



Autorità di Sistema Portuale  
del Mare di Sicilia Occidentale

Porti di Palermo,  
Termini Imerese, Trapani,  
Porto Empedocle

## AUTORITA' DI SISTEMA PORTUALE DEL MARE DI SICILIA OCCIDENTALE

PORTO DI PALERMO - Lavori di completamento per la messa in sicurezza del bacino  
di carenaggio 150.000 tpl - 1° lotto funzionale – CUP: I77G19000070007.

### PROGETTO DEFINITIVO

#### PROGETTISTA E COORDINATORE DELLA SICUREZZA IN PROGETTAZIONE:



via AUSONIA, 58 - 30015 CHIODOGIA (VE) Tel. (041)4967286

Progettista incaricato e coordinatore:  
Cirillo Dott. Ing. FONTOLAN

Iscritto all' ORDINE DEGLI INGEGNERI DELLA PROVINCIA DI VENEZIA AL N. 2376

Firma: \_\_\_\_\_



#### RUP:

Ing. Salvatore Acquista

#### Progettazione specialistica:

Studi Ambientali



#### CODICE:

A.01.01

OGGETTO: Lotto A - Demolizione pennello esistente interferente con ingresso/uscita navi dal nuovo bacino da 150.000 tpl - Demolizione "avanti scalo" sommerso e dragaggio fondali

#### RELAZIONE GENERALE

SCALA:

DATA: 04-01-2021

Revisione: 00

#### SPAZIO PER I VISTI:

# **Autorità di Sistema Portuale del Mare di Sicilia Occidentale**

**COMUNE PALERMO  
PROVINCIA DI PALERMO**

## **LAVORI DI COMPLETAMENTO PER LA MESSA IN SICUREZZA DEL BACINO DI CARENAGGIO 150.000 TPL 1° LOTTO FUNZIONALE**

**LOTTO A – Demolizione pennello esistente interferente con  
ingresso/uscita navi dal nuovo bacino da 150.000 tpl – demolizione  
“avanti scalo” sommerso e dragaggio fondali**

**PROGETTO DEFINITIVO**

## **RELAZIONE GENERALE**

**Rev.00**

*LOTTO A – Demolizione pennello esistente interferente con ingresso/uscita  
navi dal nuovo bacino da 150.000 tpl - Demolizione "avanti scalo" sommerso e  
dragaggio fondali*

---

## **INDICE**

<b>1. PREMESSA .....</b>	<b>3</b>
<b>2. DESCRIZIONE DELLO STATO DI FATTO.....</b>	<b>7</b>
<b>3. DESCRIZIONE DELLA SOLUZIONE DI PROGETTO .....</b>	<b>8</b>
3.1. INSERIMENTO DELL'INTERVENTO SUL TERRITORIO, CONTESTO URBANISTICO E VINCOLI.....	9
3.2. CARATTERISTICHE PRESTAZIONALI E DESCRITTIVE DEI MATERIALI SCELTI .....	12
3.3. CRITERI DI PROGETTAZIONE IN RELAZIONE ALLA SICUREZZA E ALL'ECONOMIA DI GESTIONE.....	14
3.4. SCELTA DELLE POSSIBILI ALTERNATIVE .....	15
<b>4. INDAGINI E STUDI INTEGRATIVI .....</b>	<b>17</b>
4.1. ASPETTI GEOLOGICI .....	17
4.2. ASPETTI MORFOLOGICI .....	18
4.3. ASPETTI IDROLOGICI .....	18
4.4. ASPETTI GEOTECNICI.....	19
4.5. ASPETTI SISMICI .....	20
4.6. ASPETTI AMBIENTALI .....	20
4.7. RILIEVI TOPOGRAFICI.....	23
<b>5. INTRODUZIONE AL PROGETTO ESECUTIVO .....</b>	<b>26</b>

## **1. PREMESSA**

Il progetto “Lavori di completamento per la messa in sicurezza del bacino di carenaggio da 150.000 TPL – 1° Lotto funzionale” si inquadra nell’ambito del Piano Operativo Triennale 2017-2019 dell’Autorità di Sistema Portuale del Mare di Sicilia Occidentale (A.d.S.P.) che prevede la realizzazione di numerosi interventi rivolti al riassetto generale del Porto di Palermo, tra i quali si evidenzia la realizzazione di specifiche opere infrastrutturali relative al comparto industriale, in particolare il completamento del bacino da 150.000 TPL e la concentrazione delle attività cantieristiche e dei grandi bacini nella medesima area portuale, contribuendo così a favorire il mantenimento e lo sviluppo della locale capacità produttiva.

Il progetto succitato costituisce il primo lotto di un più consistente programma infrastrutturale finalizzato al completamento del bacino di carenaggio da 150.000 TPL e delle opere ad esso connesse.

Con riferimento al suddetto progetto, la previsione del Piano Operativo Triennale prende le mosse dalla volontà di dare impulso allo sviluppo delle costruzioni navali ed in particolare di quelle ad alta tecnologia dedicate al trasporto passeggeri.

Il progetto in epigrafe fa capo alla Convenzione stipulata tra il M.I.T. e l’A.d.S.P. in data 05/08/2020 regolante il finanziamento per assicurare la realizzazione dell’intervento denominato “Intervento per la messa in sicurezza del Porto di Palermo – Lavori di completamento per la messa in sicurezza del bacino da 150.000 TPL”.

Il progetto in titolo è stato finanziato per l’importo complessivo di € 39.000.000 con le somme di cui al Piano Operativo del Fondo di Sviluppo e Coesione 2014-2020 a valere delle risorse di quest’ultimo secondo:

- la delibera CIPE n. 25 del 10/08/2016
- la delibera CIPE n. 54 del 01/12/2016
- la delibera CIPE n. 12 del 28/02/2018
- il Secondo Addendum Piano Operativo Infrastrutturale giusta Convenzione stipulata in data 05/08/2020.

*LOTTO A – Demolizione pennello esistente interferente con ingresso/uscita navi dal nuovo bacino da 150.000 tpl - Demolizione "avanti scalo" sommerso e dragaggio fondali*

---

L'obiettivo di valorizzazione e sviluppo del Porto di Palermo e della sua cantieristica del Piano Operativo Triennale è stato recepito dal Piano di Sviluppo Industriale (PSV) di Fincantieri S.p.A. che prevede un forte aggiornamento tecnologico dei principali impianti di produzione e una forte razionalizzazione dei flussi produttivi.

Come previsto da un Accordo Procedimentale stipulato tra A.d.S.P e Fincantieri S.p.A, la progettazione è stata assegnata alla Società Fincantieri Si S.p.A. a firma del tecnico, ing. Fontolan Cirillo iscritto all'Ordine degli Ingegneri della provincia di Venezia con matricola n. 2376.

L'intervento di progetto è articolato in tre principali gruppi di opere:

- A) Demolizione pennello esistente interferente con ingresso/uscita navi al nuovo bacino da 150.000 tpl – Demolizione “avanti scalo” sommerso e dragaggio fondali
- B) Demolizione della parte fuori terra dello scalo esistente e spostamento impiantistica – Riempimento della parte lato mare dello scalo esistente a formare un nuovo piano – Realizzazione di una nuova soletta ad alta portata per un'area di circa 16.000 mq – Realizzazione di banchina con possibilità di incaglio per chiatta semisommersibile – Impianto di trattamento delle acque di prima pioggia e relative vasche – Realizzazione impianti elettrico, illuminazione e fluidi del nuovo piazzale di lavoro – Bitte, verricelli per ormeggio barge
- C) Realizzazione delle opere marittime per la realizzazione della nuova strada esterna alle banchine per il collegamento delle aree assegnate secondo protocollo di intesa del 28.12.2018

L'attuazione del PSV e le conseguenti potenziali ricadute sulla capacità di attrarre nuove commesse per lo Stabilimento Palermitano è strettamente legato allo sviluppo dei progetti citati sopra.

Ai sensi dell'art. 23 del D.Lgs. 50/2016 la progettazione si articola secondo tre livelli di successivi approfondimenti tecnici:

- progetto di fattibilità tecnica ed economica;
- progetto definitivo;

*LOTTO A – Demolizione pennello esistente interferente con ingresso/uscita navi dal nuovo bacino da 150.000 tpl - Demolizione "avanti scalo" sommerso e dragaggio fondali*

---

- progetto esecutivo.

I progetti di fattibilità tecnica ed economica sono stati trasmesso da Fincantieri SI S.p.A all’Autorità di Sistema Portuale del Mare di Sicilia Occidentale il 23/10/2020.

Con Decreto n. 766 del 31/12/2020 il Presidente di A.d.S.P., dott. Monti Pasqualino, ha sottoscritto (senza prescrizioni) la presa d’atto dei progetti di fattibilità tecnico ed economica.

Il Decreto su indicato è integrato dal documento “Memoria di Ufficio” sottoscritta dal Responsabile del Procedimento, ing. Salvatore Acquista (giusta nomina di cui al Decreto n. 379 del 13/09/2018).

Il presente elaborato fa parte della documentazione del Progetto Definitivo redatto, ai sensi dell’art. 24 del D.Lgs.vo 50/2016 e dell’art.25 del DPR 5 Ottobre 2010 n.207, ancora temporaneamente vigente a seguito della parziale abrogazione del D.Lgs.vo del 18.04.2016 n.50.

La presente relazione si inquadra nel progetto A - *Demolizione pennello esistente interferente con ingresso/uscita navi al nuovo bacino da 150.000 tpl-Demolizione “avanti scalo” sommerso e dragaggio fondali* riguardante la demolizione del pennello che si sviluppa come prolungamento del fianco dello scalo-bacino lato officina blocchi su cui operano le gru da 80 ton, l’approfondimento del fondale antistante lo scalo-bacino alla quota di -10 m s.l.m.m. e la rimozione della scarpata situata lungo il pennello demolito. I suddetti lavori sono necessari per garantire le manovre di ingresso/uscita delle navi dal bacino da 150.000 tpl, (il pennello è interferente con tali manovre), e permettere l’accessibilità del bacino galleggiante che sarà a servizio del futuro piano di varo.

*LOTTO A – Demolizione pennello esistente interferente con ingresso/uscita navi dal nuovo bacino da 150.000 tpl - Demolizione "avanti scalo" sommerso e dragaggio fondali*

---

Cenni storici

Il luogo interessato dal presente progetto è situato nel comune di Palermo, all'interno del Cantiere Navale della Società Fincantieri S.p.A, in via Dei Cantieri n. 75.

Lo stabilimento di Palermo, fu fondato nel 1897 dalla Famiglia Florio che lo fondò vicino al vecchio Arsenale borbonico, modificando per sempre le fattezze della città ed il suo tessuto lavorativo e sociale. Ai primi del '900, l'impresa siciliana confluì poi nella società Cantieri Navali Riuniti, siglando un gemellaggio con i cantieri di Ancona e Muggiano. È proprio dal lavoro e dalle varie commesse portate a termine in quegli anni, che oggi si può intuire tutto il prestigio dei Cantieri navali palermitani: la nave reale Savoia nel 1925; quattro caccia torpedinieri e un incrociatore, che combatterono durante la Seconda Guerra mondiale; i lavori alla corazzata Giulio Cesare nel 1948. Poi, nei decenni successivi, tantissime navi passeggeri per la Tirrenia, navi cargo, petroliere e traghetti ancora oggi in esercizio.

Oggi l'area del Cantiere si estende su una superficie pari a circa 193.000 mq ed è sito alle pendici di Monte Pellegrino, occupando quasi interamente la zona nord dell'area portuale.

## **2. DESCRIZIONE DELLO STATO DI FATTO**

Come risulta dalle planimetrie storiche fornite, il pennello oggetto di demolizione è 10,40 m di larghezza, 55 m di lunghezza e 13 m di altezza con un imbasamento di circa 1,5 m. Si struttura su tre cassoni, ciascuno di dimensione 10,40x17,80x13 m, riempiti di materiale arido. Da rilievo topografico il piano di calpestio risulta a +1,00 m s.l.m.m.

Il pennello si sviluppa come prolungamento del fianco dello scalo-bacino lato officina blocchi su cui poggiano le gru da 80 ton. Quest'ultimo si struttura su cassoni di 11,80 m di larghezza, 17,80 m di lunghezza e di altezza variabile ciascuno composto da 8 cellule riempite di materiale arido. Il cassone adiacente al pennello di dimensione 11,80x17,80x11 m, che si sviluppa in altezza per ulteriori 1,70 m e con un imbasamento di circa 1,5 m, è composto da 6 cellule riempite di materiale arido e due, quelle adiacenti al pennello, di calcestruzzo. Da rilievo topografico il piano di calpestio risulta a +3,20 m s.l.m.m. Il cassone del pennello (-11,70 m s.l.m.m.) si approfondisce di 2 m rispetto al cassone del fianco dello scalo-bacino (-9,70 m s.l.m.m.).

A protezione della sponda del fianco dello scalo-bacino lato officina blocchi è presente un muro di circa 2,50 m di altezza che si sviluppa fino allo spigolo prolungandosi a "L" davanti al pennello.

Il pennello esistente risulta interferente con l'ingresso e l'uscita delle navi dal bacino da 150.000 TPL in costruzione.



### **3. DESCRIZIONE DELLA SOLUZIONE DI PROGETTO**

Il progetto A prevede le seguenti soluzioni progettuali:

- opere di consolidamento e messa in sicurezza delle strutture esistenti;
- demolizione del pennello;
- approfondimento del fondale antistante lo scalo-bacino alla quota finale di -10 m s.l.m.m. e rimozione della scarpata situata lungo il pennello demolito.

Il progetto A comprende ulteriori attività necessarie:

- ✓ demolizione muro di protezione che si sviluppa ad “L” verso NE per una lunghezza di circa 60 m;
- ✓ realizzazione di un complesso di micropali e un consolidamento del terreno al piede del cassone esistente mediante colonne in jet-grouting per la messa in sicurezza della struttura a cassoni che costituisce il prolungamento del fianco dello scalo-bacino lato bacino da 150.000 TPL;
- ✓ prelievi e analisi dei materiali (a conferma dei risultati acquisiti dalla caratterizzazione svolta in sede di indagini preliminari alla progettazione) per lo smaltimento del materiale a discarica;
- ✓ delimitazione dello specchio acqueo mediante panne galleggianti anti-torbidità e a contenimento degli sversamenti;
- ✓ demolizione della sovrastruttura del pennello. Carico su pontone del materiale di risulta e stoccaggio in area dedicata;
- ✓ svuotamento del cassone da pontone e rottura localizzata dello scheletro del cassone per fare entrare l’acqua. Il peso dell’acqua che defluirà nel cassone, fungerà da zavorra per contrastare il galleggiamento del cassone stesso. Carico su pontone del materiale di risulta e stoccaggio in area dedicata;
- ✓ demolizione dello scheletro del cassone. Carico su pontone del materiale di risulta e stoccaggio in area dedicata;
- ✓ deposito temporaneo dei materiali di risulta all’interno dello scalo-bacino, sull’area dedicata allo stoccaggio allestita dietro la barca-porta;

*LOTTO A – Demolizione pennello esistente interferente con ingresso/uscita navi dal nuovo bacino da 150.000 tpl - Demolizione "avanti scalo" sommerso e dragaggio fondali*

---

- ✓ conferimento a discarica dei materiali di risulta previa acquisizione dei codici CER;
- ✓ Indagine per la verifica della presenza di eventuali ordigni bellici inesplosi;
- ✓ dragaggio da mare alla quota di -10 m s.l.m.m..

Nei lavori a mare è previsto l'impiego di un pontone marittimo (motopontone).

Nello specifico si illustra di seguito quanto prevede il progetto ai fini della messa in sicurezza delle opere esistenti. Esso si articola in due interventi strutturali principali:

- Formazione di n°12 colonne jet grouting Ø1500 mm L = 8,00 m da profondità -9,70 m a profondità -18,00 m, con tipologia bifluido in cui la disgregazione e contemporanea miscelazione del terreno in situ viene effettuata mediante un getto combinato di miscela acqua/cemento ed aria;
- Realizzazione di n°24 micropali tipo Tubfix armati con tubo di acciaio S355 Ø139.7 mm e sp. 11,00 mm attraverso una perforazione Ø250 mm da quota (+2.40) fino alla profondità di progetto (-39.00) e la creazione di un bulbo Ø300 mm di almeno 24,00 m a partire dalla quota -15,00 m, con lunghezza complessiva del micropalo di 42,00 m.
- Collegamento dei micropali alle strutture del cassone esistente mediante realizzazione di soletta in c.a. fissata al cassone mediante inghisaggi.

Per la descrizione dettagliata delle soluzioni tecniche selezionate, la relativa previsione di costo e gli schemi degli elaborati grafici utili per l'individuazione delle caratteristiche tipologiche e funzionali dei lavori da realizzare si rimanda agli ulteriori elaborati documentali e tavole grafiche allegate al progetto.

Va precisato che le attività preliminari alla progettazione (rilievi dello stato di fatto topografici e batimetrici, indagini geognostiche e geofisiche, indagini strutturali, caratterizzazioni ecc..) sono state commissionate dall' A.d.S.P.M.S.O, mediante gare di affidamento di servizi.

### **3.1. Inserimento dell'intervento sul territorio, contesto urbanistico e vincoli**

Nell'area interessata dall'intervento trova applicazione il Piano Regolatore Portuale di Palermo ex. art. 5 Legge n. 84/1994.

*LOTTO A – Demolizione pennello esistente interferente con ingresso/uscita navi dal nuovo bacino da 150.000 tpl - Demolizione "avanti scalo" sommerso e dragaggio fondali*

---

Come riportato nella “Memoria di Ufficio” sottoscritta dal Responsabile del Procedimento, ing. Salvatore Acquista, alcuni degli interventi di progetto non sono previsti nel P.R.P. vigente e, pertanto, è stato necessario predisporre una proposta di Adeguamento Tecnico-Funzionale (A.T.F.) al piano portuale vigente.

Gli interventi proposti risultano:

- la prosecuzione del nuovo banchinamento denominato NB6 per circa 565 mq;
- la realizzazione di un terrapieno ad alta capacità portante, per una superficie di circa 16.000 mq, in prosecuzione al nuovo banchinamento NB6, mediante il tombamento dell’esistente scalo-bacino;
- la costruzione di un nuovo banchinamento esteso per circa 90 ml, antistante al nuovo terrapieno;
- l’imbonimento dello spazio attiguo al banchinamento (di cui al precedente punto) per un’area di circa 80 mq;
- la realizzazione della nuova viabilità interna con annesso ponte levatoio, per uno sviluppo di circa 200 ml per il collegamento diretto della banchina Quattroventi e il molo Nord.

Nella suddetta Memoria, il R.U.P. inquadra detti interventi come “modifiche che non alterano in modo sostanziale la struttura del Piano Regolatore in termini di obiettivi, scelte strategiche e caratterizzazione funzionale delle aree portuali” e quindi soggetti alla procedura di A.T.F.

*LOTTO A – Demolizione pennello esistente interferente con ingresso/uscita navi dal nuovo bacino da 150.000 tpl - Demolizione "avanti scalo" sommerso e dragaggio fondali*

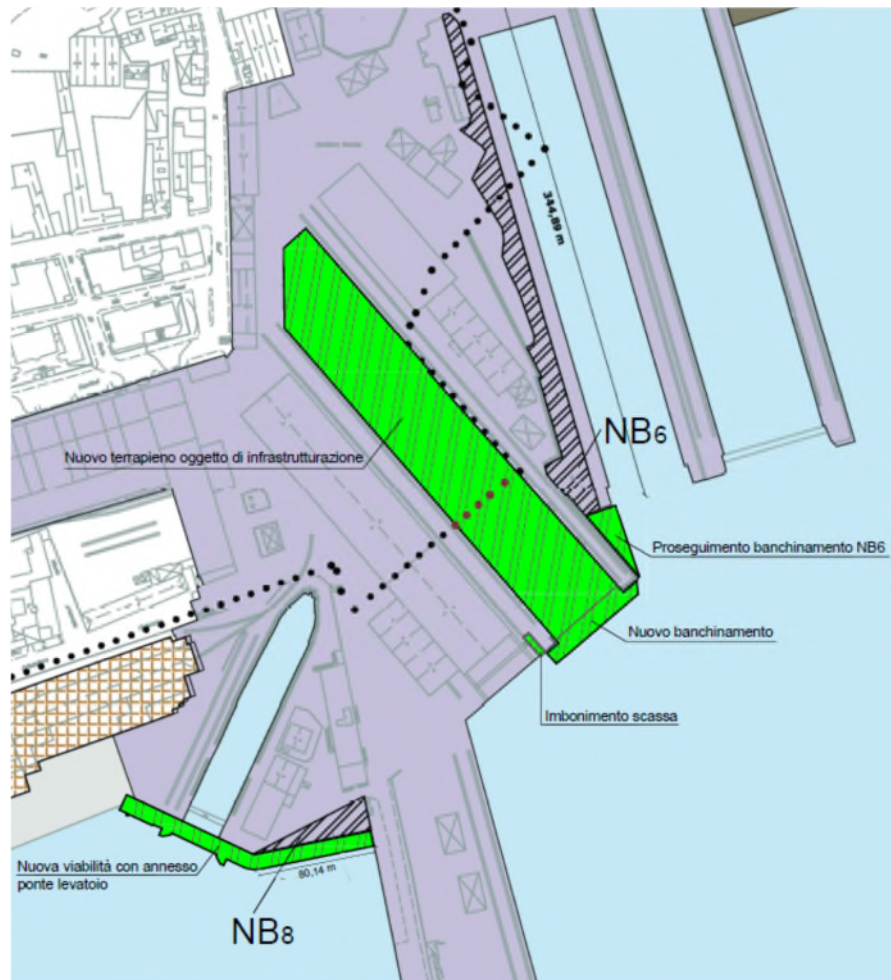


Fig. 1. Stralcio ATF

L’A.T.F. è stata sottoposta all’approvazione del Comitato Portuale che ha approvato con Delibera n. 14 del 17/11/2020 e sarà inviato, a cura di A.d.S.P. per il parere di competenza al Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici.

Da P.R.P. l’area del Cantiere Navale rientra nell’*Area D* delle Norme Tecniche di Attuazione, qui è prevista la realizzazione di nuovi banchinamenti. In particolare le destinazioni d’uso previste sono: spazi di manovra in banchina (per una profondità non inferiore a m 14 dal ciglio di banchina), e spazi per la movimentazione delle imbarcazioni; edifici e spazi all’aperto destinati alle riparazioni e manutenzioni navali e al rimessaggio a secco delle imbarcazioni; attrezzature per l’alaggio e il varo di imbarcazioni, bacini per il carenaggio delle imbarcazioni. Nelle previsioni di piano, (Tav. 25) non risulta presente il pennello oggetto di demolizione nel presente intervento.

Tra le principali strategie adottate dal Piano Regolatore Portuale si annovera: *il mantenimento delle attività industriali e il miglioramento della loro efficienza attraverso nuove banchine dedicate e nuovi bacini di carenaggio.*

Da quanto riportato si delinea, quindi, che le linee di sviluppo per l'attività cantieristica sostengono il potenziamento di tale attività, in quanto primaria anche in un quadro più ampio di quello specificatamente portuale.

In generale le opere marittime previste nel presente progetto comportano una trascurabile rilevanza urbanistica essendo finalizzate a soddisfare esigenze di sicurezza nella navigazione. Nello specifico, la demolizione del pennello e il successivo dragaggio del fondale perseguono le esigenze di espansione e di sicurezza nell'ambito della navigazione presso la cantieristica navale presente all'interno del porto di Palermo. Inoltre l'ambito di progetto che riguarda la messa in sicurezza delle opere esistenti, risulta in area del Demanio Marittimo. Per detta area in concessione, si individua la:

- Posizione CL.12 "Vasca scalo e area a Levante scalo esterna a officina Blocchi e OSA B" per 9.465 mq – area demaniale prevista in concessione trentennale a Fincantieri – atto n. 13872 del 21/12/2010.

Per quanto riguarda i vincoli si indica che:

- dalla cartografia "Zonizzazione e vincoli sul territorio adeguati ai D. Dir 558 e 124/DRU/02 di approvazione - Luglio 2003 - Presa D'atto Delibera 7/2004", si evince l'insussistenza dell'interesse archeologico nell'area interessata dal progetto.
- dalla cartografia "Zonizzazione e vincoli sul territorio adeguati ai D. Dir 558 e 124/DRU/02 di approvazione - Luglio 2003 - Presa D'atto Delibera 7/2004", si evince che nell'area di intervento sussiste il Vincolo paesaggistico - Decreto Legge n° 490/99 art. 146 - ex legge 431/'85.

### **3.2. Caratteristiche prestazionali e descrittive dei materiali scelti**

Il sistema costruttivo previsto per la messa in sicurezza delle opere esistenti prevede l'esecuzione di due principali interventi:

- parete in micropali;

*LOTTO A – Demolizione pennello esistente interferente con ingresso/uscita navi dal nuovo bacino da 150.000 tpl - Demolizione "avanti scalo" sommerso e dragaggio fondali*

---

- trattamento di consolidamento per il rinforzo del suolo sottostante il cassone.

La tecnologia del micropalo permette di consolidare strati in profondità (terreno o strutture) in modo poco invasivo. In particolare il sistema “Tubfix” prevede iniezioni ripetute ad alta pressione. Questo tipo di micropali riesce a garantire portate più significative rispetto all’esecuzione dei micropali standard e può essere adottata utilizzando miscele compatibili con le caratteristiche ambientali del sito. Inoltre è uno dei mezzi più idonei per consolidare il piede del cassone, grazie all’elevata capacità portante ottenibile, combinata al limitato disturbo arrecato dalla metodologia di perforazione (di piccolo diametro) all’esistente imbasamento di fondazione. Infine, detta tecnologia permette di impiegare attrezzature di limitato ingombro, nonché di collegare in modo semplice il micropalo alle strutture esistenti.

I micropali in progetto avranno lunghezza totale di 42,00 m, armatura metallica realizzata con profilo circolare diam. 139,7x11mm in acciaio S355J2H, diametro perforazione 250 mm, diametro reso con iniezione in pressione 275 mm.

L’esecuzione delle iniezioni cementizie verranno realizzate miscelando in apposito mescolatore, con un rapporto 1:1 acqua e cemento 325 in polvere che costituirà una boiaccia abbastanza fluida che una apposita pompa “inietterà” all’interno del tubo del micropalo.

Per le armature tubolari, si useranno tubi di acciaio Fe 510, senza saldatura longitudinale del tipo per costruzioni meccaniche. Le giunzioni tra i diversi spezzoni di tubo potranno essere ottenute mediante manicotti filettati o saldati. Tali giunzioni dovranno consentire una trazione pari almeno all’80% del carico ammissibile a compressione.

Per quando riguarda il consolidamento del terreno sottostante le strutture esistenti esso dovrà essere eseguito mediante la tecnica del Jet Grouting.

Si dovranno ottenere colonne di terreno consolidato di diametro minimo reso pari 150 cm, ottenuto per iniezione di miscela cementizia, con classe di esposizione XS2, ad alta pressione fino a raggiungere una resistenza a compressione monoassiale per il terreno trattato di 5 MPa ed una portanza per la colonna pari a 0.5 MPa.

È prevista l'iniezione a pressione bi-fluido, composta da una miscela cementizia ad alta pressione con getto coassiale di aria. La miscela dovrà essere costituita da acqua e cemento di tipo 42.5 (UNI 197-1), in un rapporto compreso tra 0,7-1.

Questa tecnica è molto versatile ed efficiente. Grazie alla sua flessibilità è possibile privilegiare, a seconda della necessità, la resistenza e/o la permeabilità dei terreni trattati e permette di migliorare le proprietà geomeccaniche e fisico-meccaniche dei terreni consolidati. Il tutto direttamente in sito con limitata produzione di materiale da risulta derivante.

### **3.3. Criteri di progettazione in relazione alla sicurezza e all'economia di gestione**

#### **Criteri di progettazione delle strutture**

Le strutture principali dell'intervento si distinguono in strutture superficiali in c.a. e strutture fondazionali profonde. Entrambe sono state progettate per la messa in sicurezza delle opere esistenti (cassone lato via di corsa da 80 tonn e spalla della barca-porta) a fronte della demolizione del pennello e del dragaggio del fondale che potrebbero comportare lo scalzamento al piede delle opere suddette.

Inoltre, le scelte progettuali sotto descritte sono state concepite per salvaguardare la stabilità globale del sistema strutturale esistente in vista del futuro possibile approfondimento dei fondali alla quota di -14 m s.l.m.m. (come da previsione del P.R.P. vigente).

#### **STRUTTURE FONDAZIONALI PROFONDE E CONSOLIDAMENTI:**

Le fondazioni profonde sono costituite da n° 24 micropali di tipo "Tubfix", Ø 250 mm, lunghezza perforazione 42 m, lunghezza efficace 24 m. L'intestazione del micropalo raggiungerà la quota di -39 m s.l.m.m..

Per maggiori dettagli, si rimanda al "Disciplinare descrittivo e prestazionale" allegato al presente progetto.

Il terreno al disotto del cassone esistente, che diventerà di testata nella nuova configurazione, presenta una quota di imposta alla -9,70 m s.l.m.m. e, per tale motivo, potrebbe essere soggetto a fenomeni erosivi, sia durante la fase di demolizione

dell'attuale cassone impostato alla quota -11,70 m (costituente l'ultimo modulo del pennello da smantellare), che successivamente in funzione del nuovo assetto che assumerà il fondale antistante dopo il termine dei lavori e nell'eventuale approfondimento da P.R.P.

Per evitare l'eventuale asporto di terreno al disotto del cassone con fondo a -9,70 m, si è ritenuto opportuno, nella zona di testata, creare colonne di jet grouting intersecanti così da formare, in entrambe le soluzioni, una protezione continua atta ad impedire la fuoriuscita del materiale retrostante. Nello specifico verranno realizzati n°12 colonne di jet grouting, Ø 1500 mm, lunghezza 8 m, spinte da quota circa -10,00 m s.l.m.m. a quota circa -18,00 m s.l.m.m..

**STRUTTURA SUPERFICIALE IN C.A. (RIPRISTINO SOLETTA DEL CASSONE):**

Preliminarmente alla realizzazione dei micropali, parte della soletta di estradosso del cassone, sarà oggetto di demolizione. Trattasi di una superficie di dimensioni in pianta 10,80 m x 4,95 m e spessore 60 cm. Completata la realizzazione dei micropali si provvederà al ripristino di detta superficie. Per la sua ricostruzione è stato previsto l'utilizzo di calcestruzzo Rck 45 MPa (ad alta resistenza nei confronti dell'ambiente salmastro circostante). Per rendere solidale la nuova porzione di soletta al restante corpo del cassone, è prevista la realizzazione di n° 405 inghisaggi di lunghezza pari ad 1 m.

### **3.4. Scelta delle possibili alternative**

I lavori di smantellamento del pennello dovranno essere condotti applicando diverse tecnologie impiegate nel campo delle "demolizioni controllate".

Come già illustrato al precedente livello di progettazione, l'ipotesi di demolire il pennello mediante l'impiego di esplosivi è stata subito esclusa visto il contesto circostante.

Non trattandosi di un molo con la classica struttura "a giorno", non risulta perseguibile la rimozione/separazione delle strutture orizzontali (impalcato) da quelle verticali (pali, colonne, piedritti) e la loro successiva demolizione a terra e neppure la demolizione in "conci" in quanto il pennello è composto da tre cassoni adiacenti,



*LOTTO A – Demolizione pennello esistente interferente con ingresso/uscita navi dal nuovo bacino da 150.000 tpl - Demolizione "avanti scalo" sommerso e dragaggio fondali*

---

costituiti da uno “scheletro” in c.a. riempito da materiale arido, il quale si riverserebbe velocemente in mare.

Trattandosi di una struttura “a moduli” tutta l’attività verrà condotta mediante l’ausilio di motopontone. L’operatività nella demolizione prevede una prima rimozione superficiale mediante escavatore idraulico con martello demolitore che permetta di accedere alle casse e svuotarle tramite escavatore a corde (o escavatore idraulico con sbraccio di 20 m) dotato di benna bivalve (con telecamera).

A questo punto si è valutata la possibilità di procedere tramite trascinamento dei cassoni portati a galleggiamento poiché svuotati dal materiale e demolizione a terra, possibilità che è stata scartata poiché di difficile esecuzione e complicata sotto il profilo della sicurezza.

Quindi per impedire il galleggiamento del modulo, che si “alleggerisce” durante il suo svuotamento, sarà necessario provvedere alla rottura della parete del cassone per permettere il deflusso dell’acqua che fungerà da zavorra.

Completato lo svuotamento si procederà con la demolizione dello “scheletro” del cassone con escavatore idraulico (avente sbraccio di 20 m) munito di pinza stagna per lavori subacquei.

## **4. INDAGINI E STUDI INTEGRATIVI**

### **4.1. Aspetti geologici**

La geologia dell'area portuale studiata è qualificata in affioramento da depositi detritici di diversa natura accumulati nel tempo per la realizzazione ed espansione dell'area portuale all'interno del porto di Palermo in cui è collocata la cantieristica navale.

Questi depositi eterogenei di provenienza antropica e potenza significativa, per caratteristiche composizionali, per azione legata all'attività cantieristica e per la particolare litologia del substrato geologico profondo, hanno nel tempo subito un progressivo miglioramento nel grado di aggregazione e costipamento e sono stati ricondotti, dal punto di vista della risposta meccanica e con le dovute semplificazioni, ad un deposito granulare ben addensato.

I depositi antropici sono seguiti in profondità da una alternanza ritmica di livelli sabbiosi ben addensati e livelli calcarenitici a variabile potenza e grado di cementazione. I litotipi quaternari di questa tipica facies di ambiente marino poco profondo sono riferibili al Sintema di Marsala e sono stati direttamente seguiti in profondità in corrispondenza delle diverse verticali d'indagine fino alla profondità massima raggiunta (45 m). Sulla base delle velocità delle onde di taglio ottenute dalla sismica passiva in array (Re.Mi), si ritiene che questa facies quaternaria superi nella zona i 70 m.

Questa unità è costituita da calcareniti litoclastiche e bioclastiche di colore variabile dal giallo al biancastro, giace in trasgressione su formazioni prequaternari che, sulla base delle velocità sismiche riscontrate, si ritrovano nella zona a profondità molto elevate.

Dal punto di vista geomorfologico nella condizione generale di stabilità di una estesa morfoscultura costiera ad andamento subpianeggiante, l'area portuale di progetto non è situata in un contesto geoambientale interessato da forme e processi in grado di perturbare l'attuale stato di equilibrio dei luoghi né in contesti morfologici che prefigurano scenari di potenziale pericolosità sismica locale; allo stesso modo, ai fini degli attendibili effetti di sito, le misure effettuate e le litologie emerse, in relazione al

riscontro di acque a profondità modeste, non prefigura l'insorgere di specifiche criticità in risposta alle azioni di un sisma.

#### **4.2. Aspetti morfologici**

Il contesto morfologico dei luoghi è quello tipico delle aree urbane costiere del settore della Sicilia settentrionale, aree caratterizzate da un paesaggio a morfologia subpianeggiante ad elevata densità abitativa e che contrasta verso l'entroterra con le forme più o meno aspre dei rilievi montuosi della catena siciliana.

Altimetricamente l'area portuale d'interesse mostra quote intorno ai 3.0-4.0 m s.l.m. e dall'esame dei rapporti di interdipendenza fra i vari processi geomorfici non si sono evidenziate particolari forme di disequilibrio con l'ambiente circostante; pertanto alla luce delle osservazioni di dettaglio condotte e degli aspetti emersi non si prefigurano condizioni per l'innescio di processi in grado di alterare le attuali condizioni di equilibrio dei luoghi.

Quanto emerso dalla globalità dello studio di dettaglio è stato anche relazionato al Piano Stralcio di Bacino per l'Assetto Idrogeologico (P.A.I.). In tale Piano, la fascia portuale di progetto, inclusa nell'area territoriale tra il bacino idrografico del Fiume Oreto e Punta Raisi (040), non ricade, nella Carta dei Dissesti, in alcuna zona interessata da fenomeni franosi né è inserita fra i siti degni di attenzione. Per la stessa area d'interesse investigativo, nella Carta delle Pericolosità e del Rischio Geomorfologico, non è indicato, alcun livello di pericolosità e di rischio e la stessa zona non è inserita, per quanto riguarda i livelli di pericolosità, fra i siti degni di attenzione.

#### **4.3. Aspetti idrologici**

In merito agli aspetti idrogeologici, per le particolari condizioni geoambientali, i terreni della zona portuale investigata sono in continuità idraulica con il mare e l'intervento previsto non ha alcuna influenza sulle attuali condizioni idrogeologiche dei luoghi.

Quanto emerso dalla carta della pericolosità idraulica per fenomeni di esondazione presente nel P.A.I., l'area d'interesse, non rientra in alcun livello di pericolosità né sito di attenzione.

#### **4.4. Aspetti geotecnici**

Preliminarmente allo sviluppo della progettazione è stato eseguito (per conto dell’Autorità di Sistema Portuale) uno studio geologico dell’area cantieristica in cui è collocato l’ambito di intervento. A tal fine sono state condotte specifiche indagini in situ (prospezioni meccaniche e geofisiche, prove di laboratorio) supportate dal rilievo dei luoghi e da adeguati approfondimenti sulla geologia dell’area portuale, hanno permesso di ottenere un modello geologico finale affidabile e coerente con le esigenze tecniche richieste dagli obiettivi di progetto.

L’area indagata presenta:

- depositi antropici di varia natura
- depositi misti di sedimenti litorali (sabbie medio-fini) rilevati a profondità variabili dai 9,50 m dai 13,50 m
- facies calcarenitica (a variabile grado di consistenza) in alternanza con sottolivelli sabbiosi.

Quest’ultimo livello è stato riscontrato in tutti i sondaggi eseguiti, presentando elevata potenza e buone continuità laterali e verticali. La facies calcarenitica è riferibile al “Sintema di Marsala”.

I depositi misti sopra indicati, invece, sono stati nel tempo accumulati nei luoghi per favorire l’espansione dell’area portuale.

La valutazione dei parametri geotecnici che qualificano gli orizzonti geologici individuati nell’area indagata, è stata attuata con prove di laboratorio, con prove di resistenza meccanica discontinua (SPT) e con le prospezioni geofisiche in foro.

Le risultanze delle indagini svolte individuano due diverse unità litotecniche (quindi due diversi ambienti geotecnici):

- Ambiente Geotecnico “A” – sedimenti detritici antropici superficiali misti a sabbie litorali (profondità sino a circa 13 m dalla quota topografica dei sondaggi). E’ un deposito eterogeneo che per caratteristiche composizionali ha risposta geo-meccanica spazialmente variabile. Tuttavia l’effetto “aging” nel tempo, con il contributo dei carichi indotti dall’attività cantieristica, ha reso l’orizzonte analogo ad un deposito

granulare ben addensato. I parametri geotecnici che caratterizzano la suddetta unità sono riportati nella “Relazione sulle indagini e ricerche preliminari svolte” allegata al presente progetto.

- Ambiente Geotecnico “B” – sedimenti calcarenitico sabbiosi (sedimenti che qualificano il sottosuolo investigato sino a notevoli profondità). E’ un deposito che, per volumi arealmente estesi, risulta abbastanza continuo ed omogeneo. I parametri geotecnici che caratterizzano la suddetta unità sono riportati nella “Relazione sulle indagini e ricerche preliminari svolte” allegata al presente progetto.

#### **4.5. Aspetti sismici**

La suddivisione del territorio nazionale in zone sismiche è contenuta nell’Ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri n. 3274 del 02/03/2003.

Sulla base di questa ordinanza il Comune di Palermo rientra in Zona 2, zona in cui il valore di  $a_g$  è compreso fra 0,15 e 0,25 e con una probabilità di superamento del 10% in 50 anni.

Questa suddivisione in zone però, riveste solo un carattere “amministrativo”. Infatti per le verifiche ed i calcoli si fa riferimento alle accelerazioni di progetto tenendo conto di una serie di parametri legati sia al sito (contesto geologico) sia delle destinazioni d’uso dell’opera.

Per la definizione della risposta sismica locale dell’area studiata si è fatta pertanto riferimento alle indagini di sismica passiva in array (Re.MI), ai down-hole e alle misure di rumore sismico a stazione singola (HVSr). I terreni nel settore NE dell’area portuale sono inquadrabili nella categoria litostratigrafica B mentre quelli della porzione SW sono classificabili nella categoria C.

#### **4.6. Aspetti ambientali**

In questo paragrafo si mostrano i risultati emersi a seguito delle indagini per la caratterizzazione dei sedimenti dei fondali e dei materiali costituenti il pennello.

Le indagini e le caratterizzazioni hanno lo scopo di permettere la definizione dei costi di gestione dei suddetti rifiuti già nella fase della progettazione preliminare.

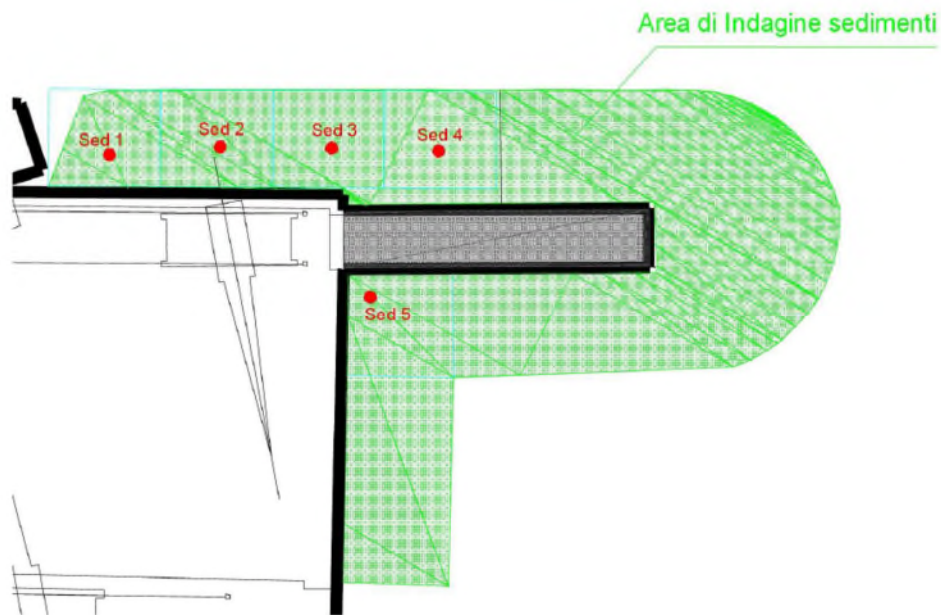
*LOTTO A – Demolizione pennello esistente interferente con ingresso/uscita navi dal nuovo bacino da 150.000 tpl - Demolizione "avanti scalo" sommerso e dragaggio fondali*

---

Sono stati sottoposti ad indagini analitiche n. 5 campioni di sedimenti e n. 5 campioni di calcestruzzo prelevati dal pennello.

Per il prelievo dei sedimenti è stato eseguito il principio del campionamento sistematico. La quota di perforazione è stata determinata riferendo la quota di escavo al valore di -10 m s.l.m.m.

Nell'immagine sotto riportata è rappresentato il posizionamento delle campionature a mare.



Per ogni stazione di campionamento è stata fornita l'ubicazione reale mediante rilevazione della posizione con GPS differenziale o cinematico.

Le attività di prelievo sono state condotte mediante carotiere del tipo "vibrocorer" (carote continue ed indisturbate).

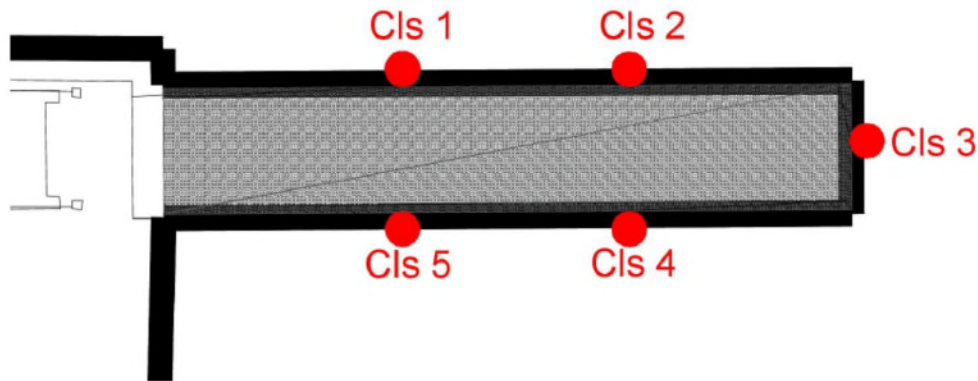
I campionamenti sono stati eseguiti secondo la norma UNI 10802:2013.

Anche per il prelievo del calcestruzzo costituente il pennello è stato seguito il principio del campionamento sistematico. In questo caso è stato asportato uno strato di calcestruzzo della profondità di circa 15 cm, lungo una verticale tracciata sulle pareti del pennello. A tale scopo sono stati eseguiti tre saggi (uno a livello del mare, uno al piede del pennello e uno a quota intermedia) per ogni verticale, la cui miscelazione genererà il campione da sottoporre a prova.

*LOTTO A – Demolizione pennello esistente interferente con ingresso/uscita navi dal nuovo bacino da 150.000 tpl - Demolizione "avanti scalo" sommerso e dragaggio fondali*

---

Sono stati eseguiti n. 5 verticali di prelievo, due per ogni lato lungo e una sul lato corto del pennello, secondo (indicativamente) l'immagine di seguito riportata.



Da un'analisi visiva della parte superficiale effettuata in campo, sembrerebbe che il pennello sia composto da tre blocchi.

Una volta prelevate le carote di sedimento e il calcestruzzo dal pennello si è proceduto alla successiva fase di preparazione dei campioni. I campioni ottenuti sono stati opportunamente omogeneizzati tramite la tecnica della quartatura.

Le risultanze del piano di caratterizzazione sono riportate nella "Relazione geoambientale di sintesi" del 24/08/2020, sottoscritta dal Dr. Chim. Lorenzo Pontorno (che verrà allegata a corredo dei progetti di livello superiore).

Nel suddetto documento viene indicato che la caratterizzazione preliminare dei campioni prelevati non ha evidenziato contaminazioni chimiche degne di nota. Sia i campioni costituiti da materiale di dragaggio che i campioni costituiti da cemento non sono contaminati da policlorobifenili (PCB) né da idrocarburi policiclici aromatici (IPA) né da composti organoalogenati.

Tracce di idrocarburi pesanti, nel range C10C40 sono state riscontrate principalmente nei campioni costituiti da materiali di dragaggio.

La determinazione dei metalli pesanti non ha evidenziato valori particolarmente elevati degli stessi.

*LOTTO A – Demolizione pennello esistente interferente con ingresso/uscita navi dal nuovo bacino da 150.000 tpl - Demolizione "avanti scalo" sommerso e dragaggio fondali*

---

In generale tutti i campioni analizzati, caratterizzati come rifiuti da smaltire o recuperare, non hanno evidenziato elementi di pericolosità e possono essere classificati come rifiuti Speciali NON Pericolosi.

Tutti i campioni sono inoltre stati sottoposti a test di cessione ed analizzati confrontando i risultati ottenuti con:

- i limiti previsti dal DM 186/06 per il recupero dei rifiuti
- i limiti previsti dal DM 27/09/2010 relativamente allo smaltimento dei rifiuti in discarica.

Essendo i campioni prelevati in ambiente marino particolarmente critica si è rilevata la determinazione degli anioni. I cloruri in particolare hanno dato superamenti rispetto ai limiti di legge in due casi su tre.

Più contenuti invece i superamenti dovuti ai solfati (4 campioni sul totale) e fluoruri (in un solo caso).

Ovviamente i superamenti impattano maggiormente sui limiti previsti dal DM 186/2006 (concernente la possibilità di destinare i rifiuti al recupero) piuttosto che allo smaltimento in discarica, in quanto nel primo caso i limiti di norma sono decisamente più bassi.

Laddove presenti superamenti sul test di cessione, il rifiuto potrà essere recuperato o smaltito presso impianti debitamente autorizzati e con le opportune deroghe relativamente ai parametri critici indicati, ovvero gli anioni con particolare riferimento ai cloruri.

#### **4.7. Rilievi topografici**

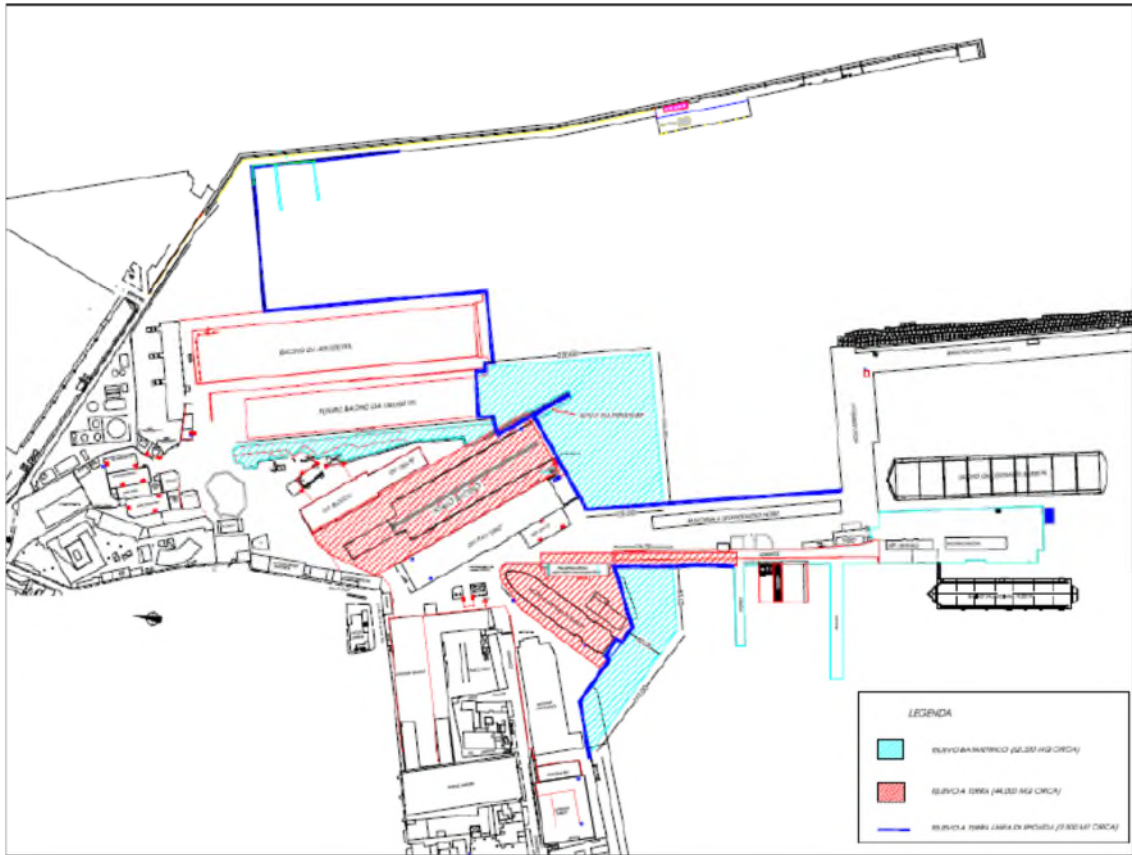
L'indagine si è sviluppata lungo una vasta area del porto commerciale di Palermo e nella zona nord del porto in prossimità del bacino di carenaggio da 150.000 tpl. In particolare le attività svolte sono di seguito elencate:

- Rilievo Multibeam dei fondali;
- Rilievo topografico delle aree a terra del porto e della linea di sponda comprensivo di servizi e sottoservizi;
- Ispezione subacquea diretta dell'area associata al rilievo batimetrico.

Le aree di lavoro oggetto dei rilievi sono raffigurate di seguito.



*LOTTO A – Demolizione pennello esistente interferente con ingresso/uscita navi dal nuovo bacino da 150.000 tpl - Demolizione "avanti scalo" sommerso e dragaggio fondali*



Le attività in campo nelle aree emerse dell'area del porto di Palermo, hanno visto in una prima fase la realizzazione dei rilievi topografici delle aree emerse lungo la linea di sponda mediante sistema GPS RTK e sistema 3D Laser Scanner. Tali rilievi hanno consentito di ricostruire la linea di sponda entro uno spessore di 2 metri dalla banchina, nonché identificare e georeferenziare tutti i servizi e i sottoservizi presenti nell'area di indagine a terra. Inoltre tali rilievi sono stati ulteriormente impiegati per definire la posizione assoluta, anche in quota, di alcuni punti utili anche ai rilievi in mare. Tutti i rilievi delle aree emerse sono stati acquisiti utilizzando il sistema di riferimento Gauss Boaga fuso est. I dati plano-altimetrici sono stati corretti rispetto al geoide di riferimento tramite il caposaldo di livellazione della Rete Idrografica Nazionale (I.S.P.R.A).

Il sistema Multibeam Reson SeaBat 7125 ha permesso, attraverso l'emissione di un fascio di impulsi ultrasonori, di raccogliere informazioni batimetriche di dettaglio al fine di ricostruire la morfologia del fondale. Durante le attività di campo il sistema è stato installato a bordo di un mezzo nautico omologato per il servizio specifico. Il

*LOTTO A – Demolizione pennello esistente interferente con ingresso/uscita navi dal nuovo bacino da 150.000 tpl - Demolizione "avanti scalo" sommerso e dragaggio fondali*

---

trasduttore è stato posizionato a palo sulla murata del natante, immerso a circa 1 m al di sotto della superficie marina. Tale soluzione riduce il disturbo generato dall'imbarcazione e permette una maggiore stabilità del sensore, limitando le possibilità di errore nella fase di acquisizione. Tutti i dati sono stati acquisiti, seguendo un piano di acquisizione precostituito da una griglia di linee parallele con opportune spaziature, con infittimenti ove necessari. Al fine di garantire un'adeguata copertura delle aree investigate la navigazione è stata effettuata mediante il software di gestione/acquisizione PDS 2000.

Per maggiori dettagli e per i risultati dell'indagine si rimanda all'elaborato del progetto definitivo "Relazione tecnica rilievi".

## **5. INTRODUZIONE AL PROGETTO ESECUTIVO**

Il progetto esecutivo costituisce l'ingegnerizzazione di tutte le lavorazioni e, pertanto, definisce compiutamente ed in ogni particolare architettonico, strutturale ed impiantistico l'intervento da realizzare. Ciò in linea con le previsioni del progetto definitivo e rispondendo alle eventuali prescrizioni dettate in sede di approvazione dello stesso.

Il progetto esecutivo sarà composto dagli elaborati elencati nell'art. 33 del D.P.R. 207/2010 per questa parte non abrogata.

I tempi previsti per la redazione del progetto esecutivo si possono stimare in circa 45 giorni naturali e consecutivi, dall'approvazione del progetto definitivo da parte del Responsabile del Procedimento.

Per quanto riguarda, invece, i tempi stimati per la realizzazione dell'opera, essi si valutano in circa 300 giorni naturali e consecutivi.

Chioggia, Gennaio 2021

Il Progettista  
FONTOLAN Dott. Ing. CIRILLO