in materia di analisi e mitigazione dei principali impatti ambientali.....	40

PREMESSA

Si rappresenta che nel rispetto di quanto riportato nel quesito n. 18 del 24.03.2010 tutti gli elaborati grafici sono stati redatti sulla base del Formato UNI A2, allungato per ottimizzare la comprensione degli elaborati planimetrici. Al fine di consentire una agevole comparazione dei progetti si è inoltre presentata una copia del progetto, non rilegata, piegata in formato A2.

Si evidenzia inoltre l'accettazione formale ed integrale gli elaborati di progetto preliminare, SS-RG relazione geologica, F25 Relazione geotecnica, SS-ID relazione idrologica, SS-IM relazione idraulica, F26 Relazione sismica

1. Criteri utilizzati per le scelte progettuali adottate

L'impostazione generale del progetto e le conseguenti scelte adottate sono state ispirate ai concetti di:

- Applicazione della vigente Normativa in materia tecnica e gestionale;
- Economicità di realizzazione e gestione dell'opera;
- Durabilità dell'opera;
- Indicazioni costruttive e prestazionali richieste dal Disciplinare d'appalto;
- Parere reso sul progetto preliminare dalla Commissione Consulenziale nominata dal Commissario Delegato;
- Migliorie apportate dall'Impresa proponente.

La problematica geotecnica e sismica ha fortemente indirizzato e vincolato le scelte progettuali delle maggiori opere contemplate nel progetto, come ampiamente giustificato nelle relazioni B2bis e F1.

L'ottimizzazione di tutte le variabili dei criteri suesposti, applicata alle sezioni tipologiche di progetto preliminare, ha comportato, nel rispetto delle invarianti di disciplinare, importanti cambiamenti tipologici nelle opere. L'elevata sismicità dell'area, nonostante i terreni di fondazione delle opere possano essere classificati tutti come terreni di buone se non ottime caratteristiche meccaniche, ha reso quasi sempre strutturalmente **dimensionante le combinazioni di carico sismico** fra tutte le possibili combinazioni utilizzate per le verifiche delle opere.

Ciò è risultato particolarmente vero anche per la morfologia spiccatamente acclive della costa. In questo senso la forte pendenza dei fondali ha condizionato in modo determinante la soluzione costruttiva adottata in progetto per le opere che ricadono in prossimità della scarpata sottomarina, quali il molo foraneo e la scogliera a protezione dei piazzali Sud.

Per il molo foraneo risulta infatti necessario escludere qualsiasi soluzione del tipo a gravità, le quali sotto l'effetto del sisma tendono a scivolare lungo la scarpata sottomarina. Pertanto il manufatto **deve essere fondato in profondità** e dotato di un'elevata solidità di insieme come accade per la soluzione a combinazione di palancole AZ-HZ proposta (allegato D20.1). Per le scogliere, soggette ad un analogo problema di stabilità globale (allegato B2bis), si deve ricorrere ad un rinforzo della scarpata o con l'uso **di geogriglie** ad elevata resistenza, per ottenere un effetto di confinamento al piede, oppure, nel caso più critico della scogliera dei piazzali Sud, con **l'uso combinato di geogriglie e di pali in acciaio ad alta resistenza** infissi a profondità tali da escludere la formazione di tutti i possibili cinematismi di collasso. La criticità di stabilità globale ha portato, per le scogliere del piazzale Sud, che si trovano sul ciglio della paleo pianura costiera, all'ulteriore obbligo di arretrare l'opera di circa 3m e fondarla alla profondità di -9.00m. (tav. D5- D20 - da D20.1° D20.13).

La necessità di realizzare strutture foranee e di banchina che rispettassero i criteri sismici e la contemporanea necessità di realizzare banchine interne con capacità antiriflettente in grado di assicurare un clima d'onda conforme al disciplinare, ha portato all'inserimento di elementi a cella prefabbricata sulle strutture portanti in palancole (da tav. D20 a tav. D20.13). Si è ritenuto di non verificare le prestazioni di antiriflessione delle banchine interne in base a formule empiriche di dubbia validità se applicate a specifiche particolari situazioni, ma si è proceduto alla **costruzione e prova di 2 modelli fisici** in laboratorio sottoponendoli agli attacchi ondosi di progetto. Lo studio è riportato in sintesi al punto 2.10 della presente relazione ed in maniera esaustiva nella apposita Relazione sui modelli fisici C1.

Data l'esposizione in ambiente marino, **speciale cura è stata dedicata agli aspetti di durabilità** come ampiamente illustrato al punto 3.4. seguente.

Nell'impostazione concettuale del presente progetto, si sono utilizzati elementi prefabbricati per realizzare le celle antiriflettenti al livello del mare e creare quindi nella zona di swash strutture in cui nessun elemento di acciaio è esposto direttamente all'azione del mare. (da tav. D20 a tav. D20.13).

Nell'applicazione concreta, si è fatto in modo che tutte le parti esposte direttamente alle condizioni più aggressive (zona con alternanze di asciutto e bagnato) fossero realizzate con calcestruzzo armato della più alta resistenza al degrado. Si sono ideate delle celle semisommerse, contenenti il pietrame per l'assorbimento dell'energia cinetica del moto ondoso, appoggiate a monte su una palancolata di contenimento e a mare su pali in acciaio. Le celle sono costituite perciò da componenti in calcestruzzo prefabbricato a piè d'opera, che comprendono tutte le superfici esposte, e da parti in calcestruzzo gettato in opera - interamente racchiuse dai componenti prefabbricati e collegate ad essi con armature di interfaccia - che solidarizzano l'insieme delle celle.

Per quanto attiene inoltre le migliorie al progetto il proponente **ha mirato alla valorizzazione ambientale** dell'intervento scegliendo la strada della **mitigazione e compensazione** degli impatti ambientali. A tal si è studiato ed implementato un piano di gestione dei volumi di dragaggio (Rel C3) che massimizzasse i volumi disponibili per il ripascimento costiero. Si è proposto di ampliare l'area di intervento di protezione costiera in località Tremestieri portandolo complessivamente a 2000m di cui 1500 protetti da scogliere soffolte (all. da D13 a D15). Inoltre si è scelto di ottimizzare l'uso della risorsa sabbia, in esubero per il ripascimento in località tremestieri, individuando nella località San Saba(Me) un sito ove le condizioni di erosione costiera risultano particolarmente gravi e le caratteristiche granulometriche delle sabbie esistenti risultano compatibili con i materiali disponibili. In località San Saba verranno sversati circa 330.000 m³ di materiali (Tav. da D16 a D17.3). Scegliendo infine di accogliere pienamente le proposte di progetto preliminare per la risoluzione della problematica attinente al deflusso dei corsi d'acqua insistenti nell'ambito portuale (torrenti Farota, Canneto, Guidari e Palummarà), il progetto prevede la regimazione delle acque sin da monte della rete autostradale, mettendo quindi in assoluta sicurezza idraulica tutta la rete idrografica di valle (Tav. da D22 a 22.8, da D23 a D23.2 relazione B3bis).

2. Rispondenza del progetto ai disposti dell'art. 7 del Disciplinare ed alle risposte ai quesiti da parte della stazione appaltante (FASE 1 DI GARA)

2.1. Invariabilità delle forme plano altimetriche presenti negli elaborati grafici del progetto preliminare allegato al bando di gara ed in particolare la tav. C.6 – Planimetria elementi invarianti

Il progetto definitivo del proponente si sviluppa all'interno dell'area indicata nella tavola C6 degli elementi invarianti del bando di gara, come evidenziato nella tavola n° D4 SOVRAPPOSIZIONE PROGETTO CON TAVOLA DEGLI ELEMENTI INVARIANTI. Le variazioni proposte consistono in un arretramento, parallelamente all'allineamento A-B del progetto preliminare, di 3,60m del paramento verticale del muro paraonde a protezione dei piazzali Sud. Tale variante, consentita dal disciplinare di gara al punto "2ii", è risultato il migliore dei compromessi tra garanzia di stabilità globale dell'opera (relazione geotecnica B2-bis allegata) e costo della stessa, anche in considerazione della indicazione progettuale di massimizzare lo spazio disponibile sui piazzali di imbarco. Le opere di inscatolamento dei torrenti Farota e Guidari sono state riprogettate a monte e a valle della sede ferroviaria secondo i contorni e profili planimetrici definiti nel progetto disciplinare. Sono state oggetto di

ricalcolo idraulico (Relazione Idrologica B3-bis allegata) le sezioni costruttive degli scatolari per ottimizzarle con le portate previste con tempi di ritorno duecentennali.

2.2. Invariabilità dei contorni planimetrici delle nuove banchine interne e del molo foraneo, che nel loro insieme definiscono lo specchio acqueo interno della nuova darsena secondo le indicazioni del bando di gara ed in particolare la tav. C.6 – Planimetria elementi invariati

Nel progetto sono stati mantenuti i contorni planimetrici del bacino interno e dei moli così come previsto nella tavola C6 degli elementi invariati del bando di gara, in particolare la lunghezza del molo di sopraflutto è di 322.30m misurata dalla radice del dente di attracco esterno, e la larghezza della banchina Sud di attracco è di 120m, misure entrambe coincidenti con quelle della tavola C07 del progetto preliminare. L'unica variante proposta ai contorni interni del bacino portuale del progetto di gara, è quella relativa all'allineamento C-D, consentita dalla risposta del Responsabile del Procedimento al quesito n°41 del 07/04/2010. Si precisa che la traslazione rigorosa verso largo dell'allineamento C-D genera un dente sull'opera di difesa, tale soluzione, non ottimale dal punto di vista della navigazione portuale, deriva da una interpretazione rigorosa e letterale della risposta al quesito n°41, ma in fase esecutiva si potranno ovviamente raccordare gli allineamenti in modo da avere una linea continua del contorno del bacino. In particolare tale variante consiste nell'avanzamento (in direzione Sud-Est) di 12,20 m della linea di immersione dell'opera al livello medio mare, resasi necessaria per raccordare il nuovo muro paraonde con l'esistente e realizzando opera di difesa del bacino portuale già realizzato. La tipologia di sezione dell'opera di protezione del piazzale P1 è stata cambiata in un'opera a gettata, rispetto alla banchina verticale a cassoni del progetto preliminare, così come consentito dalla risposta del Responsabile del Procedimento al quesito n°5 del 08/03/2010.

2.3. Opere di ripascimento

L'opera di ripascimento degli arenili limitrofi e non (tav.13-14-15-16-17), avverrà secondo lo schema riportato nella sottostante tab. 1. Il dragaggio complessivo necessario alla realizzazione delle opere ammonta a circa 800.000 m³ e verrà realizzato in parte (intervento 7) con una draga auto caricante che, concordemente con quanto previsto nel Piano di Gestione dei Sedimenti e dei Rifiuti (contenuto in estratto nella presente Relazione descrittiva, e più estesamente nella Relazione specialistica C3), trasporterà le sabbie e ghiaie compatibili presso la Località San Saba (ME), la restante parte (interventi 4-5-6) verrà dragata con draga aspirante/refluente con ripascimento diretto delle spiagge in località Tremestieri a Nord del porto esistente.

		MODALITA DI RIUTILIZZO	COMPATIBILITA'	LUNGHEZZA RIPASCIMENTO	VOLUME	LOCALIZZAZIONE	MOTIVAZIONE	
u.m.	m ³			m	m ³			
TOTALE ESCAVI E DRAGAGGI COMPATIBILI CON RIPASCIMENTO E RIUSO/DISCARICA	800.000	1	RIEMPIMENTO	SI		45.000	MOLO DI SOPRAFLUTTO	PROPOSTA DELLA SIGENCO S.p.A.
		2	RIEMPIMENTO	SI		5.000	DENTE DI ATTRACCO	PROPOSTA DELLA SIGENCO S.p.A.
		3	RIEMPIMENTO	SI		20.000	RETRO BANCHINE	PROPOSTA DELLA SIGENCO S.p.A.
		4	RIPASCIMENTO PROTETTO	SI	1.100	145.000	TREMESTIERI (tra il Torrente Larderìa e il Torrente Zafferìa)	OBLIGATORIO DA DISCIPLINARE
		5	RIPASCIMENTO LIBERO	SI	500	190.000	TREMESTIERI (a Nord del del Torrente Zafferìa)	CONSENTITO DAL DISCIPLINARE
		6	RIPASCIMENTO PROTETTO	SI	400	55.000	TREMESTIERI (oltre il ripasc.o libero punto predente)	CONSENTITO DAL DISCIPLINARE
		7	RIPASCIMENTO PROTETTO (in barriere esistenti)	SI	1.000	335.000	SAN SABA	PROPOSTA DELLA SIGENCO S.p.A.
		8	DISCARICA PER RIFIUTI NON PERICOLOSI	NO		5.000	DEMOTER S.p.A. Villafranca Tirrena (ME)	NON COMPATIBILE CON RIPASCIMENTO
TOTALE					800.000			

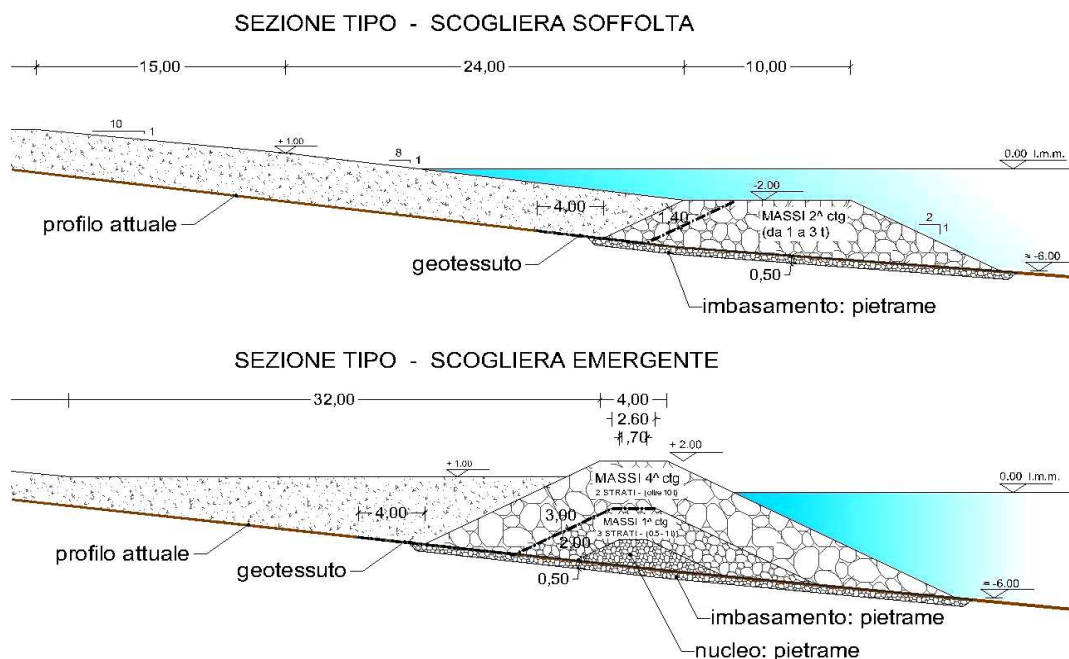
BILANCIO DELLE TERRE

Tab. 1

L'intervento di ripascimento a Tremestieri consiste, procedendo da Sud verso Nord a partire dalla foce del Torrente Larderìa, in un tratto con barriere di protezione da 1.100m, come richiesto dal disciplinare di gara e in aggiunta a quanto richiesto si propone di effettuare come offerta migliorativa e compensativa degli impatti dell'opera:

- un ulteriore ripascimento libero per circa 500m in prosecuzione verso nord;
- una prosecuzione nuovamente con barriere di protezione di circa 400m.
- Come offerta migliorativa nel presente progetto sono stati aggiunti pennelli trasversali di scogliera intercettatori per consolidare le sezioni di ripascimento e impedire che la dinamica litoranea locale, spiccatamente longitudinale, possa nel tempo vanificare gli interventi. Tale proposta accoglie la raccomandazione espressa nella nota della Commissione Consulenziale nominata dal Commissario Delegato ex OPCM 3633/2007.
- Realizzazione di ripascimento a tergo di scogliere distaccate semiemergenti in località San Saba (Me) per circa 1300m di sviluppo e 335.000m³ di materiali.

La tipologia di barriere di protezione alterna tratti di barriera emergente e tratti di barriera soffolta secondo le sezioni delle tavole n° 14 e riportate in sintesi nel disegno sottostante.



2.4. La quota di calpestio del ciglio delle banchine sul I.m.m.

La quota di calpestio del ciglio di banchina, è stata impostata a +2.20 sul I.m.m., che costituisce anche la quota media dei piazzali. La scelta è stata dettata dalla necessità di effettuare un raccordo planimetrico con le opere esistenti e contenere i costi delle opere di banchina sia interna che di sopraflutto. Tale scelta consente, tenuto conto delle tipologie costruttive scelte, anche di avere una minore superficie di materiali ferrosi esposti alla corrosione, ottimizzando quindi la durabilità delle opere e diminuendo le spese di gestione delle strutture. Si ottiene inoltre una non marginale mitigazione dell’impatto visivo delle opere nelle viste da Sud (abitato e spiaggia).

2.5. La sagoma degli scivoli poggia portelloni

La sagoma degli scivoli poggia-portelloni è realizzata con travi HEB 200 a passo 30 cm annegate nel getto di completamento della sovrastruttura delle celle antiriflettenti, inclinate a raccordare la quota +2.20 m dei piazzali con la quota +1.90 m del ciglio di banchina (TAV. 20.7 Banchina di riva sezione tipo 3ter). Il bordo banchina è rinforzato da un profilato UPN 350 con ancoraggi annegati nel getto di completamento e nella trave di bordo con funzione di protezione del ciglio banchina atta ad evitare il ripetersi delle problematiche di durabilità evidenti nell’approdo esistente.



L'appoggio della trave HEB 200 sul bordo banchina ha un apparecchio d'appoggio realizzato in modo che sia possibile sostituire le travi poggia portelloni senza intervenire sulla struttura di copertura delle celle. Con l'acquisizione di ulteriori dati sul naviglio corrente sarà possibile variare l'inclinazione e l'estensione. La sezione adottata è conforme a quella riportata nel progetto preliminare di gara.

2.6. La viabilità interna a ridosso del rilevato ferroviario esistente non può invadere il medesimo

La viabilità principale di accesso alla nuova area portuale, dall'esistente sottopasso ferroviario, si dirige in direzione Sud verso il controllo accessi ed esazione parallelamente all'asse del rilevato ferroviario. Come si può evincere nelle tavole di planimetria generale D3, e nelle tavole specifiche D12 e D35 e conformemente alla Tavola degli elementi invariati fornita dall'Amministrazione, le nuove opere non invadono il rilevato ferroviario esistente e pertanto non sarà necessaria alcuna espropriazione di aree ferroviarie per la realizzazione del porto.

2.7. La quota del fondale interno della darsena di progetto, calcolato sul l.m.m. deve essere pari a -9,00 m

La quota dei nuovi fondali portuali è prevista a -9.00m sul l.m.m. come imposto dal disciplinare di gara. Tale quota si estenderà dalla attuale isobata di -9.00m con un piano continuo fino al profilo delle banchine interne. La tipologia di sezioni costruttive del molo di sopraflutto e dei banchinamenti interni prevede paratie continue di palancole, questo garantisce con ampia sicurezza, la non scalabilità del piede delle opere dalle turbolenze create dalle eliche, e una facile gestione delle operazioni del dragaggio manutentivo dei fondali negli anni. Questi ultimi due aspetti risultavano viceversa problematici con le opere previste dal progetto preliminare in cui il piede dei cassoni risultava scalzabile dalle turbolenze generate dalle eliche e la manutenzione dei fondali portuali andava fatta con mezzi a bassa produzione ed a costo di continui controlli dell'azione di dragaggio. L'allineamento delle palancole risulta arretrato di 5.40m dal filo banchina realizzando una importante volume di smorzamento dell'azione erosiva e di scalzamento data dalla propulsione delle eliche. Inoltre, in fase esecutiva, affinando la progettazione strutturale delle opere di banchina, si verificherà la possibilità, a parità di costo della struttura di banchina, di poter approfondire la quota del fondale portuale.

2.8. Destinazione d'uso a servizi portuali della parte di molo di sopraflutto prossima alla testata, avente larghezza pari circa a 10,00m e lunghezza circa 80,00 m

Il tratto di testata del molo di sopraflutto avente larghezza pari circa a 10,00 m e lunghezza circa 80,00 m, è stato progettato con caratteristiche e attrezzature atte a consentirne l'uso e l'ormeggio accostato da parte

delle unità navali dei servizi portuali quali ormeggiatori, piloti, Capitaneria di Porto, VVFF, Guardia di Finanza ecc. come previsto dal disciplinare. In particolare sono state disposte 8 bitte di ormeggio da 200 kN ogni 12 m e due da 1000kN all'inizio ed alla fine dell'accosto, e sono stati previsti parabordi continui (non cilindrici) orizzontali e parabordi continui verticali a protezione dei pali della struttura come riportato nella tavola D27.1 (Particolari parabordi e bitte area ormeggiatori). La banchina è inoltre attrezzata con un parcheggio auto, facilmente ampliabile, da 5 posti, da servizi igienici riservati e impiantistica di banchina con punti di alimentazione elettrica e idrica.

2.9. Il sovraccarico accidentale minimo previsto sulle banchine, moli e viabilità interna;

Tutte le opere di banchinamento interno e sopraflutto, nonché tutte le sottostrutture portuali, sono state progettate e calcolate con un sovraccarico accidentale minimo pari a 40 kN/m^2 , come riportato nella Relazione di calcolo delle strutture F1 e nella Relazione geotecnica e sismica B2bis.

2.10. I coefficienti di riflessione delle opere interne della nuova darsena;

Il progetto ha posto grande attenzione allo studio delle tipologie di banchina e di opere di protezione foranea al fine di rispettare e se possibile migliorare i coefficienti di riflessione dell'onda incidente.

A bando nel disciplinare di gara viene esplicitamente richiesto che *“le opere di banchina relative alla nuova darsena devono essere concepite, giustificando a tal fine con opportuni riferimenti scientifici, per assicurare i coefficienti di riflessione dell'onda incidente a seguire indicati:*

- *Contorni interni al porto, banchinati e non: $\leq 40\%$ ”*

Il rispetto di tale parametro assume grande importanza ai fini della garanzia delle manovre di accesso al porto nonché della sicurezza durante le operazioni di scarico/carico autoveicoli dai traghetti ormeggiati.

Una banchina che non risponda ai requisiti potrebbe consentire l'instaurarsi di pericolosi fenomeni di battimento tra le due sponde opposte della darsena portuale mettendo in pericolo i traghetti all'ormeggio.

Data l'importanza di **garantire** tale dato, la società proponente ha ottimizzato il dimensionamento strutturale di tutti i contorni interni al porto con l'ausilio di prove su modello fisico con ben due modelli in scala. Si è ritenuto infatti che nessun tipo di relazione empirica e/o di letteratura potesse effettivamente validare una sezione tipologica specifica studiata per questo caso.

LE PROVE IN VASCA DEL MODELLO DI CELLA ANTIRIFLETTENTE

La costruzione del modello Fig. 1 e le prove in vasca sono state realizzate dal Prof. Pierluigi Aminti docente del Dipartimento di Ingegneria Civile e Ambientale dell'Università di Firenze.

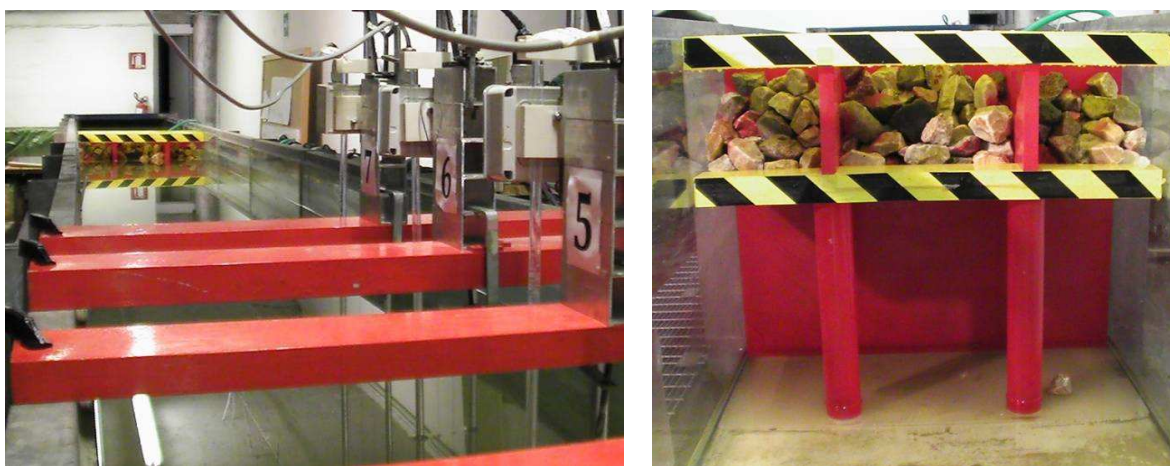
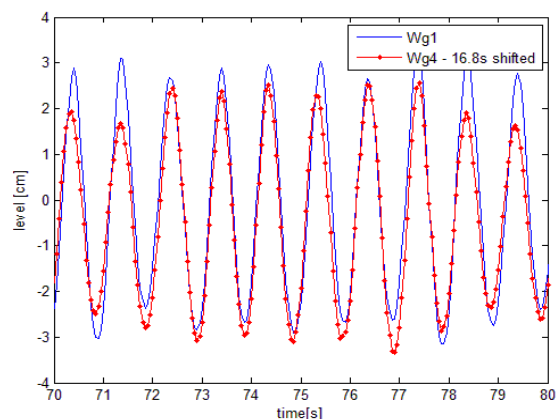
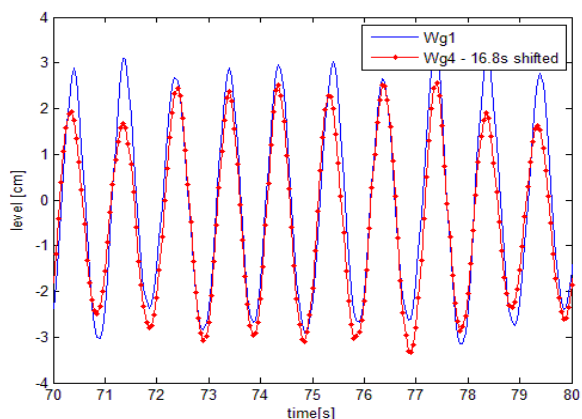


Fig.1 - Modello completato con massi da 340g nel canale pronto per le prove

La banchina di riva, e la banchina interna del molo di sopraflutto, in aderenza alle prescrizioni del disciplinare di gara, sono state progettate con strutture antiriflettenti, costituite dei seguenti elementi:

- muro di sponda costituito di una paratia continua ottenuta per infissione di una combinazione di profilati in acciaio (steel grade S430 GP) tipo HZ 1080M A, rispettivamente della lunghezza di $L = 19,30\text{m}$ e $L = 32\text{m}$ e tipo AZ 13-770, $L = 15,45\text{m}$ e $L = 20,45\text{m}$.
- realizzazione, in aderenza alla paratia, del banchinamento antiriflettente che si compone di "celle antirisacca" in c.a. prefabbricato a piè d'opera, ciascuna di dimensioni $\text{m. } 6,20 \times 5,60 \times 4,25$, collocate in sequenza una di fianco all'altra. Le celle lungo il fronte di banchina sono fondate su pali in acciaio $\varnothing 1219$, $s = 14\text{ mm}$ e lunghezza rispettivamente $L = 18,60\text{ m}$, e $L = 20,60\text{m}$. vibroinfissi nel fondale ad interasse $\text{m. } 6,20$ e successivamente riempiti in calcestruzzo nel tratto terminale; lungo il lato interno vengono rese solidali alla paratia in palancole metalliche tramite mensole prefabbricate e getto di completamento in opera opportunamente armato. Le celle – all'interno delle quali prima del getto di completamento vengono collocati elementi lapidei di 2a categoria a formazione di una scogliera di assorbimento – sono altresì dotate di finestrature interne di collegamento e di trave di bordo prefabbricata che delimita il ciglio della banchina. In relazione alle caratteristiche costruttive della banchina viene previsto l'inserimento di bitte da 1000 kN di tiro e di parabordi, ad interasse di $24,80\text{ m}$.



Onde regolari misurate alla sonda 1 e alla sonda 4 (a sinistra H1R e a destra H2R)

I risultati ottenuti sul modello della cella hanno confermato le previsioni di progetto migliorando ampiamente le prestazioni di antiriflettenza richieste dal disciplinare di gara. Un più ampio e dettagliato resoconto sulle prove effettuate in vasca sono contenute nella Relazione **C1** allegata agli elaborati di progetto.

CODICE ONDA	Tipologia	H incidente [m]	T [S]	Kr
H1R	ONDA REGOLARE	0.8	4	0.24
H2R	ONDA REGOLARE	1.1	5	0.20
H1RBIS	ONDA REGOLARE	0.8	4	0.21
H2RBIS	ONDA REGOLARE	1.0	5	0.18
H1J	ONDA RANDOM	0.5	4	0.18
H2J	ONDA RANDOM	0.6	5	0.24
H1JBIS	ONDA RANDOM	0.9	4	0.16
H2JBIS	ONDA RANDOM	1.3	5	0.17

valori ottenuti: $0.16 < Kr < 0.24$

LE PROVE IN VASCA DEL MODELLO DI SCOGLIERA

Il modello della scogliera è stato costruito in scala 1:44 riproducendo il fondale fino alla profondità di circa 22 m. Alla quota di - 9 m è stato riprodotto lo spianamento previsto con lo scavo della scarpata ed a questa quota è stata costruita la berma di piede con berma alla profondità di 6 m. Lo strato esterno della berma di piede è stato costruito con massi di 2 t



Fig. - Sezione del modello in fase di verifica

La mantellata è stata costruita con doppio strato di tetrapodi da 180 g (pari a circa 15 t in prototipo) su strato filtro in massi naturali di II^a categoria. La mantellata arriva alla quota di poco superiore a 5 m e quindi ripara completamente il muro paraonde, con sommità a + 5,5 m s.l.m., dall'attacco diretto del moto ondoso.

Onde di prova e misure eseguite

Sulla base dello studio meteo marino l'analisi statistica delle onde estreme, trasferite sotto costa, dello "Studio Idraulico Marittimo" redatto dall'Università di Messina nel 2008, hanno un'altezza significativa compresa fra 3,73 m per le onde associate ad un tempo di ritorno di 10 anni fino a 4,54 m per onde di

mareggiate assolutamente eccezionali con tempo di ritorno di 250 anni. Il periodo di picco associato varia fra 9 e 10 s.

Tr	P	Hs	Dir	Tm	Tp
[anni]		[m]	[°N]	[s]	[s]
5	0.943	3.53	133.46	6.78	8.70
10	0.971	3.73	132.92	7.00	8.98
50	0.994	4.16	131.89	7.46	9.57
100	0.997	4.34	131.52	7.64	9.80
120	0.998	4.38	131.43	7.69	9.85
150	0.998	4.43	131.33	7.74	9.92
200	0.999	4.50	131.19	7.81	10.01
250	0.999	4.54	131.09	7.86	10.08

Tabella Valutazione dell'altezza d'onda per fissati tempi di ritorno: Punto 6

Le prove si sono concentrate sulle onde più alte ossia per quelle associate a tempo di ritorno superiori a 50 anni.

Le onde sono state riprodotte con uno spettro tipo JONSWAP con fattore di picco pari a 3.3. I valori di altezza d'onda e periodo usati per le prove sono quelli risultanti dall'analisi delle registrazioni eseguite in prossimità del generatore alla profondità corrispondente a 22 m.

Le sonde posizionate a circa 2 m dalla base della scogliera (alla profondità di 9 m) sono state utilizzate per la misura delle onde incidenti e riflesse e le loro registrazioni sono state utilizzate per la determinazione del coefficiente di riflessione dell'opera. (K_r)

Immediatamente dietro il muro è stato posizionato un raccoglitore per la misura dei volumi di tracimazione. Si tratta di una misura integrale che permette la valutazione della portata media (il l/s riferiti ad un metro di lunghezza dell'opera) senza informazioni sui volumi di tracimazione delle singole onde.

Riprese video e fotografiche hanno permesso di valutare la stabilità della mantellata in tetrapodi e della berma di piede.

Dall'analisi dei dati riportati nella tabella seguente si evidenzia come per tutte le onde con tempo di ritorno dai 10 anni ai 250 anni, la scogliera progettata garantisce un K_r sempre inferiore a 40% perfettamente rispondente alle richieste di bando.

LIVELLO	ONDA	Hm0 [m]	Tp [s]	K_r [%]
FO (0. m s.l.m.)	H900T15	4.0	10	38
FO (0. m s.l.m.)	H950T15	4.1	10	39
FO (0. m s.l.m.)	H100T15	4.3	10	36
FO (0. m s.l.m.)	H105T15	4.3	10	39
FO (0. m s.l.m.)	H110T15	4.7	10	37

Tabella riassuntiva con livello di prova pari al livello del medio mare

2.11. Il modello geotecnico del terreno;

La campagna di indagine che è stata svolta nell'ambito del Progetto Preliminare per arrivare alla definizione della stratigrafia e delle proprietà dei terreni interessati dalle opere appare adeguata in relazione al numero di verticali indagate, alla tipologia di prove svolte e alla caratterizzazione geotecnica fornita utilizzando e confrontando diverse e consolidate correlazioni di letteratura, sebbene limitatamente alle opere strettamente portuali.

Considerando però anche l'esplicita richiesta formulata nel Disciplinare (*"il calcolo delle opere di banchina principali [...] vanno estesi a livello esecutivo"*) e l'eventuale rischio liquefazione è necessario rilevare che:

- il modello geotecnico di riferimento per il molo foraneo è basato su sondaggi eseguiti nel progetto preliminare e forniti dalla Stazione Appaltante, la progettazione esecutiva delle opere verrà preceduta da una necessaria campagna di indagini sulla linea del molo atte a verificare il modello geotecnico di riferimento;
- tutti i modelli geotecnici proposti prevedono un criterio di resistenza per i terreni caratterizzato da un angolo di attrito costante; è ben noto però che i materiali granulari addensati, come quelli di Tremestieri, hanno un involucro di rottura curvilineo che consentirebbe di assumere angoli d'attrito di picco, ai bassi stati tensionali, decisamente superiori rispetto a quelli proposti.

D'altra parte il Disciplinare di gara sembra voler orientare i progettisti ad attenersi a tali modelli geotecnici prevedendo un *"giudizio di ammissibilità"* nel caso vengano utilizzati modelli geotecnici alternativi. Pertanto nell'ambito della presente progettazione si è ritenuto opportuno attenersi ai modelli geotecnici definiti nel Progetto Preliminare rimandando alla fase di definizione progettuale lo svolgimento delle obbligatorie indagini integrative. Per i dettagli si rimanda alla specifica Relazione geotecnica B2bis allegata al presente progetto.

2.12. Le azioni sismiche sulle opere derivanti dalla applicazione della vigente normativa e dalle richieste della SA

La Norma Nazionale prescrive che sotto l'effetto delle azioni sismiche di progetto deve essere garantito il rispetto degli stati limite ultimi e degli stati limite di esercizio individuati riferendosi alle prestazioni della costruzione nel suo complesso. In particolare il rispetto dei vari stati limite si considera conseguito (§7.1 NTC2008):

- nei confronti di tutti gli stati limite di esercizio, qualora siano rispettate le verifiche relative allo Stato Limite di Danno (**SLD**);
- nei confronti di tutti gli stati limite ultimi, qualora siano soddisfatte le verifiche relative allo Stato Limite di Salvaguardia della Vita (**SLV**).

Al riguardo, la Norma non considera pertinente lo Stato Limite di Collasso (**SLC**), riservate alle sole costruzioni provviste di isolamento sismico, come espressamente richiamato al §C7.1 della Circolare applicativa della Norma ed esplicitato nella Tabella C.7.1.I della medesima Circolare. In particolare, la Tabella C.7.1.I individua lo stato limite **SLV** come unico Stato Limite Ultimo da considerare per l'analisi in condizioni sismiche di muri di sostegno, paratie, ancoraggi, rilevati e scavi, fondazioni.

Pertanto, con riferimento agli stati limite pertinenti, la norma fornisce le seguenti definizioni:

Stato Limite di Danno (SLD): *a seguito del terremoto la costruzione nel suo complesso, includendo gli elementi strutturali, quelli non strutturali, le apparecchiature rilevanti alla sua funzione, subisce danni tali da non mettere a rischio gli utenti e da non compromettere significativamente la capacità di resistenza e di rigidità nei confronti delle azioni verticali ed orizzontali, mantenendosi immediatamente utilizzabile pur nell'interruzione d'uso di parte delle apparecchiature.*

Stato Limite di salvaguardia della Vita (SLV): a seguito del terremoto la costruzione subisce rotture e crolli dei componenti non strutturali ed impiantistici e significativi danni dei componenti strutturali cui si associa una perdita significativa di rigidezza nei confronti delle azioni orizzontali; la costruzione conserva invece una parte della resistenza e rigidezza per azioni verticali e un margine di sicurezza nei confronti del collasso per azioni sismiche orizzontali.

Le azioni sismiche di progetto, in base alle quali valutare il rispetto dei diversi stati limite considerati, si definiscono a partire dalla pericolosità sismica di base del sito di costruzione.

La pericolosità sismica è definita in termini di accelerazione orizzontale massima a_g in condizioni di campo libero su sito di riferimento rigido con superficie topografica orizzontale (categoria di suolo A), con riferimento a prefissate probabilità di eccedenza P_{VR} nel periodo di riferimento V_R .

Per le opere in progetto il Disciplinare di gara prevede di considerare :

- vita nominale dell'opera: 50 anni;
- classe d'uso dell'opera: III (coefficiente d'uso 1,5);

Il periodo di riferimento (V_R) è quindi pari a 75 anni.

In base allo Stato Limite considerato l'azione sismica è stata valutata (Tab.3.2.I, delle NTC2008):

- per una probabilità di superamento del 63% nel periodo di riferimento definito (75 anni) allo Stato Limite di Danno;
- per una probabilità di superamento del 10% nel periodo di riferimento definito (75 anni) allo Stato Limite di Salvaguardia della Vita.

In sostanza le ipotesi fatte sul periodo di riferimento portano, in termini di strategia di progettazione, a considerare un evento sismico con un tempo di ritorno pari a $T_R=75$ anni per lo **SLD** e $T_R=712$ anni per lo **SLV**.

Tenendo conto del periodo di riferimento e della localizzazione geografica del sito di Tremestieri (lat.38,138; long. 15,525) si ottengono i seguenti valori dell'accelerazione orizzontale di riferimento su suolo rigido:

SLD $a_g = 0,105g$

SLV $a_g = 0,305g$

Applicando quindi i coefficienti di amplificazione stratigrafica (S_s) per la categoria di sottosuolo C, e di amplificazione topografica (S_T) si ottiene l'accelerazione massima attesa al sito (a_{max}) di Tremestieri:

	a_g	F_0	S_s	S_T	a_{max}/g
SLD	0,105	2,297	1,50	1,00	0,158
SLV	0,305	2,410	1,26	1,00	0,384

Il progetto sismico delle opere è stato eseguito secondo il metodo di analisi pseudo-statico, assumendo per ciascuna tipologia di opera i seguenti coefficienti sismici orizzontali e verticali per il caso SLV:

- **Banchine di riva:** $k_h = \alpha \cdot \beta \cdot (a_{max}/g) = 0,75 \cdot 0,4 \cdot 0,384 = 0,115$
 $k_v = 0$

dove $\alpha = 0,75$ discende dal considerare un palancolato di $H=20m$ su suolo C, mentre il valore di $\beta = 0,4$ deriva dall'ammettere uno spostamento massimo di $0,005 \cdot H = 10cm$.

- **Palancolato costituente il Molo foraneo:** $k_h = \alpha \cdot \beta \cdot (a_{max}/g) = 0,8 \cdot 0,35 \cdot 0,384 = 0,108$
 $k_v = 0$

Il valore di $\alpha = 0,50$ (utilizzabile per un palancolato di $H=30\text{m}$ su suolo C) è stato cautelativamente portato al valore $\alpha = 0,80$ per tenere conto della rigidità del sistema; il valore di $\beta = 0,35$ deriva dall'ammettere uno spostamento massimo di $0,005 \cdot H = 15\text{cm}$.

- **Analisi di stabilità globale:**

$$\begin{aligned}k_h &= \beta_s \cdot (a_{\max}/g) = 0,28 \cdot 0,384 = 0,108 \\k_v &= \pm 0,5 k_h = \pm 0,054\end{aligned}$$

Il valore di $\beta_s = 0,28$ tiene conto della categoria di sottosuolo e del campo di accelerazione attesa. Inoltre, nelle verifiche di sicurezza delle opere di sostegno in condizioni sismiche è stato considerato l'effetto idrodinamico attraverso l'applicazione di un diagramma di pressioni idrauliche valutato in base alla teoria di Westergaard.

2.13. Le azioni orizzontali dinamiche e statiche da utilizzarsi in particolare nei calcoli di dimensionamento delle opere dovute al moto ondoso;

Lo studio specialistico F28-29 idraulica marittima risulta ampio e ben dettagliato per cui si è ritenuto valido per assumerne le caratteristiche del moto ondoso incidente il paraggio. In particolare i dati di riferimento progettuale sono quelli desunti dal quesito n.10 del 08/03/2010. Per il calcolo delle sollecitazioni date dal moto ondoso sulle diverse componenti strutturali delle opere si sono applicate molteplici formule il cui dettaglio è riportato nella relazione specialistica B4bis. In sintesi per le sollecitazioni sul molo foraneo si è applicata la teoria di Sainflou, per il calcolo delle mantellate delle opere a scogliera la formula di Hudson e di Van der Meer, per il calcolo della spinta sul muro paraonde la teoria di Jensen.

2.14. La stabilità globale dei pendii interessati dalle opere;

La stabilità globale del complesso manufatto-terreno rappresenta sicuramente uno degli aspetti tecnici più complessi della progettazione definitiva delle opere portuali di Tremestieri. Infatti, se da un lato sono presenti terreni incoerenti di buone caratteristiche meccaniche, dall'altro la morfologia del fondale marino risulta particolarmente sfavorevole. Nello specifico, come si può rilevare dalla batimetria di Tav. D3, a poche decine di metri dalla linea di costa, la pendenza del fondale marino cambia drasticamente portandosi da valori minori di 10° a valori che superano i 25° . E' rilevante osservare come tale scarpata sottomarina, rilevata solo fino alla batimetrica di -25 m nelle planimetrie generali dell'area di Tremestieri, si estende in realtà con pendenza media di circa 20° fino alla -200m per poi assumere pendenze di poco inferiori fino alla -750m del fondale marino antistante la costa. Tale configurazione morfologica risulta quindi determinante nella valutazione della stabilità globale delle opere che ricadono in prossimità della scarpata, quindi del molo foraneo e della scogliera a protezione dei piazzali Sud.

Il problema della stabilità globale, correttamente *figura tra le criticità individuate* in fase di progettazione preliminare ed è stato pienamente recepito dai redattori del Disciplinare di gara, che hanno richiesto ai progettisti di verificare la stabilità dei manufatti con un coefficiente di sicurezza addirittura superiore a quello imposto dalla recente normativa tecnica per le costruzioni (NTC2008).

Questo requisito del disciplinare, unitamente alla sostanziale impossibilità di variare il modello geotecnico di sottosuolo (v. 7.11), costituiscono i vincoli che maggiormente hanno condizionato le scelte tipologiche delle opere in progetto; la soluzione del problema è stata trovata prevedendo di fondare le opere in profondità con tipologie costruttive solide ed efficienti.

In particolare:

- Per il molo foraneo non è risultato possibile ricorrere a opere a gravità; la tipologia costruttiva adottata è invece quella di un doppio palancolato metallico con profilo combinato HZ/AZ, riempito con materiale arido

consolidato con jet-grouting. Il coronamento dell'opera è realizzato tramite un solettone in c.a. solidale al palancolato metallico.

- Per le scogliere è stato necessario prevedere dispositivi di rinforzo strutturale e geotecnico in entrambi i tratti di scogliera in progetto. Per la scogliera Nord il rinforzo della base in tout venant viene realizzato mediante geogriglie ad elevata resistenza con funzione di confinamento. In tal modo si conferisce al rilevato ed ai retrostanti piazzali una capacità di risposta di insieme rispetto ai possibili cinatismi di instabilità globale. Per la scogliera a Sud, la vicinanza del ciglio della scarpata sottomarina a forte pendenza rende necessario un arretramento dei piazzali di 3 m al fine di ridurre le pendenze medie in gioco. Per garantire la stabilità del complesso manufatto-terreno rispetto alle superfici di scorrimento superficiali, sub parallele al pendio, in aggiunta alla geogriglia, è necessario realizzare una linea di pali HZ al di sotto del muro paraonde, con funzione di rinforzo del terreno. Tali pali, infissi fino alla profondità di -22,0 m, intercettano le superfici di potenziale scorrimento più critiche, garantendo i requisiti di sicurezza richiesti nel Disciplinare di gara.

Le analisi sono state eseguite applicando il metodo dell'equilibrio limite nella formulazione di Morgenstern & Price (1965); con questo metodo si tiene conto delle azioni normali e tangenziali che si sviluppano lungo la superficie laterale delle singole strisce e la soluzione del problema dell'equilibrio limite è completa perché tiene conto sia delle l'equilibrio alla traslazione che alla rotazione del corpo di terreno; le azioni sismiche sono state considerate, secondo l'approccio pseudo-statico, come forze inerziali applicate nel baricentro delle singole strisce.

In Tabella 2-1 vengono riassunti i principali risultati delle analisi di stabilità globale svolte per il dimensionamento delle opere a mare, presentandoli in termini di rapporto tra gli Effetti delle azioni di progetto (E_d) e le Resistenze di progetto (R_d).

Tabella 2-1 Valutazione della sicurezza delle opere geotecniche

Opere analizzate	E_d / R_d	
	Condizioni statiche	Condizioni sismiche
Molo foraneo di testata	2,02	1,23
Molo foraneo di radice	1,94	1,21
Banchina di riva	2,24	1,60
Scogliera in prosecuzione della banchina di riva	1,75	1,29
Scogliera a protezione dei piazzali	1,94	1,31

Come si può osservare, per tutte le opere progettate sono rispettati i margini di sicurezza rispetto alla stabilità globale, così come prescritti dalla Norma Nazionale $\gamma_R \geq 1,1$ e tenendo conto dell'incremento del margine richiesto dal Disciplinare di gara $\gamma_R^* \geq 1,21$ ($=1,1 \times 1,1$).

2.15. La valutazione dei rischi dovuti alla liquefazione del terreno; ()

La Norma Tecnica nazionale NTC 2008 prescrive di verificare la stabilità del sito dove sono ubicati i manufatti nei confronti dei possibili fenomeni di liquefazione, cioè della perdita di resistenza del terreno di fondazione per lo sviluppo di sovrappressioni interstiziali a seguito dello scuotimento sismico.

La verifica nei confronti del fenomeno della liquefazione può essere omessa solo nei casi in cui si verifichi almeno una delle seguenti condizioni: gli eventi sismici siano di magnitudo $M < 5$, le accelerazioni attese siano inferiori a $0,1g$, il livello della falda sia collocato oltre 15 metri da piano campagna, i terreni presentino elevati valori della resistenza penetrometrica (da prove statiche o dinamiche SPT), l'assortimento granulometrico dei materiali interessati ricada all'esterno del fuso granulometrico che caratterizza il campo della liquefazione.

A seguito di un approfondito esame di tutti i precedenti aspetti condotto in sede di progettazione preliminare sulla base della caratterizzazione geotecnica disponibile, nessuna delle precedenti condizioni risulta verificata (cfr. §3.2 dell'elaborato F26 "Relazione Sismica") ed è pertanto necessario procedere alla verifica delle condizioni di stabilità alla liquefazione.

A tal fine, sempre in sede di progettazione preliminare, la sicurezza alla liquefazione viene valutata con una procedura semi-empirica di tipo puntuale, confrontando fra loro i valori del parametro N_{SPT} (resistenza del terreno) con i valori critici N_{CR} (azioni sismica) alle diverse profondità. Poiché il parametro N_{CR} dipende dall'accelerazione sismica, ne consegue che i depositi indagati risultano stabili nei confronti della liquefazione per terremoti di progetto corrispondenti alle condizioni di stato limite di operatività (SLO), di danno (SLD) e di salvaguardia della vita (SLV), mentre risulterebbero instabili, cioè soggetti a liquefare, con terremoti di progetto corrispondenti allo stato limite di collasso (SLC). Questa circostanza si verificherebbe sia per il molo foraneo, alle profondità comprese fra 15 e 18 metri dal fondale, sia per i piazzali, fra 20 e 30 metri dal l.m.m. . La verifica di stabilità alla liquefazione viene poi riproposta dai progettisti del progetto preliminare con un secondo metodo di analisi che confermerebbe i risultati precedenti: la liquefazione si verifica solo con il terremoto dello stato limite di collasso (SLC), sebbene le profondità più a rischio siano leggermente diverse ed in genere il rischio alla liquefazione risulti concreto solo localmente, per alcuni specifici livelli di terreno.

In merito al problema della liquefazione, si evidenzia innanzi tutto che la caratterizzazione geotecnica dei terreni di fondazione delle opere fa riferimento ad indagini eseguite sulla costa e non, come sarebbe stato invece necessario, eseguite anche a mare, in corrispondenza del tracciato dei moli. Per le analisi della sicurezza nei confronti della liquefazione è infatti necessario procedere con un confronto di dettaglio fra i profili della resistenza con la profondità e quello della sollecitazione sismica, nonché conoscere l'assortimento granulometrico dei terreni effettivamente interessati dalle opere.

Inoltre si osserva che il DM 2008, al § 7.1 sui "Requisiti nei confronti degli stati limite" per le opere sotto azioni sismiche prescrive che siano soddisfatte le verifiche di stabilità solo nei confronti dello stato limite di salvaguardia della vita, (SLV). Con riferimento allo stesso punto, la Circolare applicativa delle Norme Tecniche n.617/2009, al punto C7.1, esplicita gli stati limite che devono essere considerati per ogni tipologia di manufatto attraverso la Tabella C7.1.I – Verifiche di sicurezza in funzione della Classe d'uso. Secondo tale tabella, per la stabilità del sito, dei muri di sostegno, delle paratie, degli ancoraggi, dei fronti di scavo e dei rilevati si limita a prescrivere le verifiche sotto azioni sismiche corrispondenti allo SLV.

Tenuto conto dei risultati ottenuti in sede di progettazione preliminare così come sintetizzati nelle conclusioni del capitolo 5 della Relazione Sismica del progetto preliminare, si ritiene pertanto possibile affermare che non esistano rischi concreti di liquefazione dei siti di fondazione e dei terrapieni per le azioni sismiche attese, in base ai criteri richiesti dalla Normativa.

Resta però necessario condurre una verifica puntuale ed approfondita del problema della liquefazione, e ciò potrà essere avvenire solo a seguito di indagini geotecniche altrettanto puntuali ed approfondite da condurre a mare, lungo gli allineamenti di tutti i manufatti in fase di progettazione esecutiva. Sulla base delle conoscenze attuali, infatti nulla si potrebbe aggiungere in questa sede a quanto è già emerso a seguito delle valutazioni del progetto preliminare.

2.16. Resistenza al tiro delle bitte di ormeggio certificata non inferiore a 1000 KN;

Le bitte di ormeggio da 1000 kN sono collocate nelle pareti gettate in opera tra due celle tipo A della banchina (tav. D 24).

Per ogni bitta è stato previsto un sistema di ancoraggio dedicato, con rinvio della componente orizzontale dello sforzo di trazione fino a monte degli apparecchi di testata dei tiranti di ancoraggio nel terreno, mediante quattro profilati di acciaio L 100x10 lunghi 6 m. Su questi sono stati saldati tre traversi di ripartizione formati dallo stesso profilato, in modo da generare una diffusione degli sforzi su un'ampia zona di impalcato, individuata da un modello tipo tiranti-puntoni (strut-and-tie), in cui il primo tirante è costituito dai detti profilati, i puntoni sono costituiti da bielle ideali di calcestruzzo inclinate in pianta a 45° nella piastra di 50cm continua all'estradosso delle celle, e gli ulteriori tiranti diffusi sono costituiti dall'armatura ordinaria contenuta in quest'ultima (tavv. D 21.4, 5). In tal modo si viene a realizzare una diffusione degli sforzi orizzontali su una fascia di oltre 15 m, interessando otto tiranti nel terreno. In ogni caso, i due tiranti prossimi alla bitta sono di sezione rinforzata (8 trefoli invece di 6).

Le componenti verticale e flessionale dello sforzo sulla bitta sono affidate a quattro tirafondi ϕ 68mm, lunghi 2 m, cui sono saldati 6 + 6 profilati UPN 100 e 6 + 6 spezzoni ϕ 20mm a diverse profondità. L'armatura ordinaria contenuta nel getto in opera tra le due celle e quella di connessione fra questo e le celle stesse assicurano la stabilità dell'insieme (tavv. da D 21.4 a D 21.10).

2.17. Parametri minimi di progetto nella organizzazione logistica delle aree a terra;

Punto "i"

Il progetto non prevede alcun tipo di intervento sulla viabilità a monte del sottopasso ferroviario, tutte le nuove opere viarie previste in questo progetto, a valle del detto sottopasso, sono raccordate planimetricamente e logisticamente con i piazzali esistenti.

Punto "ii"

L'accesso alla nuova area portuale, così come l'uscita, avviene esclusivamente dal sottopasso ferroviario che oggi serve l'area portuale esistente e che nel nuovo progetto servirà entrambe i bacini di ormeggio.

Punto "iii"

La biglietteria è stata posta in corrispondenza dell'area già individuata nel progetto preliminare perché è baricentrica rispetto alla configurazione portuale ed anche per l'adiacenza con l'edificio servizi, inoltre questa posizione consente di avere una linea di carico di 796 m x2 corsie oltre a otto corsie (largh. da 2,5 m a 3.5 m) con una lunghezza media di 70.6 m per un totale di 420 m. Complessivamente le linee di carico del viale di accesso assommano a 2012 m, che considerata una lunghezza media p.v. di 4.5 m, risultano 447 autoequivalenti.

DATI DI TRAFFICO COMPLESSIVO											
TRAFFICO VEICOLARE COMPLESSIVO PREVISTO AL 2020 Traghiamento dallo stretto + "Ito Ito"	TRAFFICO ANNUO	% TRAFFICO NEL MESE DI PUNTA		VEICOLI MESE	VEICOLI GIORNO	VEICOLI GIORNO (totale giorno di minima)	VEICOLI GIORNO (totale giorno di massima)	FLUSSO COMPLESSIVO ORARIO NEL GIORNO DI MINIMO**	FLUSSO COMPLESSIVO ORARIO NEL GIORNO DI MAX**		
		AUTOMOBILI	2.800.000	MIN	3,40%	95.200	3.173	5.301	37.907	132	0
				MAX	35,20%	985.600	32.853			0	1369
VEICOLI COMMERCIALI	1.140.000	MIN	5,60%	63.840	2.128	5.301	37.907	89	0		
		MAX	13,30%	151.620	5.054			0	211		
								TOTALE	TOTALE		
								221	1579		

* dati del disciplinare di gara art.7 pag.23 punto "xiii"

** basato su imbarchi effettuati nelle 24 h

Tab. 2

L'accesso al porto è costituito da otto caselli tipo autostradali di cui cinque con operatore per utenti privi di titoli di imbarco e per utenti tre muniti di biglietto elettronico, con la possibilità di adeguamento del tipo di esazione in relazione al traffico e dallo sviluppo delle tecnologie wireless tipo Telepass e/o lettura ottica. Da dati della Tab.1, redatti si evince che per la giornata di punta è stimato un volume di traffico pari a 1369 auto/h e 211 veicoli commerciali/h. Stimando, in favore di sicurezza, che la massima percentuale mensile del traffico automobilistico e commerciale si verifichi nello stesso mese, si ha un totale 1580 veicoli/h. da smaltire al casello di ingresso. Essi si possono dividere in due tipologie: veicolo A, transita con esazione manuale da operatore, e veicolo B transita con esazione automatica ottica/elettronica. L'attraversamento del casello può pertanto essere schematizzato in due fasi:

Fase 1: Entrambi i veicoli A e B decelerano da una Velocità di avvicinamento (VC) di 30 Km/h; i tempi dei due veicoli nella fase si equivalgono.

Fase 2: Il veicolo A passa attraverso 3 sottofasi:

- a) decelera da 30 a 0 Km/h
- b) percorre l'eventuale coda
- c) paga il pedaggio e ritira il biglietto

Il veicolo B attraversa istantaneamente a 30 Km/h il casello. Il ritardo, perdita di tempo, nella fase è nullo per il veicolo B dotato di titolo elettronico e minimo se dovrà mostrare il titolo all'operatore, 10 secondi. Ai fini del dimensionamento del varco abbiamo considerato i seguenti parametri (fonte Autostrade S.p.A.):

- Tempo di rallentamento TR: è il tempo necessario per far decelerare il veicolo da 30 Km/h a zero. Si assume per TR un tempo di 5 secondi.
- Tempo di permanenza in coda TC: è il tempo che il veicolo generico perde nella coda, si assume come tempo medio dai veicoli in coda; TCA = 967 sec circa.

- Tempo di pagamento del pedaggio TP: viene assunto pari a 20 secondi;
- Tempo di prelievo del biglietto TB: è il tempo necessario affinché l'operatore possa fornire all'utente del titolo di viaggio 5 secondi.

Quindi ogni varco con operatore è in grado di garantire il servizio ad un flusso di veicoli pari a 120 veicoli/h, mentre per il casello con telepass e utenti dotati di titoli è ammissibile un valore pari 360/h. Considerando che il sistema di accesso al porto è costituito da cinque caselli con biglietteria e tre con biglietto elettronico la capacità totale di transito è pari a 1680 veicoli/h, in grado quindi di garantire ottimi livelli di servizio per il flusso di traffico previsto nel 2020. Nella condizione più sfavorevole con sei caselli/biglietteria e due caselli/elettronici, in condizioni di massimo flusso di traffico e il 50% degli utenti senza titolo elettronico, il sistema continua a garantire un buon livello di servizio con una capacità pari a 1440 veicoli/h. Inoltre per quanto riguarda le corsie di accumulo, ipotizzando la maggior situazione di afflusso ai caselli, avremo che il tempo di attesa per ciascun veicolo che transita per il casello privo di telepass è pari a $T=TR+TC+TP+TB=1002$ secondi circa 16 minuti. Ipotizzando che tutti i caselli hanno lo stesso livelli di congestione, $T=1002$ secondi, sono necessari circa 1800 ml di corsia di accumulo per garantire la gestione di fenomeni di congestione, quindi le corsie di accumulo di progetto pari a circa 2000 ml forniscono un livello di servizio ottimale per l'infrastruttura stradale di accesso al nuovo terminale. In termini di operazioni portuali l'accesso al porto è stato dimensionato in modo da contenere il flusso massimo di traffico in entrata per un'ora in caso di rallentamento del 25% della velocità media degli imbarchi e per circa 18 minuti in caso di blocco totale degli imbarchi. Da questo calcolo si esclude la riserva di parcheggio dei piazzali (la cui capacità complessiva è di 2230 veicoli) la cui differenza oraria di 651 veicoli tiene conto della differenza fra i tempi di imbarco degli utenti rispetto alla diversa compagnia scelta, ma che comunque in caso di emergenza può allungare la capacità di assorbimento di un eventuale blocco imbarchi per ulteriori 24 minuti.

L'accesso al porto è stato progettato con la finalità di dare all'Autorità Portuale la massima flessibilità nella gestione dell'infrastruttura, potendo modulare il tipo di esazione in funzione delle esigenze di traffico e differenziando le diverse compagnie marittime.

Punto "iv"

I piazzali di stoccaggio nella configurazione 1 (tav.D5), richiesta nel disciplinare, contengono 10183 ml di linea di carico di larghezza 3m (con una capacità di 2263 auto equivalenti), quindi superiore al requisito previsto di 10.000ml di linea di carico. La configurazione 2 (tav.D6) è stata studiata per tener conto dei dati di traffico dell'art.7 pag.23 punto "xiii", della risposta al quesito n° 8 del 8/03/2010 e dell'errata corrige n°1 del 23/04/2010 nonché del punto "vii" art.7 pag.22 del disciplinare. La configurazione 3(tav.D7) risulta intermedia fra le prime due e tiene conto dei dati di traffico effettivo della società Rete Autostrade Mediterranee S.p.A. ed i dati del Piano Regolatore Portuale di Messina e si ritiene quella che meglio rappresenti le effettive necessità della piattaforma logistica. Il progetto ha posto particolare attenzione alla flessibilità d'uso dei piazzali portuali, evitando infrastrutturazione rigide degli stessi, consentendo quindi il passaggio da una configurazione gestionale all'altra con soli lavori sulla segnaletica orizzontale, e riprogrammando le scritte sulla cartellonistica verticale di tipo elettronico. Un minor costo di adeguamento consente anche la variazione stagionale dei due flussi di traffico automobilistico e commerciale.

DATI DI TRAFFICO COMMERCIALE						
TOTALE TRAFFICO COMMERCIALE (re) (giorno di punta)	GIORNO DI PUNTA	% TRAFFICO COMMERCIALE *				
	5.054	TRAFFICO COMMERCIALE DELLO STRETTO DI MESSINA	70%	3538		
		TRAFFICO COMMERCIALE RO-RO DEL PORTO DI MESSINA TREMESTIERI	30%	1516	Dei 1516 transiti giornalieri per traffico Ro-Ro bisogna indicare in progetto le aree da destinare alla modalità "non accompagnato" i cui ml di colonna devono essere non inferiori al 20% del totale previsto per i mezzi commerciali come previsto al punto"vii" art. 7 pag.22 del disciplinare di gara.	20% del traffico Ro-Ro
					Numero di posti per i pianali di carico Roll on-Roll off	

**tenuto conto della risposta al quesito n° 8 del 8/03/2010 e dell'errata corrige n°1 del 23/04/2010*

Tab. 3

PLANIMETRIE REQUISITI PRESTAZIONALI DEI PIAZZALI DEL PORTO									
PIAZZALE n°	SUPERFICIE	CONFIGURAZIONE 1		CONFIGURAZIONE 2		CONFIGURAZIONE 3			
		AUTOVETTURE E MEZZI COMMERCIALI	POSTI PER PIANALI NON ACCOMPAGNATI DEL TRAFFICO RO-RO	AUTOVETTURE E MEZZI COMMERCIALI	POSTI PER PIANALI NON ACCOMPAGNATI DEL TRAFFICO RO-RO	AUTOVETTURE E MEZZI COMMERCIALI	POSTI PER PIANALI NON ACCOMPAGNATI DEL TRAFFICO RO-RO		
		LINEA DI CARICO (3.00m)	n° POSTI (3.50mX12.50m)	LINEA DI CARICO (3.00m)	n° POSTI (3.50mX12.50m)	LINEA DI CARICO (3.00m)	n° POSTI (3.50mX12.50m)		
P1	4114	1357	0	0	37	1357	0		
P2	1818	575	0	575	0	575	0		
P3	1614	485	0	485	0	485	0		
P4	6998	2272	0	0	77	2272	0		
P5	6170	2035	0	0	73	2035	0		
P6	3510	1161	0	0	138	1161	0		
P7	6800	2298	0	0	0	0	81		
TOTALE	31024	10183	0	1060	325	7885	81		

	Configurazione dei piazzali richiesta nel disciplinare art.7 punto "iv" pag. 22
	Configurazione ottenuta dai dati di traffico art.7 pag.23 punto "xiii", tenuto conto della risposta al quesito n° 8 del 8/03/2010 e dell'errata corrige n°1 del 23/04/2010 e del punto "vii" art.7 pag.22 del disciplinare
	Configurazione ottenuta tenendo conto dei dati di traffico del PRP di Messina, Autorità Portuale di Messina e dai dati della società Rete Autostrade Mediterranee S.p.A.

TABELLA RIASSUNTIVA DELLE TRE CONFIGURAZIONI PORTUALI

Tab. 4

Punto "v"

La viabilità di uscita è separata da quella di ingresso, entrambe collegate al sottopasso che porta agli svincoli Messina Sud Tremestieri della Autostrada A18 e dalla S.S. 114.

Punto "vi"

Al fine di garantire i controlli doganali sono state predisposte due aree di controllo dogana, una per il flusso in entrata e una per quello in uscita, subito a valle del sottovia ferroviario (lettera A, tav. D5)

Punto "vii"

Nella configurazione 2 (tav.D6)gli stalli per i pianali non accompagnati, n° 325, occupano i piazzali P1, P4, P5, P6, P7, mentre nella configurazione 3 (tav.D7) gli stalli per i pianali non accompagnati, n°81, occupano il piazzale P7.

Punto "viii"

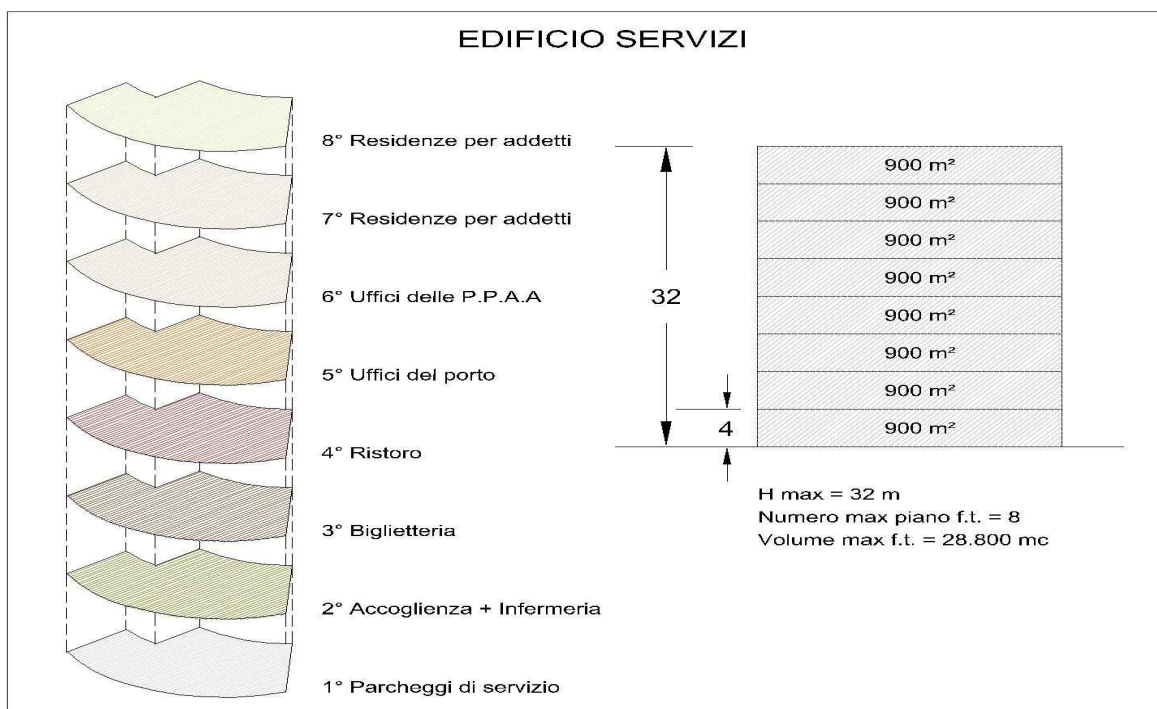
Nella tav. D6 di progetto sono indicati gli stalli destinati ai mezzi commerciali provvisti di predisposizione per l'impianto necessario alla realizzazione della "catena del freddo". Il numero complessivo di stalli predisposti è di 288 e quindi ampiamente superiore al 50% richiesto dal disciplinare.

Punto "ix"

La stazione per i controlli radiogeni e la pesatura è stata posizionata nell'area a sud della darsena lungo la viabilità di collegamento tra i caselli di accesso al porto e il piazzale P7, parcheggio adibito ai mezzi commerciali (lettera D, tav.D5).

Punto "x"

Adiacente ai caselli nella zona a sud della darsena è stata posizionata l'area dedicata all'edificio servizi (tav. D5) e annesso a questo un parcheggio, in grado di soddisfare alla sosta per taxi, navette bus di collegamento con la città, e parcheggio per utenti diversamente abili. La superficie in pianta dell'edificio è pari a 900 mq e si sviluppa in altezza per 32 mt, volume 28800 mc, nel volume dell'edificio è stata prevista l'ubicazione delle seguenti funzioni: parcheggi, accoglienza, infermeria, biglietteria, ristoro, uffici e residenze.



Punto "xi"

L'ambito portuale sottoposto a limitazione di accesso e controllo security è riportato nella tavola D10. La recinzione lato terra è interrotta da tre cancelli, posizionati all'altezza dei ciascun parcheggio, per la gestione di situazioni di emergenza e/o connesse alla sicurezza portuale.

Punto "xii"

Le aree di sosta sono state progettate in modo da poter essere fruite da distinti e indipendenti vettori marittimi. L'assenza di ostacoli fissi sui piazzali e la cartellonistica elettronica verticale consente di gestire gli spazi e la viabilità differenziando le compagnie e gli imbarchi (tav. D8).

Punto "xiii"

Per il dimensionamento dell'infrastruttura logistica sono stati considerati i volumi di traffico contenuti nel PRP di Messina con distribuzione mensile sul totale annuo per le automobili e i mezzi commerciali come riportati nel disciplinare di gara vedi tab.1 e tab.2. (tav. D6-7-8).

3. LE SCELTE PROGETTUALI EFFETTUATE IN RELAZIONE AGLI ELEMENTI DI VALUTAZIONE QUALITATIVA DELL'ART. 13 DEL DISCIPLINARE DI GARA (FASE 2 DI GARA)

3.1.Modalità di risoluzione delle problematiche geotecniche, idrauliche, geologiche dovute alla delicatezza morfologica, geologica e sismologica dell'area ove è prevista la costruzione del porto ()

La progettazione dell'intervento nel suo complesso si è integralmente sviluppata nella piena consapevolezza delle criticità del sito dove ricadono le opere, criticità che del resto risultavano ben evidenti dal disciplinare di gara ed implicite nel livello di approfondimento del progetto preliminare.

In primo luogo si è preso atto delle difficoltà connesse con la scelta del "sito" di progetto, con specifico riferimento agli aspetti sismici e morfologici.

L'elevata sismicità dell'area, nonostante i terreni di fondazione delle opere possano essere classificati tutti come terreni di buone se non ottime caratteristiche meccaniche, ha reso quasi sempre strutturalmente dimensionante le combinazioni di carico sismico fra tutte le possibili combinazioni utilizzate per le verifiche delle opere.

Ciò è risultato particolarmente vero anche per la morfologia spiccatamente acclive della costa. In questo senso la forte pendenza dei fondali ha condizionato in modo determinante la soluzione costruttiva adottata in progetto per le opere che ricadono in prossimità della scarpata sottomarina, quali il molo foraneo e la scogliera a protezione dei piazzali Sud.

In relazione a quanto sopra sono state verificate diverse soluzioni progettuali per rispettare al contempo i criteri di funzionalità e di stabilità prescritti dalla Normativa (NTC2008) e dal Disciplinare di gara, nel particolare contesto ambientale del sito di Tremestieri:

per il molo foraneo risulta infatti necessario escludere qualsiasi soluzione del tipo a gravità le quali sotto l'effetto del sisma tendono a scivolare lungo la scarpata sottomarina. Pertanto il manufatto deve essere invece fondato in profondità e dotato di un'elevata solidità di insieme come accade per la soluzione proposta. Il palancoato infatti a differenza di strutture ad elementi puntuali di infissione o elementi discontinui tipo diaframma in c.a., garantisce la necessaria monoliticità, impedendo inoltre qualsiasi moto di filtrazione che possa nel tempo compromettere il manufatto. Il palancoato, risultando una tecnologia ampiamente adottata in condizioni similari è garanzia di correttezza di posa e di durabilità dell'opera rispetto a soluzioni innovative non sufficientemente sperimentate.

per le scogliere, soggette ad un analogo problema di stabilità globale, si deve ricorrere ad un rinforzo della scarpata o con l'uso di geogriglie ad elevata resistenza, per ottenere un effetto di confinamento al piede, oppure, nel caso più critico della scogliera dei piazzali Sud, con l'uso combinato di geogriglie e di pali in acciaio ad alta resistenza infissi a profondità tali da escludere la formazione di tutti i possibili cinematismi di collasso. La criticità di stabilità globale ha portato, per le scogliere del piazzale Sud che si trovano sul ciglio della paleo pianura costiera, all'ulteriore obbligo di arretrare l'opera di circa 3m e fondarla alla profondità di -9.00m.

Non meno condizionanti sono stati gli aspetti idraulici della progettazione, in particolare quelli di tipo idraulico-marittimo, per la necessità di equipaggiare le banchine ed i moli lungo il lato interno, dei necessari dispositivi per l'assorbimento del moto ondoso. Complesso è stato l'iter per la definizione della soluzione costruttiva finale per le banchine e per i moli, dovendo inglobare nella struttura, senza per questo ridurre la

solidità dei manufatti, una importante cella antiriflettente. In questo ambito sono state accuratamente prese in considerazione tutte le fasi costruttive al fine di pervenire al livello di progettazione richiesto dal bando.

Con specifico riferimento alle banchine, di grande rilevanza nel progetto risultano le considerazioni sulla protezione dei sistemi di ancoraggio, con le testate posizionate in modo da essere ispezionabili nel tempo e comunque protette da una calotta rimuovibile per consentire eventuali operazioni di ritesatura, come ormai espressamente richiesto dalla Norma vigente per tutti i tiranti attivi di tipo permanente (§ 6.6.1).

Tale accortezza sulla necessità di fornire un progetto intrinsecamente protetto nei confronti dei fenomeni di corrosione ha certamente ispirato il dimensionamento strutturale di tutte le opere principali che in nessun caso vedono esposta una parte metallica al rischio della corrosione; tutti i palancolati metallici delle opere a mare terminano al disotto della fascia di *bagnasciuga* ovvero risultano coperti e protetti dai getti di calcestruzzo in opera.

3.2 Modalità di Gestione dei sedimenti e degli sbancamenti

Modalità di gestione dei sedimenti provenienti dalle operazioni di scavo e dragaggio (una più ampia trattazione è riportata nell'allegato CF)

Al fine di ottimizzare l'uso della risorsa ghiaia/sabbia massimizzando le quantità di materiale destinate a ripascimento ed al tempo stesso riducendo il più possibile l'impatto ambientale dato dalla loro movimentazione tanto nell'ambito di cantiere quanto nell'area destinata al ripascimento, si è studiato un efficace piano di gestione della risorsa che prevede la lavorazione di circa 800.000 m³ di sedimenti distinto su tre fasi.

La distinzione tra le fasi è stata studiata in funzione del tipo di lavorazioni prevalenti, siano esse sbancamenti, movimentazioni di sedimenti, dragaggi ed infine ripascimenti, nonché dalla tipologia del sedimento disponibile.

Il processo di gestione parte dal presupposto fondamentale del rispetto del *Manuale ICRAM -APAT - Manuale per la movimentazione dei sedimenti marini*, in particolare per quanto concerne le opzioni di gestione compatibili con le classi del materiale caratterizzato, di cui alla seguente tabella (**Tabella 1**) estratta dal manuale stesso.

Il materiale è stato classificato in fase di progetto preliminare nella relazione *F42 Analisi chimiche e microbiologiche sui sedimenti carotati dal sito della piattaforma logistica intermodale di Tremestieri con annesso scalo portuale*. In tale allegato è presente uno schema di sintesi che mette in relazione maglie, classi ed opzioni di gestione compatibili.

Tale schema, riportato di seguito, è assunto come base del processo di gestione:

- *Maglia n° 1 : Classe A1 Ripascimento*
- *Maglia n° 2 : fino a 2 mt = Classe A2
> 2mt = Classe A1 Ripascimento*
- *Maglia n° 3 : fino a 10 mt = Classe A1 Ripascimento*
- *Maglia n° 4 : fino a 1 mt = Classe A2 ;
> 1 mt = Classe A1 Ripascimento*

- *Maglia n° 5 : fino a 1 mt = Classe A2 .
Da 1 mt a 10 mt = Classe A1 Ripascimento*
- *Maglia n° 6 : fino a 1 mt = Classe A2
> 1 mt = Classe A1 Ripascimento*
- *Maglia n° 7 : fino a 1 mt = Classe A2
Da 1 a 13 mt = Classe A1 Ripascimento*
- *Maglia n° 8 : fino a 2 mt = Classe A2
> 2 mt = Classe A1 Ripascimento*
- *Maglia n° 9 : fino a 1 mt = Classe C Rimozione in sicurezza e smaltimento in discarica
o in bacini di contenimento impermeabilizzati
> 1 mt = Classe A1 Ripascimento*
- *Maglia n° 11 : Classe A1 Ripascimento*
- *Maglia n° 12 : fino a 1 mt = Classe A2*
- *Maglia n° 13 : Classe A1 Ripascimento*
- *Maglia n° 15 : fino a 9 mt = Classe A1 Ripascimento
> 9 mt = Classe A2*
- Il processo di gestione pertanto è stato finalizzato all'utilizzo del materiale "migliore", cioè classificato in A1, per ripascimento emerso e del materiale meno puro, cioè classificato in A2, per ripascimento sommerso o riempimento di strutture portuali.
- Per questo motivo le fasi costruttive delle opere sono state vincolate, nei modi e nei tempi, dalla disponibilità che si sviluppa nel corso delle opere del materiale classificato in A1 o A2.
- **Fase 1**
- Tale fase ha inizio sostanzialmente con l'apertura del cantiere e con la necessità di sbancare, livellare le aree e predisporle alle successive lavorazioni.
- Il processo di gestione prevede quindi che il materiale di sbancamento prelevato nelle maglie 7, 8 e 2, classificato A2 venga accantonato a tergo della linea di battigia delle maglie 4,5,6 che costituiscono la prima zona di prelievo della draga auto caricante. Al fine di limitare la dimensione dell'accumulo la draga auto caricante inizierà le lavorazioni subito all'apertura del cantiere.
- Con tale dinamica il materiale classificato A2, presente negli strati superficiali delle maglie 8,7,6,5,4 , verrà caricato sulla draga e portato a ripascimento prima dei sedimenti più profondi e quindi andrà a costituire ripascimento sommerso.
- Per lo stesso principio di compatibilità ambientale, per le sabbie prelevate dalla maglia 12 è previsto il riutilizzo come materiale di riempimento per il piazzale portuale.
- Il sondaggio n. 9, effettuato a ridosso della ferrovia, ha manifestato alla profondità di 0.80 m, dei valori di piombo elevato, quindi non compatibile con ripascimento né riempimento. Il volume di materiale da conferire a discarica è stato stimato in 5.000 m3. Tale stima è stata fatta ipotizzando che il dato di contaminazione rilevato nel sondaggio 9 venga esteso ad una superficie di 5000 m2 e coinvolga lo spessore di 1m. In particolare il risultato inquinante del campione 9 risulta unico nell'intero complesso di analisi svolte e si ritiene possa essere dovuto ad uno sversamento localizzato di sostanze inquinanti (la presenza di piombo fa pensare ad un abbandono di batterie usate). Sarà cura del proponente, in fase esecutiva, effettuare una ulteriore serie di sondaggi nella maglia contaminata (maglia n. 9) per circoscrivere l'area contaminata e quindi, se possibile, incrementare il materiale compatibile con il ripascimento del litorale.

- Il processo appena descritto si riferisce sostanzialmente allo spostamento del materiale classificato A2, il tutto, come già detto, per finalità essenzialmente ambientali. Per garantire, tuttavia, l'esercizio del cantiere è necessario che in questa fase si operi anche lo sbancamento delle aree sud.

- A tale scopo circa 20.000 m³ di sabbie verranno spostate verso riva in corrispondenza delle maglie 1, 2, 3 e ripartite su una superficie superiore a 20.000 m² in modo da evitare cumuli e quindi conseguenti problemi ambientali quali, ad esempio, spandimento delle polveri sottili (PM10 E PM2,5).

- In questa prima fase, proprio per mancanza di spazi a terra e al fine di evitare la formazione di cumuli alti ed estesi che provocherebbero certamente alta emissione di polveri/sabbie, non verrà movimentato il materiale proveniente da una fascia larga circa 10 m a ridosso del rilevato ferroviario nonché tutto il sedime di competenza della maglia 10, se non quello strettamente necessario alla realizzazione di un percorso transitabile dai mezzi di cantiere. Tale materiale verrà movimentato quando, una volta iniziato il ripascimento, saranno disponibili aree libere a nord per la collocazione dello stesso evitando cumuli.

-

- **Sintesi delle attività - fase 1**

- Sbancamento superficiale, fino a quota + 1,55 l.m.m, dell' area di cantiere necessaria allo svolgimento delle lavorazioni

- Mezzo utilizzato: PALA MECCANICA

- maglie 7,8 comprese tra le sezioni 7 e 10, classe A2, volume 20.000 m³:

- spostamento verso la linea di battigia in corrispondenza delle maglie 4 e 5;

- maglia 2, compresa tra le sezioni 5 e 6a, classe C, volume 3.000 m³:

- spostamento verso la linea di battigia in corrispondenza delle maglie 4 e 5;

- maglia 9 compresa tra le sezioni 6 e 7, classe C, volume 5.000 m³:

- conferimento a discarica;

- maglia 12 compresa tra le sezioni 2 e 3, classe A2, volume 20.000 m³:

- riempimento zona piazzali sud;

- maglie 11, 13, 14, 15 comprese tra le sezioni 1 e 4, classe A1 o grana grossa, volume 20.000 m³:

- **spostamento verso la linea di battigia in corrispondenza delle maglie 1, 2, 3.**

- **Fase 2**

- **Descrizione del processo di gestione – fase 2**

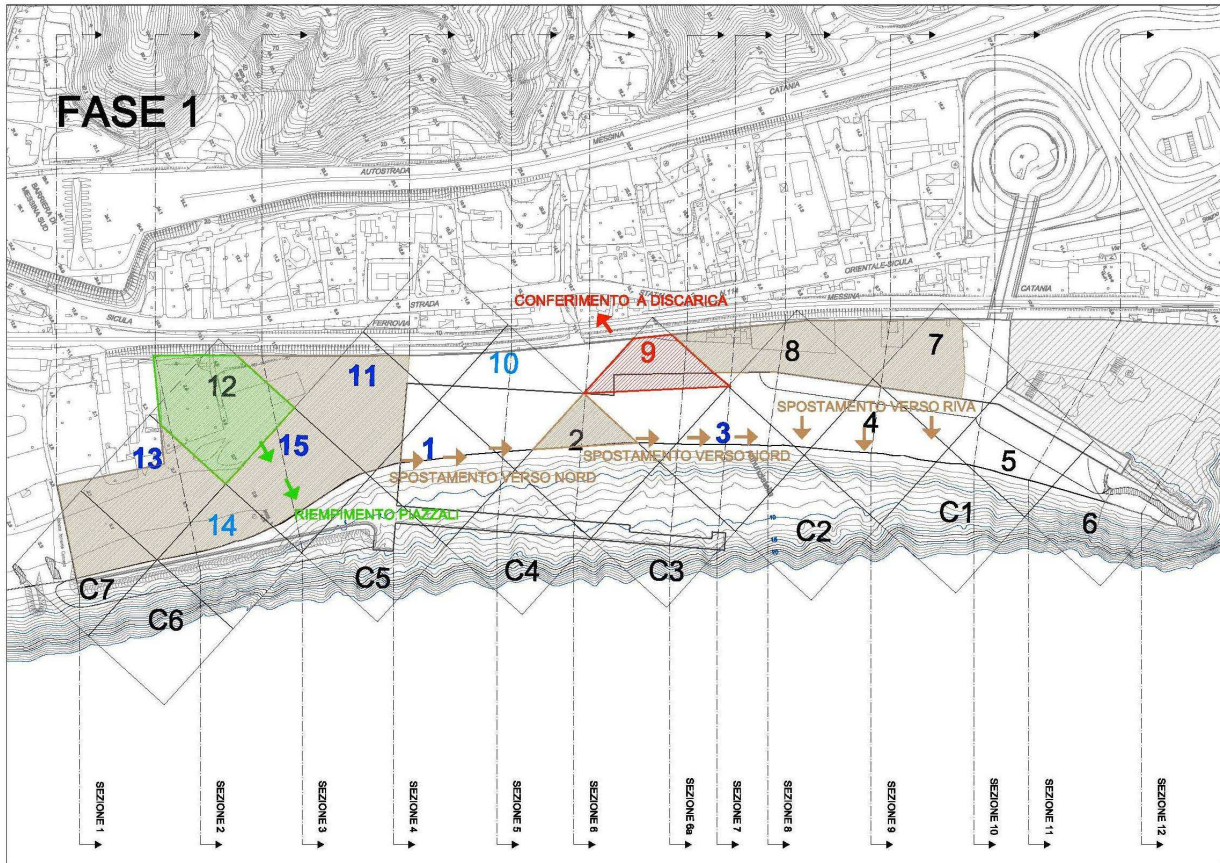
- Nella fase 2 inizia il processo di dragaggio e contestuale ripascimento.

- Il dragaggio inizia dal lato nord dell'area di intervento e preleva inizialmente, a mezzo draga caricante, il materiale più superficiale depositato nelle maglie 4, 5 poi man mano il materiale più profondo classificato A1.

- Non esistendo ancora le scogliere di protezione a Tremestieri, e non volendo disperdere il materiale in un ripascimento libero, si è scelto di iniziare il ripascimento dalla località San Saba.

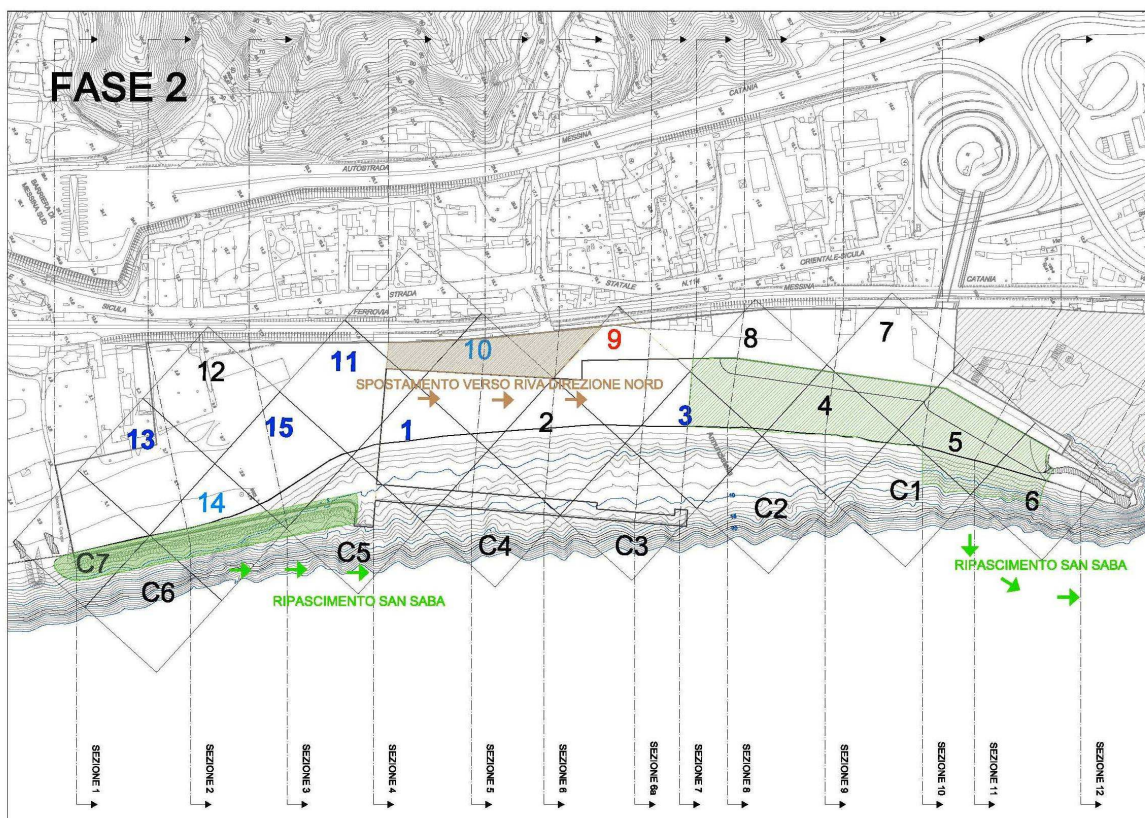
- Dopo questa fase di lavoro nella zona nord il mezzo si sposterà verso sud, qui eseguirà il dragaggio del fondale necessario al posizionamento della scogliera di protezione del piazzale – maglie C7, C6, 14, C15. Anche queste sabbie grossolane andranno a ripascimento in località San Saba.

- Le aree di riva verso nord, ora libere da ingenti volumi di sabbie, saranno pronte ad ospitare i materiali di sbancamento provenienti dalla fascia a ridosso della ferrovia in corrispondenza della maglia 10 classificata A1.



Sintesi delle attività - fase 2

- Dragaggio dell' area nord
 - Mezzo utilizzato: DRAGA CARICANTE, PALA MECCANICA
-
- a. maglie 4, 5, 6, comprese tra le sezioni 8 e 12, strato superficiale, classe A2, volume 35.000 m³:
ripascimento località San Saba;
 - b. maglie 5,6 comprese tra le sezioni 10 e 12, strato profondo (fino a -9 m l.m.m.), classe A1, volume 130.000 m³;
ripascimento località San Saba;
 - c. maglie C7,C6,14,C5, comprese tra le sezioni 1 e 4, strato profondo (fino a -9 m l.m.m.), volume 30.000 m³
ripascimento località San Saba;
 - d. maglia 10 compresa tra le sezioni 4 e 6, grana grossa, volume 35.000 m³:
spostamento verso la linea di battigia in corrispondenza delle maglie 1, 2, 3.



Fase 3

Descrizione del processo di gestione – fase 3

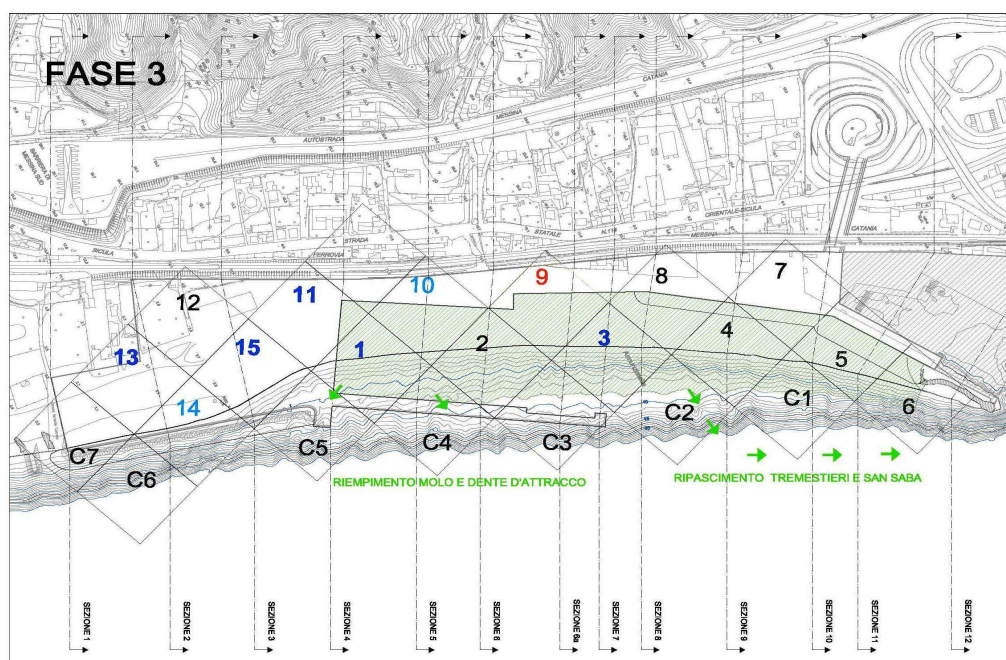
La fase tre copre l'intero periodo di cantiere e vede la coesistenza e contemporaneità di lavoro dei due mezzi preposti al dragaggio – ripascimento.

La draga aspirante refluyente, come specificato nel crono programma, inizierà a lavorare nel momento in cui saranno pronte le scogliere e quindi potrà operare il ripascimento protetto.

Lo stesso mezzo opererà il riempimento del molo e del dente d'attracco.

Sintesi delle attività - fase 3

- Dragaggio fino alla quota di -9 m l.m.m.
- Mezzi utilizzati: DRAGA CARICANTE , DRAGA ASPIRANTE REFLUENTE
 - a. maglie 1,2,3,4,5,6,7,8,9,10,C1,C2,C3,C4 comprese tra le sezioni 4 e 12, classe A1, volume complessivo 440.000 m³:
 - **ripascimenti e riempimenti a mezzo DRAGA ASPIRANTE REFLUENTE**
 - ripascimento Tremestieri 390.000 m³;
 - riempimento molo 45.000 m³;
 - riempimento dente di attracco 5.000 m³
 - b. maglie 1,2,3,4,5,6,7,8,9,10,C1,C2,C3,C4 comprese tra le sezioni 4 e 12, classe A1, volume 140.000 m³ :
 - **ripascimento località San Saba a mezzo DRAGA CARICANTE.**



Un quadro sintetico di quantità e destinazione dei sedimenti e riportato in Tabella 1

3.3 Gestione delle complessità di funzionamento d'uso relativa all'esercizio dell'opera

La darsena che verrà realizzata consentirà l'accosto contemporaneo di diverse navi secondo le configurazioni riportate nel PRP di Messina. La gestione ottimale dei flussi di entrata e di uscita e dei piazzali di sosta coinvolge una serie di variabili aleatorie, condizioni meteo, e deterministiche, flussi degli utenti, che possono essere controllate solo attraverso la flessibilità d'uso della infrastruttura portuale.

La viabilità esterna al porto non prevede alcun tipo di intervento sull'infrastruttura stradale a monte del sottopasso ferroviario, l'accesso alla nuova area portuale, così come l'uscita, avviene esclusivamente dal sottopasso ferroviario che oggi serve la darsena esistente. La strada di accesso alla zona portuale è costituita da una carreggiata a due corsie che collega il sottopasso ferroviario alla zona gate e al parcheggio dell'edificio servizi, tale scelta consente di avere una direttrice che garantisce il collegamento diretto con il fulcro amministrativo e di controllo del porto e allo stesso tempo una corsia di accumulo pari a circa 2.000 mt lineari.

Parallelamente alla strada d'accesso al porto si sviluppa la via di uscita (tavola D5), che collega la zona gate al sottopasso ferroviario passando dalle uscite intermedie dei piazzali P1 P2 P3. La strada di uscita è costituita da una carreggiata a tre corsie, due per il senso di marcia dalla zona gate verso l'uscita e una corsia, ad esclusivo utilizzo dei mezzi di servizio (ormeggiatori, doganieri, pubblica sicurezza e addetti agli imbarchi) e soccorso per il senso inverso che possono quindi circolare nell'ambito portuale senza dover obbligatoriamente uscire dal terminal e ripercorrere la via d'ingresso. Tale corsia preferenziale di ritorno risulta particolarmente utile per il transito delle "ralle" portuali impegnate nella movimentazione dei pianali Ro-Ro, oltre alla possibilità di rapida uscita dei mezzi di soccorso e costituisce una importante innovazione rispetto alla configurazione preliminare dei piazzali.

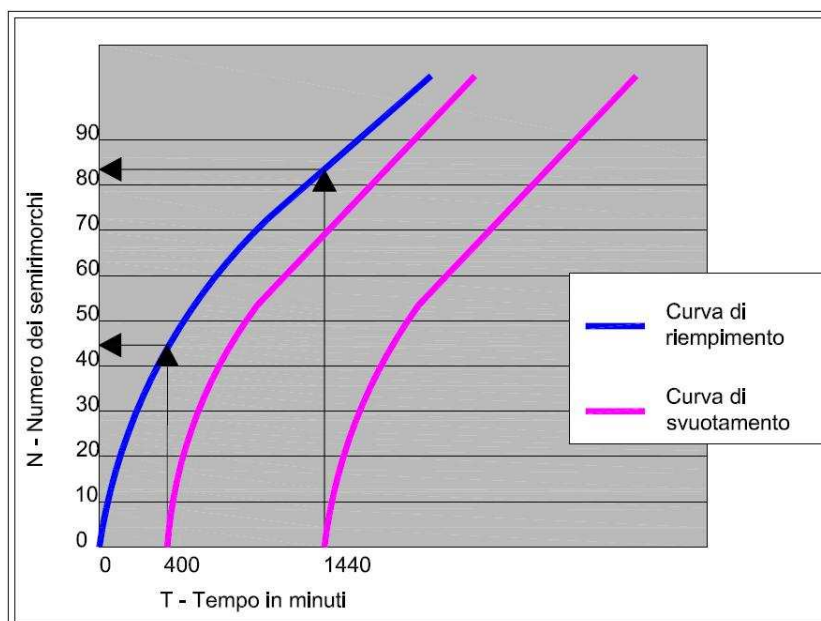
E' inoltre presente una seconda strada a due corsie che percorre la parte sud ed est dei piazzali P7 e P6 raccordandosi alla via di uscita attraverso una rotatoria inserita nella zona di intersezione tra i piazzali P4, P5 e P6. Il sistema di viabilità interna al porto appena descritto permette ai singoli piazzali un collegamento diretto con il gate portuale, mentre per l'uscita dal porto dei mezzi sbarcati dai traghetti ogni accosto ha un

collegamento diretto alla strada a due corsie di uscita. Particolare attenzione è stata posta nello studio dei flussi pedonali, con marciapiedi secondari dedicati ad ogni piazzale e un sistema principale imperniato su due dorsali, una che attraversa tutti i piazzali Sud ed una parallela alla viabilità di ingresso portuale che serve i piazzali P1, P2, P3. Il centro servizi costituisce ovviamente nodo nevralgico del sistema di viabilità pedonale.

Al punto 2.17 della presente relazione è stata illustrata la capacità del sistema, di assorbire i “colli di bottiglia”, e le criticità di rallentamento e/o blocco imbarchi rispetto alle previsioni di traffico del PRP di Messina per l’anno 2020. In termini di operazioni portuali, l’accesso al porto è stato dimensionato in modo da garantire una gestione entro i limiti portuali, di un flusso massimo in entrata per un’ora in caso di rallentamento del 25% (per avverse condizioni meteo marine) della velocità media degli imbarchi per circa 18 minuti in caso di blocco totale degli imbarchi. Se si considera anche la riserva di parcheggio dei piazzali (la cui capacità complessiva è di 2230 veicoli) la differenza oraria di 651 veicoli, che tiene conto della differenza fra i tempi di imbarco degli utenti rispetto alla diversa compagnia, può implementare la capacità di assorbimento di un eventuale blocco imbarchi per ulteriori 24 minuti nel giorno di massimo traffico.

Per il dimensionamento del numero degli stalli destinati alla modalità “non accompagnato” si è fatto ricorso a metodi che derivano dalla teoria dei servizi, attraverso tale metodologia è possibile generare curve analitiche che rappresentano la legge temporale con la quale i semirimorchi riempiono e svuotano il piazzale, curva di riempimento e curva di svuotamento. In fase di progetto le leggi che governano gli arrivi e le soste sono note solo in termini probabilistici. La conoscenza delle leggi in questione pertanto è stata dedotta dallo studio delle analogie funzionali fra le caratteristiche del progettando terminal e quelle di terminali esistenti e similari, facendo in particolare riferimento al terminal di Livorno. Le leggi di riempimento e svuotamento sono note in forma deterministica, essendo costituite dagli orari di arrivo e partenza, mentre si presentano in forma probabilistica, le irregolarità di esercizio.

Al fine di modellare le curve di riempimento e svuotamento sono stati introdotti i dati di traffico riportati nel disciplinare di gara, le tipologie di imbarcazione dedicate al trasporto Ro-Ro e i comportamenti degli utenti. Per quanto riguarda i dati del traffico e flotta abbiamo considerato tre accosti al giorno con tipologia navi Cartour, considerando una capacità di linea di carico nella stiva di 900 metri lineari per rimorchi di cui il 50% “non accompagnato”, da cui si deduce il dato di circa 80 semirimorchi/giorno. In base ai movimenti registrati in un analogo impianto portuale RoRo come quello di Livorno (di cui alla tabella seguente) l’arrivo dei semirimorchi a Tremestieri si concentrerà in modo non uniforme prima della partenza con la legge oraria come qui rappresentata:



Il diagramma riporta in ascissa il tempo, T, trascorso dall'arrivo del primo semirimorchio al piazzale ed in ordinata il numero dei semirimorchi arrivati, N. La prima curva, blu, rappresenta la successione temporale degli arrivi e si chiama curva di riempimento del terminale, le altre due curve, magenta, rappresentano la successione temporale delle uscite dal piazzale, curve di svuotamento. Le due curve di svuotamento rappresentano due situazioni differenti, la prima curva rappresenta l'andamento con di tempo medio di sosta a piazzale di circa 6,5 h, quindi con la regolarità di traffico marittimo. La seconda curva rappresenta l'andamento dello svuotamento del piazzale con tempo medio di sosta pari a 24h. Tracciando un segmento verticale dall'ascissa T=400 min. si intercetta la curva di riempimento all'altezza dell'ordinata N= 45 semirimorchi, tale ordinata dimensiona il numero di posti di sosta da assegnare al piazzale "non accompagnato" in condizioni di esercizio marittimo regolare. Infatti dalla ascissa T=400 min continueranno ad arrivare semirimorchi ma contemporaneamente gli operatori portuali inizieranno a svuotare il piazzale. Dal diagramma si evince come la configurazione 3 (tav.D7) del progetto con circa 80 stalli per il traffico "non accompagnato" in condizioni di permanenza media di 24 h risulta ancora in grado di garantire la capienza necessaria per il servizio RoRo.

3.4 Modalità di esecuzione in ambienti aggressivi

Tutte le strutture sono state progettate con riferimento alle norme tecniche sulle costruzioni NTC 08 (DM 14/01/2008) e verificate per la sicurezza agli stati limite, di esercizio, ultimi e sismici.

Inoltre, data l'esposizione in ambiente marino, speciale cura è stata dedicata agli aspetti di durabilità.

La principale causa di degrado nel calcestruzzo armato è la corrosione dell'acciaio dell'armatura, la quale induce poi il deterioramento del calcestruzzo stesso. Nel caso presente, l'agente che tende a innescare la corrosione è costituito dai cloruri dell'acqua marina. La corrosione dell'armatura nel c.a. è funzione della penetrazione degli ioni cloruri nello strato di ricoprimento, fino a compromettere la protezione passiva dell'acciaio. Per garantire la durabilità dell'opera occorre quindi prevenire la corrosione dell'acciaio di armatura del c.a. come pure quello di carpenteria.

Nell'impostazione concettuale del presente progetto, si sono utilizzati elementi prefabbricati per realizzare le celle antiriflettenti al livello del mare e creare quindi nella zona di swash strutture in cui nessun elemento di acciaio è esposto direttamente all'azione del mare.

Nell'applicazione concreta, si è fatto in modo che tutte le parti esposte direttamente alle condizioni più aggressive (zona con alternanze di asciutto e bagnato) fossero realizzate con calcestruzzo armato della più alta resistenza al degrado. Si sono ideate delle celle semisommerse, contenenti il pietrame per l'assorbimento dell'energia cinetica del moto ondoso, appoggiate a monte su una palancolata di contenimento e a mare su pali in acciaio. Le celle sono costituite perciò da componenti in calcestruzzo prefabbricato, che comprendono tutte le superfici esposte, e da parti in calcestruzzo gettato in opera - interamente racchiuse dai componenti prefabbricati e collegate ad essi con armature di interfaccia - che solidarizzano l'insieme delle celle.

I componenti prefabbricati possono fornire prestazioni ottimali, anche di durabilità, attraverso un elevato controllo di qualità dell'esecuzione nei dosaggi, nella compattazione, nella maturazione, nella geometria e nella disposizione delle armature. Sono controllati dopo l'ultimazione e prima della posa in opera, potendo al limite essere scartati qualora non rispondenti ai requisiti.

Se ne è curata la progettazione in funzione della durabilità, I provvedimenti, appresso descritti, sono più stringenti di quelli indicati dalle *Linee Guida sul Calcestruzzo Strutturale* del Servizio Tecnico Centrale del Consiglio Superiore dei LL.PP., che riportano come "criteri comuni a tutte le normative riguardanti la durabilità: all'aumentare dell'intensità dell'attacco si aumenta il contenuto minimo".

In funzione della classe di esposizione XS3 (come individuata dalla UNI EN 206 e corrispondente alle zone di bagnasciuga o di spruzzi di acqua marina), si è fatto in modo di: (i) realizzare un calcestruzzo impermeabile; (ii) limitare la fessurazione sia da ritiro sia da sollecitazioni in esercizio; (iii) presentare una barriera di protezione alle armature costituita da uno spesso ricoprimento (45 mm) verso la superficie esposta; infine (iv) disporre in quest'ultimo una rete di armature "di pelle" aggiuntiva rispetto alle armature "di forza". È previsto perciò l'impiego di calcestruzzo (di classe C40/50) autocompattante (SCC), materiale adatto a colmare pienamente il volume formato e offrire una bassissima porosità, con alto dosaggio di cemento (370 kg/mc) e basso rapporto acqua/cemento (0,4), garantendo un'ottima impermeabilità. In sede di definizione finale se ne curerà il *mix design*, in funzione della impermeabilità e della resistenza chimica all'attacco da cloruri, anche con l'impiego di cementi con aggiunte di loppa d'altoforno o pozzolaniche (CEM III e CEM IV, come da UNI EN 197).

Col disegno e il dimensionamento dei componenti prefabbricati delle celle, per ridurre la probabilità di fessurazioni, altra via di penetrazione degli agenti aggressivi, si è fatto in modo da limitare le tensioni di esercizio sia nelle armature sia nel calcestruzzo teso aumentando le rispettive sezioni rispetto a quelle necessarie ai fini statici, ad esempio creando dei "pilastrini" nella parete in corrispondenza dei denti di appoggio a monte. I tiranti nel terreno a tergo della palancolata di banchina hanno le testate di ancoraggio al disopra delle celle, ben protetti e con possibilità di essere ritirati dopo il tiro iniziale. L'armatura di pelle nello spessore del ricoprimento esterno per esercitare il controllo della fessurazione è costituita da rete ϕ 5/200x200 in acciaio inossidabile. Infatti, è stato osservato che, quando a causa dell'ambiente molto aggressivo si debbono realizzare spessori di ricoprimento delle armature (copriferri) elevati per ottenere l'impermeabilità necessaria a prevenire la corrosione, si può avere, come effetto secondario indesiderato, che lo strato prossimo al lembo esterno (privo di armature) si fessuri superficialmente con ampiezze eccessive (l'ampiezza convenzionale delle fessure è invece valutata al livello delle armature, cioè molto più all'interno).

L'apparente impasse si supera appunto inserendo negli spessori di copriferro elevati, un'armatura di pelle diffusa, in materiale inossidabile. Gli elementi prefabbricati sono i seguenti.

Nelle banchine:

- involucro della cella antiriflettente di m 6,20 x 5,60 x 4,30, comprendente le testate per i tiranti di ancoraggio nel terreno, esclusa la copertura, che viene realizzata dopo il caricamento del pietrame interno;

- predalle di spessore 80 mm per la copertura stessa;
- trave di bordo verso mare, della lunghezza pari a due celle.

Le celle vengono completate con getti in opera delle pareti intercelle, della copertura (poi impermeabilizzata all'estradosso), della parte a monte tra la celle e la palancolata nonché tra questa e terra. I getti in opera sono protetti in ogni parte e mai esposti direttamente all'aggressione marina. Lo stesso avviene per le palancolate metalliche, esposte solo nella zona permanentemente immersa, ove per il basso tenore di ossigeno disciolto nell'acqua, la corrosione non procede.

Nel molo:

- involucro della cella antiriflettente di m 6,20 x 5,60 x 4,05, esclusa la copertura, che viene realizzata dopo il caricamento del pietrame interno;
- predalle di spessore 80 mm per il cielo della cella;
- predalle di spessore 80 mm per le facce e la copertina del muro paraonde;
- trave di bordo verso mare (porto), della lunghezza pari a due celle.
- trave di bordo verso mare aperto, della lunghezza pari a 6 m.

Negli scatolari per i corsi d'acqua:

- predalle di spessore 80 mm per le facce dei muri di contenimento;
- predalle di spessore 80 mm per l'intradosso dell'impalcato.

Il fondo di questi scatolari, appartenente al solettone di fondazione eseguito in opera, è protetto invece da uno speciale intonaco di cemento.

Tutti i particolari costruttivi sono riportati estesamente negli elaborati grafici strutturali di progetto (da tav.D21.1 a tav. D21.28)

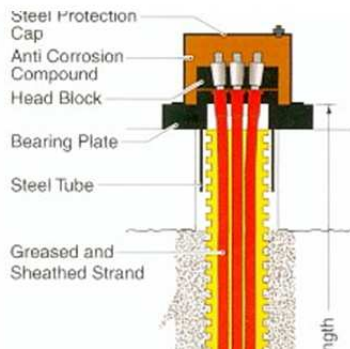
Risultano esclusa dal criterio generale adottato solo il tratto di molo foraneo di larghezza 10m, troppo sottile per essere trattato con le celle antiriflettenti prefabbricate e per il quale è prevista la protezione catodica a correnti indotte, che garantisce dalla corrosione le parti metalliche esposte con limitatissimi interventi di manutenzione.

Si ritiene che le soluzioni proposte sono atte a garantire le migliori caratteristiche di durabilità per l'opera e hanno, oltre a una valenza economica con la drastica riduzione della manutenzione e degli interventi di riparazione, anche una estetica poiché tutte le superfici a vista sono in grado di conservare una buona e uniforme finitura.

I tiranti di ancoraggio a bulbo iniettato risultano particolarmente sensibili alla corrosione. Infatti la presenza di acciai ad elevata resistenza (trefoli) e di dispositivi di bloccaggio particolari (incuneaggio), unita all'ambiente di installazione aggressivo (ambiente marino) rende necessario adottare dei provvedimenti specifici per garantire la durabilità in condizioni di piena efficienza dell'ancoraggio. Per il tratto ancorato così come per la parte libera l'uso della cosiddetta "doppia protezione", diventata oramai una pratica usuale per i tiranti permanenti, risulta in grado di garantire un ottimo grado di isolamento dei trefoli dall'ambiente e preservarne l'integrità. Più complessa risulta invece la protezione della testa di ancoraggio, che tradizionalmente veniva affidata alla chiusura della nicchia con un getto in calcestruzzo. Le recenti esigenze normative sull'ispezionabilità nel tempo e la necessità di rendere possibile la ritesatura dei tiranti permanenti obbligano oggi all'uso di testate di ancoraggio dotate di una calotta di protezione rimovibile, che permettano la conservazione di alcuni decimetri di trefolo necessari al posizionamento dei martinetti di tesatura. Nell'illustrazione sottostante sono mostrati alcuni esempi di testate di ancoraggio con adeguati dispositivi di protezione dalla corrosione.

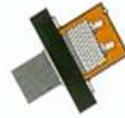
Permanent Bar Anchor with Double Corrosion Protection

(Lifespan: up to 120 years)



Threaded Headblock (restressable)

Long End Cap (restressable)



Testate di ancoraggio: dispositivi di protezione.

3.5 Presenza e completezza formale dello studio di impatto ambientale rispetto alle previsioni dell'art. 22 del D.lgs 152/06 e relativi allegati

Lo Studio di Impatto Ambientale è stato redatto ai sensi della normativa in materia ambientale vigente ed è allegato al presente progetto al numero elaborato E1.

4. Elementi sostanziali del Piano di gestione dei sedimenti e dei rifiuti

Premessa

Il piano di gestione dei sedimenti e dei rifiuti ha lo scopo di determinare volume, "qualità" e modalità di gestione di:

- terre e rocce provenienti dall'attività di escavo e dragaggio;
- scarti di demolizioni e altri rifiuti prodotti durante le attività di cantiere.

Terre e rocce provenienti dall'attività di escavo e dragaggi

Bisogna sottolineare, in premessa, che, ai sensi dell'art. 186 del D.Lgs 152/2006, le *Terre e rocce di scavo* non costituiscono rifiuti purché le concentrazioni di inquinanti in essi contenute siano al di sotto di limiti fissati dalle norme vigenti e dal medesimo decreto, ulteriori indicazioni ci vengono dall'art. 109 del medesimo D.Lgs 152/2006 ove si evidenzia al comma 2 che l'immersione in mare dei sedimenti (discarica in mare) è autorizzata solo quando è dimostrata, nell'ambito della relativa istruttoria, l'impossibilità tecnica o economica del loro utilizzo ai fini di ripascimento. Ovvero il materiale classificato idoneo ai fini di un possibile riutilizzo è considerato una importante risorsa e come tale deve essere trattato.

Il volume complessivo di materiali provenienti dall'attività di escavo e dragaggio per la realizzazione del sito portuale di Tremestieri è stato stimato in 800.000 m³ circa, di cui circa 700.000 m³ provenienti dall'attività di dragaggio e 100.000 m³ circa da attività di scavo. La gestione degli stessi è finalizzata a massimizzarne il riuso ed, in ottemperanza con la vigente normativa in materia ambientale e con quanto previsto dal disciplinare di gara, alla scelta di soluzioni di minor impatto ambientale possibile, in grado di favorire il ripristino di situazioni costiere soggette a gravi fenomeni erosivi, determinando un indubbio valore aggiunto ambientale.

La analisi condotte in fase di progettazione preliminare (in particolare *F42 Analisi chimiche e microbiologiche sui sedimenti carotati dal sito della piattaforma logistica intermodale di Tremestieri con annesso scalo portuale*, *F43 Relazione Ambientale*, *SS – R6 Studio geologico – tecnico*), e assunte come base delle iniziative di gestione del presente progetto definitivo, hanno dimostrato che la quasi totalità del materiale è compatibile con attività di ripascimento. In particolare la maggior parte del materiale ricade nella categoria A1 delle classi di qualità del *Manuale ICRAM-APAT – ora ISPRA - di Gestione dei sedimenti marini* (nel seguito indicato semplicemente come *Manuale*) e pertanto verrà prevalentemente utilizzato per il ripascimento costiero di spiagge emerse e sommerse.

L'intero piano di gestione dei sedimenti in relazione alla loro caratterizzazione, prevede complessivamente le seguenti attività:

- Sabbie e Ghiaie Classificate A1
 - Ripascimento costiero in località Tremestieri;
 - Ripascimento costiero in località San Saba.
- Sabbie e Ghiaie Classificate A2
 - Riutilizzo come riempimenti di piazzali e banchine in ambito portuale;
 - Ripascimento spiaggia sommersa.
- Materiale risultante inquinato
 - Smaltimento a discarica autorizzata.

Opportune scelte progettuali ed operative consentono di ottimizzare la gestione dei materiali citati in rapporto alla loro "qualità", posizione e fase di produzione.

Ripascimento

L'attività di ripascimento costituisce la prima e più consistente opzione di gestione assorbendo il 90% circa del materiale. Come è stato anticipato in premessa si svilupperà su due aree distinte:

- Ripascimento costiero in località Tremestieri;
- Ripascimento costiero in località San Saba.

Per le lavorazioni di dragaggio e ripascimento costiero si sono analizzate diverse soluzioni tecniche verificando per ognuna di esse i seguenti fattori:

- tempi di realizzazione;
- costi di realizzazione;
- impatto ambientale;

e scegliendo quindi quella che ottimizza i tempi e costi, riducendo al contempo al minimo l'impatto ambientale.

Analisi dei siti da ripascere (Tremestieri, San Saba)

Come richiesto dal bando di gara si è previsto di effettuare un importante intervento di ripascimento in località Tremestieri, sul tratto di costa che si estende dalla foce del Fiume Larderìa verso Nord per una estensione complessiva dell'intervento di circa 2.1 Km, 900 m oltre il minimo previsto in fase di gara di cui circa 400 protetto con barriera soffolta.

Dallo sviluppo delle sezioni di computo dell'intervento di ripascimento si è stimato che tale area di intervento sia in grado di ricevere complessivamente circa 400.000 m³ di materiale che verrà disposto così come indicato negli elaborati grafici **D13 - Planimetria dei ripascimenti Tremestieri, D14.1-8 Ripascimento Tremestieri: album delle sezioni di computo**. Come si evince dagli elaborati grafici il ripascimento sarà protetto da opportune opere di contenimento per un tratto lungo 1200 m circa (compreso tra le sezioni n. 13 e n. 24), sarà viceversa libero per un tratto di 500 m circa ove la forte pendenza del fondale rende sostanzialmente non conveniente la posa di strutture di contenimento come le barriere soffolte (compreso tra le sezioni n. 24 e n. 28) e poi di nuovo protetto per l'ultimo tratto di 400 m circa a nord (compreso tra le sezioni n. 28 e n. 30).

Per il riutilizzo del materiale eccedente ai fini di ripascimento costiero si è effettuata una ricerca sulle zone ove il fenomeno erosivo è maggiormente intenso e dove la situazione di degrado e pericolo è oramai evidente. Tralasciando le località che si trovano a Sud dell'intervento portuale, onde evitare che il drift litoraneo ci riporti i materiali dragati in pochi anni di nuovo a ridosso del bacino portuale, si è individuata nella località San Saba posta oltre il Comune di Messina a circa 22 Mn dal porto di Tremestieri, un sito in forte erosione, con conformazione del fondale e della spiaggia emersa compatibile con i materiali di escavo.

Si è pertanto sviluppato il rilievo dell'area di San Saba, si è effettuato un attento e dettagliato sopralluogo e sono state effettuate analisi di verifica della distribuzione granulometrica del sedime costiero.

Lo studio completo, corredato dalle relative analisi, è riportato nella relazione specialistica **C2 - Relazione sulla compatibilità al ripascimento in località San Saba** e negli elaborati grafici **D16 Planimetria di rilievo di San Saba, D16.1-2-3 Album delle sezioni di rilievo di San Saba – D17 Planimetria dei ripascimenti di San Saba, D10.1-2-3 Album delle sezioni di ripascimento di San Saba**.

Analisi e scelta delle modalità di ripascimento (terra, mare)

Il dragaggio e quindi il ripascimento del litorale, può essere realizzato con modalità diverse che coinvolgono principalmente il tipo di mezzi utilizzati.

Una soluzione possibile è quella di effettuare le operazioni di scavo e trasporto del materiale via terra.

In questo caso le lavorazioni di sbancamento vengono effettuate con escavatori cingolati ed il materiale viene caricato su camion e trasportato sul sito costiero da ripascere.

Dato l'enorme volume dei materiali da lavorare, tale soluzione, che avrebbe previsto la movimentazione di oltre $800.000/20=40.000$ viaggi di camion tra l'area di prelievo e l'area di destino oltre il ritorno a vuoto, è stata subito scartata perché lenta, onerosa e soprattutto ambientalmente estremamente negativa in termini di sollevamento di polveri sottili, di consumo di carburante e quindi produzione di NOx, in termini di Traffico veicolare.

La soluzione scelta, relativamente alle modalità di dragaggio e ripascimento, è quella di effettuare tutte le operazioni di dragaggio e refluitamento del materiale via mare. All'interno di questa categoria sono possibili due diverse lavorazioni a seconda del mezzo marittimo utilizzato:

- utilizzo di draga aspirante refluyente.

- utilizzo di draga auto caricante/semovente/autorefluyente.

Nel primo caso per lo svolgimento delle lavorazioni è necessario disporre di una condotta del diametro minimo DN400 che parte dalla testa disgregante della draga e raggiunge il sito di ripascimento. Normalmente tale condotta è mantenuta in galleggiamento con galleggianti speciali che avvolgono il tubo e ne consentono altresì il suo morbido movimento nel seguire i movimenti della draga nonché del possibile moto ondoso.

Nel secondo caso invece la draga è costituita da una vera e propria nave con una stiva al proprio interno capace di stoccare il sedime che viene dragato e quindi, spostandosi in maniera autonoma verso il punto di ripascimento, effettuare lo sversamento.

Dal punto di vista ambientale i due metodi sono abbastanza simili, effettuandosi tanto le operazioni di prelievo quanto quelle di refluitamento con metodiche sostanzialmente simili (teste di aspirazione e tubi di refluitamento). Accortezza in ambedue i sistemi deve essere riposta nelle zone di sversamento ove la naturale emulsione della miscela sabbia/acqua genera la formazione di schiume. Sarà pertanto posto in opera uno speciale confinamento di tali schiume per mezzo di panne galleggianti.

Dal punto di vista dei tempi di esecuzione la draga Trailing suction hopper dredger offre maggiori garanzie, essendo maggiormente indifferente agli stati di mare e potendo lavorare anche con condizioni meteo marine con onde fino a 3 metri cosa impensabile per una draga di tipo Cutter Suction Dredge.

Dal punto di vista economico i due sistemi sono sostanzialmente equivalenti .

In relazione a quanto sopra la scelta dei mezzi si è indirizzata sull'uso di una draga autocaricante per San Saba e su una aspirante refluyente per Tremestieri.

Per specifiche ed approfondimenti su tale aspetto si rimanda alla relazione specialistica ***C2-Piano di gestione dei sedimenti e dei rifiuti***

Analisi dei tempi

La stima dei tempi di realizzazione dipende da diversi fattori primo fra tutti il tipo di draga scelta, la sua potenza e capacità di pompare il materiale a grande distanza.

Nell'intervento in località Tremestieri, dal punto di prelievo più interno al futuro bacino portuale al punto più lontano da ripascere ci sono circa 4.0 Km. Tale quindi dovrebbe essere la lunghezza della condotta di trasporto del materiale, con un tempo di posa rilevante sui tempi complessivi di lavorazione. Inoltre sarebbe necessario disporre lungo la linea di una seconda stazione di pompaggio per ridare pressione al fluido e consentirgli di arrivare fino in fondo.

Il mezzo scelto per il ripascimento in località Tremestieri assolvere alle necessità di dragaggio individuate dal crono programma lavori. Si possono individuare due distinte fasi lavorative:

- Fase 1
- approntamento condotta e stazione di pompaggio di rilancio suppletiva e lavorazioni attinenti lo spostamento dei punti di reflui mento;
- Fase 2

- Lavorazioni di dragaggio, ripristini condotta, soste per maltempo;

Per quanto riguarda invece il ripascimento in località San Saba sono state valutate ed individuate le caratteristiche della draga auto caricante la quale svolgerà il lavoro nei tempi riportati nell'allegato crono programma.

Riempimento piazzali e banchine in ambito portuale

Come premesso il materiale di dragaggio-scavo più superficiale risultata essere meno "puro" dal punto di vista chimico e microbiologico e pertanto, in ottemperanza con le indicazioni del *Manuale*, verrà riutilizzato in cantiere. In particolare 20.000 mc verranno ridistribuiti sul piazzale, 45.000 m³ e 5000 m³ andranno a costituire il materiale di riempimento rispettivamente del molo di sopraflutto e del dente di attracco.

Tale riempimento avverrà con modalità operative tali da evitare fasi di stoccaggio in cantiere, con conseguenti problemi di creazione di cumuli e spandimento delle polveri sottili.

La draga aspirante refluirà il materiale direttamente dl sito di prelievo (sito dragato) a quello di destinazione (piazzale, molo o dente di attracco).

Conferimento a discarica

Le scelte precedentemente espone consentono di **riutilizzare per attività di ripascimento e riempimento il materiale** ottenuto e considerato compatibile con tali attività dalle vigenti norme in materia ambientale.

Le sabbie, stimate in 5.000 m³ circa, che corrispondono ad una esigua percentuale del materiale complessivo dragato, per le quali sono state rilevate concentrazioni di sostanze inquinanti che non ne consentono l'utilizzo ai fini del ripascimento, sono state comunque ritenute non pericolose e pertanto dovranno essere conferite a discarica autorizzata a ricevere rifiuti con Codice CER 17 05 04.

Sulla base delle informazioni attualmente a nostra disposizione si è ipotizzato di poter attribuire il CER sopra citato; tuttavia, in caso di eventuale aggiudicazione, si provvederà ad effettuare tutte le prove necessarie su campioni di materiale prelevato in situ, al fine della corretta e definitiva attribuzione del codice.

Scarti di demolizioni e altri rifiuti prodotti durante le attività di cantiere

I rifiuti prodotti durante le attività di cantiere, diversi da quelli già citati, provengono dalle attività di demolizione dei manufatti esistenti.

Volumi da demolire e relative quantità e tipi di rifiuti prodotti sono schematizzati di seguito:

- Materiali di demolizione baracche (cls, mattoni, metalli, scarti vari): complessivi circa 3000 m³
- Materiali di demolizione pacchetto stradale esistente (tappeto usura, binder, massicciata) : 4000 m³
- Materiali di demolizione muro in cls: circa 570 m³.

Date le caratteristiche dei materiali e le analisi già svolte sul sito in prossimità dei fabbricati è plausibile ipotizzare che non si tratti di materiali pericolosi, tuttavia i Codici CER (Codice Europeo dei Rifiuti) che caratterizzano i rifiuti citati possono essere molteplici.

Si indicano di seguito, tra quelli della categoria *Rifiuti delle operazioni di costruzione e demolizione*, i più attinenti.

17 01 Cemento, mattoni, mattonelle e ceramiche:

- 17 01 01 cemento
- 17 01 02 mattoni
- 17 01 07 miscugli o scorie di cemento, mattoni, mattonelle e ceramiche, diverse da quelle di cui alla voce 17 01 06
- 17 04 05 ferro e acciaio
- 17 09 04 rifiuti misti dell'attività di costruzione e demolizione, diversi da quelli di cui alle voci 17 09 01, 17 09 02 e 17 09 03

Sulla base di questi dati è stata effettuata la scelta della piattaforma ecologica DEMOTER per il conferimento sia delle terre e rocce di scavo non compatibili con il ripascimento, sia per i rifiuti di cantiere. La discrica è situata in C.da Urni – Malopasso –località Salice (Messina), regolarmente iscritta al n° 96 del registro dei Recuperatori per l'attività di recupero di rifiuti non pericolosi ai sensi dell'art.33 del D.Lgvo n° 22 del 05.02.1997 e s.m.i. (codici R10- R13-15), nuovo attestato di abilitazione ricevuto in data 25/02/03 e giusta richiesta di rinnovo attestazione inoltrata alla Provincia Regionale di Messina Prot. N°43522 del 21 Dicembre 2006, classe di iscrizione IV D.M.A. n° 350/98.

E' importante sottolineare che l'attribuzione dei codici CER ai rifiuti prodotti, può essere in questa fase esclusivamente indicativa. L'approfondimento, corredato da eventuali apposite analisi, e dunque la classificazione in via definitiva saranno effettuati prima dell'effettivo conferimento a discarica.

Per l'approvvigionamento dei materiali di costruzione sono state individuate le seguenti cave, regolarmente autorizzate all'esercizio dell'attività estrattiva dal Distretto Minerario di Catania:

- SMAV90 S.r.l. autorizzazione n. 38/03 del 03/10/2003;
- Impresa individuale Leonardi Alfio autorizzazione n. 34/2000 del 15/12/2000;
- Società C.L.P.L. (Centro Lavorazione Pietra Lavia) di Rapisarda Carmelo & Co autorizzazione n. 16/06 del 27/11/2006;
- Ditta Fonte di Fonte Salvatore e C. Snc autorizzazione n. 17/99 del 18/05/1999.

5. Indicazione in materia di analisi e mitigazione dei principali impatti ambientali.

Lo Studio di Impatto Ambientale è stato redatto ai sensi della vigente normativa in materia ambientale ed è allegato al presente progetto al numero elaborato E1.