

COMMITTENTE



Autorità di Sistema Portuale  
del Mare di Sicilia Occidentale

OPERA

# PORTO DI PALERMO - ARENELLA COMPLETAMENTO MOLO FORANEO PORTO ARENELLA

CUP: I71J19000040005 (OPERA PNRR)  
CIG: 9073719DC8

LIVELLO DI PROGETTAZIONE

**PROGETTO ESECUTIVO**

ELABORATO

**RELAZIONE GENERALE**

PROGETTAZIONE



Direzione tecnica:  
ING. ELIO CIRALLI

Coordinamento:  
ING. GIANCARLO INSERRA

RESPONSABILE UNICO DEL PROCEDIMENTO:  
ING. SALVATORE ACQUISTA

AREA TECNICA:  
ING. LEONARDO TALLO

ELABORATO <b>A.01</b>	SCALA --	NS. RIF. A01_v001-30mag2022.docx	COMMESSA - NN. A4 2022ARE - 41	
DATA 20 maggio 2022	REVISIONE 01	REDATTORE VV	CONTROLLO GI	APPROVAZIONE EC

A TERMINI DI LEGGE CI RISERVIAMO LA PROPRIETA' DI QUESTO ELABORATO, CON DIVIETO DI RIPRODURLO, ANCHE IN PARTE, O DI RENDERLO NOTO A TERZI SENZA LE NECESSARIE AUTORIZZAZIONI

## INDICE DEI CONTENUTI

<b>1</b>	<b>GENERALITÀ</b>	<b>4</b>
1.1	PREMESSA	4
1.1.1	<i>Il precedente livello progettuale e le approvazioni</i>	4
1.2	IL CORPO DOCUMENTALE	4
1.3	FINALITÀ DELL'ELABORATO	5
1.4	RIFERIMENTI NORMATIVI	5
<b>2</b>	<b>DESCRIZIONE DEL PROGETTO</b>	<b>7</b>
2.1	IDENTIFICAZIONE DELLA ZONA DI INTERVENTO	7
2.1.1	<i>Geografia e coordinate</i>	7
2.1.2	<i>Stato dei luoghi</i>	8
2.1.3	<i>Inquadramento catastale</i>	10
2.1.4	<i>Stato demaniale marittimo</i>	10
2.1.5	<i>Descrizione e funzioni del porto ai sensi del PRP 2018 vigente</i>	11
2.1.6	<i>Stato di attuazione del Piano Regolatore Portuale</i>	11
2.2	CARATTERISTICHE E DESCRIZIONE DEL PROGETTO	11
2.2.1	<i>Dimensioni e concezione dell'insieme del progetto</i>	12
2.2.2	<i>Riqualificazione del molo esistente</i>	13
2.2.3	<i>Prolungamento del molo di sopraflutto</i>	14
2.2.4	<i>Banchinamento</i>	15
2.2.5	<i>Rivestimenti e pavimentazioni</i>	16
2.2.6	<i>Arredi di banchina</i>	16
2.2.7	<i>Impianti</i>	17
2.2.8	<i>Durabilità delle opere e loro manutenzione</i>	20
2.2.9	<i>Sostenibilità ambientale</i>	22
<b>3</b>	<b>FATTIBILITÀ DELL'INTERVENTO</b>	<b>23</b>
3.1	RILIEVI TOPOGRAFICI, BATIMETRICI E BIOCENOTICI	23
3.1.1	<i>Morfologia delle zone emerse e immerse</i>	24
3.1.2	<i>Biocenosi</i>	25
3.2	ARCHEOLOGIA SUBACQUEA	29
3.3	CLIMA E ASPETTI MARITTIMISTICI	30
3.4	CAMBIAMENTO CLIMATICO	31
3.5	ASPETTI GEOLOGICI	31
3.5.1	<i>Note geomorfologiche</i>	31
3.6	ASPETTI GEOTECNICI	32
3.7	ASPETTI SISMICI E DELLE STRUTTURE	33
<b>4</b>	<b>INTERFERENZE CON CANTIERI ED ATTIVITÀ PORTUALI</b>	<b>34</b>
<b>5</b>	<b>FASI ATTUATIVE E CRONOPROGRAMMA</b>	<b>35</b>
<b>6</b>	<b>GESTIONE DELLE MATERIE</b>	<b>36</b>
6.1	STIMA E BILANCIO DEI MATERIALI DA MOVIMENTARE	36
6.2	CAVE DI PRESTITO	37
6.3	PRODUZIONE DI RIFIUTI	39
<b>7</b>	<b>ASPETTI ECONOMICI E CONTRATTUALI</b>	<b>40</b>

## ELENCO DELLE FIGURE

FIGURA 1-1: SOVRAPPOSIZIONE PRP 1974 - PRP 2018 - STATO DI FATTO	5
--	---

FIGURA 2-1: IMMAGINI SATELLITARI CON LOCALIZZAZIONE DEL PORTO DELL'ARENELLA .....	7
FIGURA 2-2: COROGRAFIA IGM, FOGLIO 249 "PALERMO" .....	8
FIGURA 2-3: IMMAGINE SATELLITARE DELL'AREA PORTUALE DELL'ARENELLA.....	9
FIGURA 2-4: AREA IN CONSEGNA DEMANIALE MARITTIMA .....	10
FIGURA 2-5: STATO DEMANIALE MARITTIMO (FONTE: SID - PORTALE DEL MARE - MIT) .....	10
FIGURA 2-6: ASSONOMETRIA DEL MODELLO TRIDIMENSIONALE DELLE OPERE IN PROGETTO (I-BIM) .....	12
FIGURA 2-7: MANTELLATA SINGLE-LAYER IN MASSI ARTIFICIALI TIPO ECOPODE™ (DX, PARTI EMERSE) E TIPO ACCROPODE™(SX, PARTI SOMMERSE).....	14
FIGURA 2-8: IL SISTEMA DI MANTELLATA CON ACCROPODE TM E ACCROBERM TM .....	15
FIGURA 2-9: CLASSI D'USO DELLE COSTRUZIONI, COME DEFINITE AL PUNTO 2.4.1 DELLE NTC2018.....	21
FIGURA 3-1: MODELLO 3D DEL RILIEVO DEL COSTRUITO INTERESSATO CON APR DEL 2021 (NUVOLA DI PUNTI) .....	23
FIGURA 3-2: TRACCIA DELLE ROTTE NAVIGATE CON IL MULTIBEAM .....	24
FIGURA 3-3: RILIEVO AEROFOTOGRAMMETRICO CON APR.....	24
FIGURA 3-4: TAV. T.5 "CARTA DEI TIPI DI FONDO" .....	26
FIGURA 3-5: STAZIONI DI CAMPIONAMENTO PER LE ANALISI DEL MACROZOOBENTHOS .....	27
FIGURA 3-6: POPOLAMENTI BENTONICI SU ELEMENTI PREFABBRICATI DI MANTELLATE (FONTE: CLI) .....	28
FIGURA 3-7: ROTTE ESEGUITE PER IL RILIEVO MORFO-ACUSTICO CON SIDE SCAN SONAR .....	29
FIGURA 3-8: CARTA DEL POTENZIALE ARCHEOLOGICO, CON INDICATI I TARGET NOTI AL S.I.T DELLA SOPRINTENDENZA DEL MARE.....	30
FIGURA 6-1: RILIEVO DELLA TESTATA DEL MOLO SUD DEL PORTO COMMERCIALE (ARENA SUB SRL, SETTEMBRE 2021) .....	36
FIGURA 6-2: CAVA BORSSELLINO SRL (1) E PERCORSO FINO AL SITO DI INTERVENTO .....	38
FIGURA 6-3: CAVA DI CUSTONACI, TRAPANI, (2) E PERCORSO FINO AL SITO DI INTERVENTO .....	38
FIGURA 6-4: SITO DI DEPOSITO BOLOGNA ECOSERVICE SRL (PA) E PERCORSO DALL'AREA DI INTERVENTO .....	39

## ELENCO DELLE TABELLE

TABELLA 1-1: CORPO DOCUMENTALE DEL PROGETTO.....	6
TABELLA 3-1:LISTA SPECIE/ABBONDANZA DEGLI ESEMPLARI MACROZOOBENTONICI RISCONTRATI NELLE DUE STAZIONI DI CAMPIONAMENTO .....	27
TABELLA 3-2: RISULTATI RELATIVI ALL'APPLICAZIONE DEL SOFTWARE "AMBI: AZTI MARINE BIOTIC INDEX" .....	28
TABELLA 4: STIMA SINTETICA DEI MATERIALI DA APPROVVIGIONARE E DA SMALTIRE.....	37

# 1 Generalità

L'Autorità di Sistema Portuale del Mare di Sicilia Occidentale, nell'ottica del completamento e della funzionalizzazione della propria offerta portuale, per il Porto dell'Arenella vuole eseguire la definizione dell'opera di sopraflutto secondo la configurazione prevista dal Piano Regolatore Portuale oggi vigente.

La redazione del presente progetto esecutivo è stata affidata alla società di ingegneria Progetti e Opere S.r.l., il cui un direttore tecnico è l'Ing. Elio Ciralli. Quest'ultimo si era già occupato della redazione del precedente livello progettuale (livello definitivo), completamente approvato in ossequio alla normativa dell'epoca.

## 1.1 Premessa

Il progetto esecutivo, finalità dell'incarico professionale ricevuto, viene redatto sulla scorta dei precedenti livelli di progettazione approvati, compresa la procedura di valutazione ambientale.

### 1.1.1 Il precedente livello progettuale e le approvazioni

Il progetto definitivo dei lavori di completamento del molo foraneo del Porto dell'Arenella è stato redatto secondo la configurazione del precedente Piano Regolatore Portuale approvato dal Consiglio Superiore dei LL.PP. con voto n.529 del 11.09.1974.

Il progetto è stato approvato dal Comitato Tecnico Amministrativo del Provveditorato Interregionale OO.PP. Sicilia-Calabria ed ha già completato una procedura di verifica di assoggettabilità alla VIA per la quale è stata rilasciata la Determina di non assoggettabilità a VIA con D.G.V.A. del MATTM prot. n. DVA-2010-0024939 del 19/10/2010.

Nelle more del reperimento del finanziamento necessario all'esecuzione dei lavori, fu portata a termine la redazione del nuovo Piano Regolatore Portuale di Palermo che ricomprendeva il Porto dell'Arenella.

Il nuovo Piano Regolatore Portuale eseguì la prevista procedura di Valutazione Ambientale Strategica regionale, per la quale fu emesso apposito D.A. 107/GAB del 29/03/2018 con parere motivato alla procedura integrata V.A.S. - V.Inc.A. "Porto di Palermo - Piano Regolatore Portuale" ai sensi dell'art. 16 del D.Lgs. 152/06 e ss.mm.ii., condizionato al rispetto delle prescrizioni ed osservazioni, oltre alle misure di mitigazione già previste nel PRP e fatte proprie nel parere n. 73/2018 della C.T.S. regionale.

Al suddetto Decreto seguì l'approvazione *ope legis* del PRP (art. 5, comma 3, Legge 84/94), sancita con il D.D.G. ARTA RS n. 100 del 30/07/2018 in conformità al parere del Consiglio Regionale dell'Urbanistica espresso con il voto n. 93 del 04 luglio 2018.

Il nuovo PRP oltre a inserire il Porto dell'Arenella nell'ambito portuale e a definire la destinazione funzionale, ha disegnato le opere foranee in modo leggermente diverso dal precedente PRP (Cfr. Figura 1-1). Questa leggera variazione, come dimostrato negli studi tecnici di supporto al PRP, migliora la protezione del bacino portuale anche al fine di ridurre l'agitazione residua sotto mareggiata, in modo maggiormente compatibile con la sancita funzione di porto turistico e da diporto.

## 1.2 Il corpo documentale

Il corpo documentale che costituisce il presente livello di progettazione è quello riportato nella seguente Tabella 1-1. Si raccomanda di attenersi sempre alla versione più recente degli elaborati che, se esistenti, superano le precedenti versioni.

### 1.3 Finalità dell'elaborato

La relazione generale del progetto esecutivo descrive in dettaglio, anche attraverso specifici riferimenti agli elaborati grafici e alle prescrizioni del capitolato speciale d'appalto, i criteri utilizzati per le scelte progettuali esecutive, per i particolari costruttivi e per il conseguimento e la verifica dei prescritti livelli di sicurezza e qualitativi.

La relazione generale contiene l'illustrazione dei criteri seguiti e delle scelte effettuate per trasferire sul piano contrattuale e sul piano costruttivo le soluzioni spaziali, tipologiche, funzionali, architettoniche e tecnologiche previste dal progetto definitivo approvato; la relazione contiene inoltre la descrizione delle indagini, rilievi e ricerche effettuati al fine di ridurre in corso di esecuzione la possibilità di imprevisti.

### 1.4 Riferimenti normativi

Il presente progetto è stato redatto ai sensi del D.Lgs. 50/2016 e del regolamento ancora oggi vigente (D.P.R. 207/2010 e ss.mm.ii.).

Il progetto è stato armonizzato, nel rispetto della legge, con i correnti standard di settore, con particolare riferimento a quelli prodotti dall'Associazione Internazionale di Navigazione (A.I.P.C.N. – P.I.A.N.C.), oggi PIANC.

Esso contiene inoltre uno studio con la descrizione del progetto ed i dati necessari per individuare e valutare i principali effetti che il progetto può avere sull'ambiente, con riferimento al comma 6 dell'art.6 del D.Lgs. 152/2006 così come modificato dall'art. 3 del d.lgs. n. 104 del 2017.

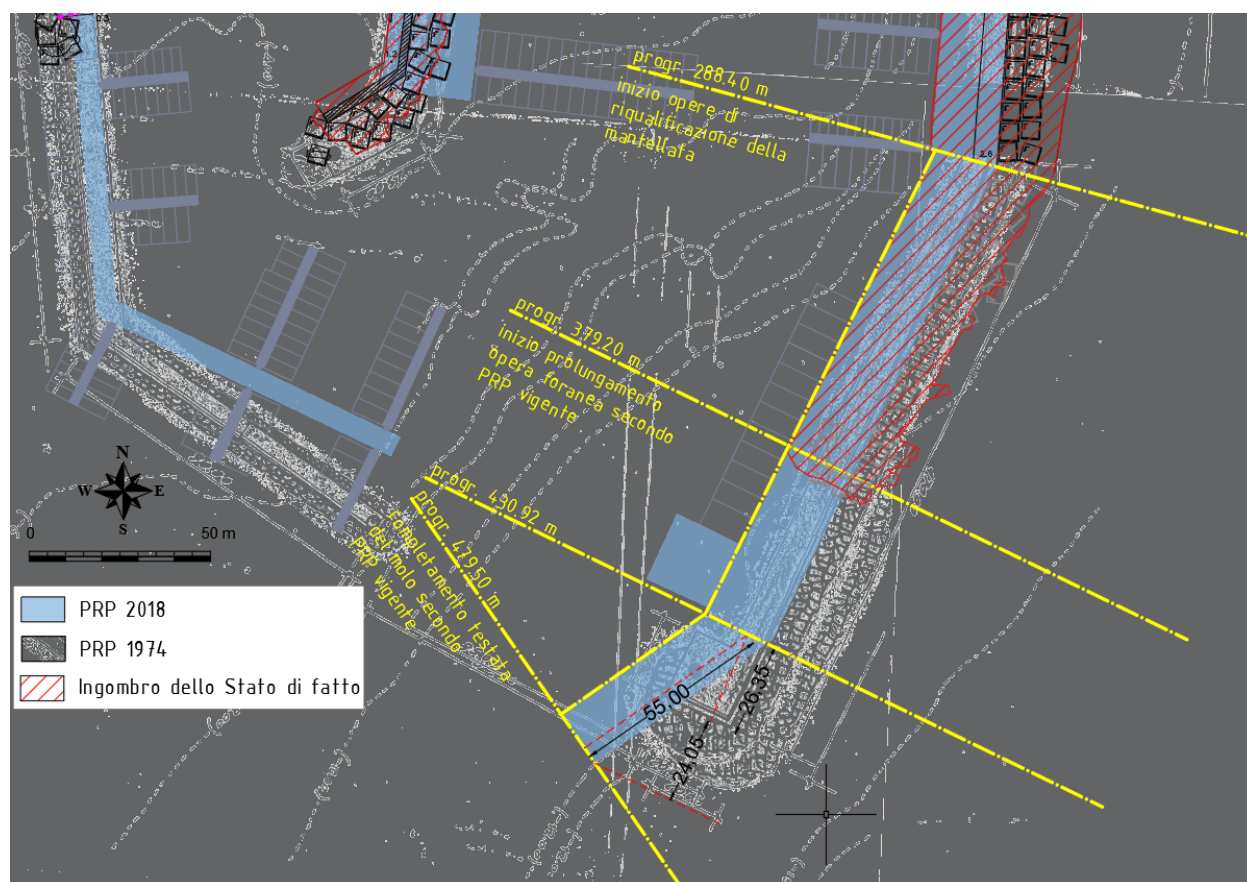


Figura 1-1: Sovrapposizione PRP 1974 - PRP 2018 - Stato di fatto

COMMITTENTE



Autorità di Sistema Portuale  
del Mare di Sicilia Occidentale

PROGETTAZIONE



ELENCO DEGLI ELABORATI DI PROGETTO	
codice	titolo elaborato
EE.00	Elenco elaborati
<b>A - ELABORATI GENERALI</b>	
A.01	Relazione generale
<b>B - RELAZIONI SPECIALISTICHE</b>	
B.01	Relazione idraulica marittima
B.01.01	Relazione idraulica marittima: allegati
B.02	Relazione dell'agitazione residua e dell'agibilità portuale
B.02.01	Relazione dell'agitazione residua e dell'agibilità portuale: allegati
B.03	Relazione sulla dinamica della costa
B.04	Relazione sismica
B.05	Relazione geotecnica
B.06	Relazione sul dimensionamento e la stabilità idraulica
B.07.01	Relazione di calcolo delle strutture
B.07.01	Relazione di calcolo delle strutture: allegati
B.08	Relazione paesaggistica
<b>Studio Geologico (a cura del dott. Paolo Nania)</b>	
B.09 - 1	Relazione geologica
B.09 - 1.1	Geolocalizzazione indagini geognostiche e sismiche
B.09 - 2	Indagini sismiche MASW
B.09 - 3	Indagini sismiche HVSR
B.09 - 4	Elaborazione geotecnica dei test penetrometrici (Spt) eseguiti in foro
B.09 - 5	Raccolta dati stratigrafici e laboratorio geotecnico
B.09 - 5.1	Analisi e prove di laboratorio geotecnico (a cura di CON.GEO Srl)
B.09 - 6	Tavole cartografiche
<b>RILIEVI TOPOGRAFICI, BATIMETRICI E BIOENOTICI (A CURA DI ARENA SUB SRL)</b>	
R.01	Relazione illustrativa dei rilievi batimetrici e bioenotici
R.01.01	Allegato: Processing Report
R.01.02	Allegato: Video subacquei dei transetti (da trasmettere su richiesta)
T.1	Ortofoto e profili di sezioni
T.2	Ortofoto e Piano Quotato
T.3a	Carta morfologico-batimetrica (isobate)
T.3b	Carta morfologico-batimetrica (rilievo ombreggiato color coded )
T.3c	Carta morfologico-batimetrica (rilievo ombreggiato grey-scale)
T.4a	Carta morfologico-batimetrica (isobate) - Spiaggia Vergine Maria
T.4b	Carta morfologico-batimetrica (shaded relief ) - Spiaggia Vergine Maria
T.5	Carta dei tipi di fondo (color coded seabed fetures)
T.6	Carta del mosaico acustico Side Scan Sonar
<b>RELAZIONE ARCHEOLOGICA PREVENTIVA (A CURA DOTT. ARCHEOL. F. FAZIO - ARENA SUB SRL)</b>	
VIARCH.01	Relazione archeologica preventiva a seguito dei rilievi
VIARCH.01.01	Relazione archeologica preventiva: Carta del potenziale archeologico
<b>C - ELABORATI GRAFICI</b>	
<b>C.SF - STATO DI FATTO</b>	
C.SF.01.01	Carta nautica - Cartografia IGM - Carta Tecnica Regionale - Ortofoto
C.SF.01.02	Stralcio PRG - Stralci PRP - Stato di completamento
C.SF.01.03	Carta dei vincoli paesaggistici e territoriali
C.SF.02.01	Planimetria e sezioni dello stato di fatto
C.SF.02.02	Inventario visuale
<b>C.OP - STATO DI PROGETTO</b>	
C.OP.01	Planimetria sinottica delle opere in progetto
C.OP.02	Planimetria di dettaglio
C.OP.03	Raffronto SDF - PRP vigente - Opere in progetto
C.OP.04	Piano di tracciamento delle opere
C.OP.05	Sezioni tipo di progetto
C.OP.06	Quaderno delle sezioni di computo
C.OP.07	Particolari costruttivi e arredo portuale
C.OP.08.01	Cassoni cellulari: piante e sezioni
C.OP.08.02	Cassoni cellulari: carpenterie
C.OP.09	Modalità esecutive e fasi costruttive
C.OP.10	Siti di cava e deposito
<b>D - ELABORATI DEGLI IMPIANTI</b>	
D.IE.01	Impianti Elettrici e Illuminotecnici: Relazione descrittiva e di calcolo
D.IE.02	Impianti Elettrici e Illuminotecnici: Schema di installazione
D.IS.01	Impianti Idrici: Relazione descrittiva e di calcolo
D.IS.02	Impianti Idrici: Schema di installazione
<b>E - PIANO DI MANUTENZIONE DELL'OPERA E DELLE SUE PARTI</b>	
E.01	Manuale d'uso
E.02	Manuale di manutenzione
E.03	Programma di manutenzione
<b>F - PIANO DI SICUREZZA E COORDINAMENTO E INCIDENZA DELLA MANODOPERA</b>	
F.01	Piano di sicurezza e coordinamento
F.02	Planimetria delle aree di cantiere
<b>G - ELABORATI ECONOMICI ED AMMINISTRATIVI</b>	
G.01	Elenco dei prezzi unitari
G.02	Analisi dei prezzi
G.03	Quadro incidenza della manodopera
G.04	Computo metrico estimativo
G.05	Quadro economico
G.06	Cronoprogramma
G.07	Capitolato speciale d'appalto
G.08	Schema di contratto di appalto
SPA	STUDIO PRELIMINARE AMBIENTALE
VINCA	SCREENING DI INCIDENZA AMBIENTALE

Tabella 1-1: Corpo documentale del progetto

RELAZIONE GENERALE

COMMITTENTE



Autorità di Sistema Portuale del Mare di Sicilia Occidentale

PROGETTAZIONE



## 2 Descrizione del progetto

### 2.1 Identificazione della zona di intervento

#### 2.1.1 Geografia e coordinate

Il sito di progetto è quello del porto dell'Arenella, borgata marinara lungo la costa a nord del porto principale di Palermo alle pendici del Monte Pellegrino, nata intorno alla omonima tonnara appartenuta alla famiglia Florio.



Figura 2-1: Immagini satellitari con localizzazione del Porto dell'Arenella

L'area di interesse ricade all'interno della tavoletta denominata "Palermo" Foglio 249, II° Quadrante, Orientamento NE, redatta in scala 1: 25.000, edita dall'I.G.M.I. (Istituto Geografico Militare Italiano) – riportata in Figura 2-2. **Errore. L'origine riferimento non è stata trovata.**

Le coordinate geografiche del sito, riferite al Way Point dell'imboccatura portuale sono: 38°08',91N - 13°22',52E.

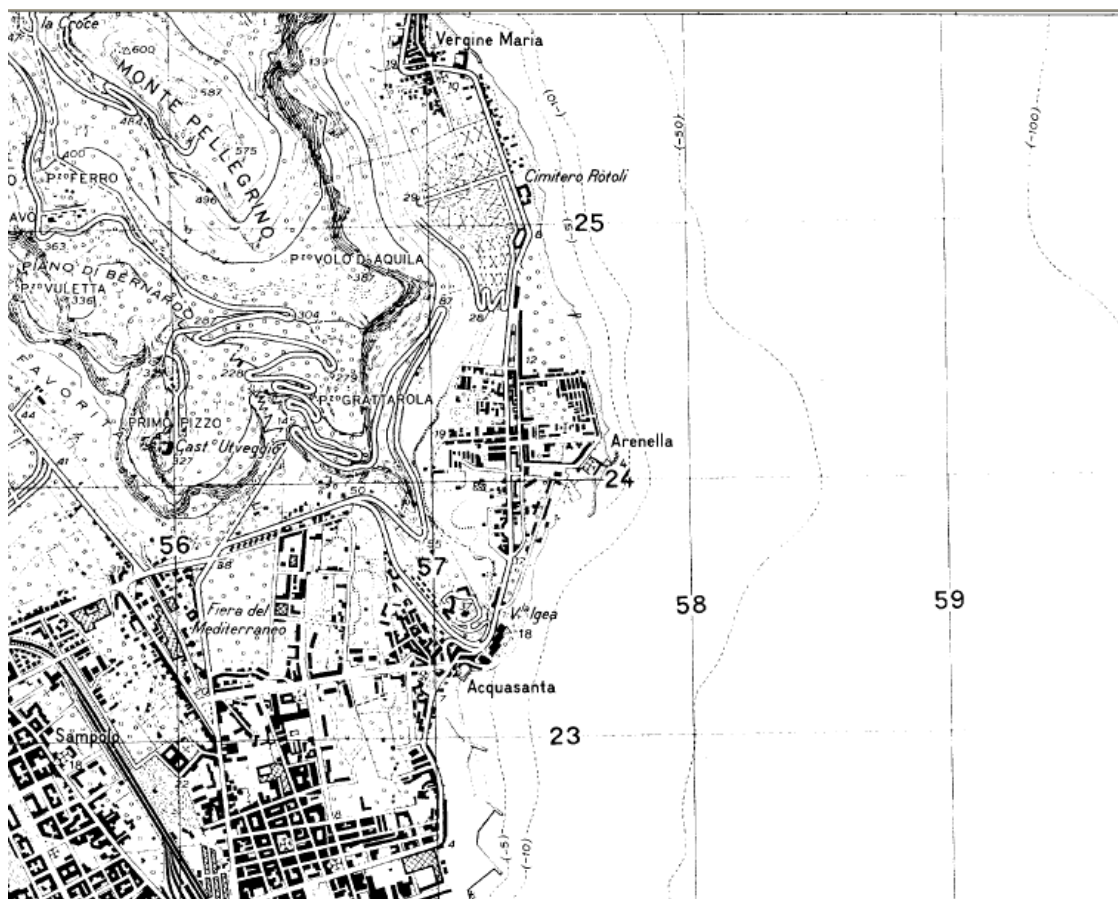


Figura 2-2: Corografia IGM, Foglio 249 "Palermo"

Per un inquadramento cartografico del sito si rimanda all'elaborato grafico:  
SF.01.01 – Carta nautica - Cartografia IGM - Carta Tecnica Regionale - Ortofoto

## 2.1.2 Stato dei luoghi

Le opere foranee esistenti, ancora incomplete, proteggono uno specchio acqueo di circa 47.000 m<sup>2</sup> suddiviso in due bacini: uno detto "vecchio" ed uno "nuovo" protetto ad est dal più recente molo di sopraflutto attualmente a tre bracci:

- il primo, radicato a riva, di 135,22 m con andamento 114°21'29" rispetto al Nord (giacitura W-E);
- il secondo, di 302,78 m con andamento 4°44'59" rispetto al Nord (giacitura N-S);
- il terzo, di 94,9 m con andamento 25°18'23" (giacitura NNE-SSW).

Il molo di sottoflutto vede realizzata solo la sua radice.

Il porto è oggi utilizzato principalmente per diporto nautico.

Il molo di sopraflutto costruttivamente è realizzato da un'opera a gettata con massiccio di coronamento a quota +2,80 m circa, mantellata in cubi di calcestruzzo di dimensione variabile (mediamente 2,5x2,5x2m) con berma a quota +6m circa. Internamente è presente un banchinamento con quota di calpestio a +1,40 m circa. È stato realizzato un muro paraonde ma solo parzialmente e per tratti; la mantellata è stata rifiorita fino al termine del secondo tratto e recentemente anche in prossimità dell'attuale testata. Inoltre gli elementi del massiccio alla testata della diga che presentavano cedimenti fino a circa 1 m, presumibilmente dovuti ad assestamenti del nucleo, sono stati recentemente livellati per la realizzazione di un ulteriore tratto di 30 m del muro paraonde a protezione dell'impianto di bunkeraggio.



Nell'ultimo tratto della banchina (affidata ad un concessionario) sono presenti colonnine servizi per l'erogazione di energia ed acqua alle imbarcazioni da diporto, l'impianto antincendio ed il citato impianto di rifornimento in prossimità della testata.  
Per una visualizzazione di dettaglio si rimanda agli schemi grafici dello stato di fatto C.SF.02.01 e C.SF.02.02.



Figura 2-3: Immagine satellitare dell'area portuale dell'Arenella

RELAZIONE GENERALE

COMMITTENTE



Autorità di Sistema Portuale  
del Mare di Sicilia Occidentale

PROGETTAZIONE



envi**te**kk  
environmental technologies  
www.envitek.eu



### 2.1.3 Inquadramento catastale

Le superfici oggetto dell'intervento ricadono nelle acque del mare territoriale.



Figura 2-5: Stato demaniale marittimo (fonte: SID - Portale del mare - MIT)

punto	UTM - zona: 33 S	
	EST (m)	NORD (m)
A	357722.32	4223665.39
B	357772.36	4223641.58
C	357705.35	4223500.31
D	357639.42	4223457.97
E	357600.60	4223456.05
F	357582.00	4223473.90
G	357580.22	4223502.50
H	357583.10	4223525.78
I	357647.94	4223596.43
J	357682.80	4223580.55



Figura 2-4: Area in consegna demaniale marittima

### 2.1.4 Stato demaniale marittimo

L'inquadramento dello stato demaniale marittimo è riportato nella Figura 2-5.

#### 2.1.4.1 Dati metrici della richiesta di consegna delle aree

L'area di mare territoriale da richiedere in consegna ai fini della esecuzione delle opere complessivamente ammonta a 17.700 m<sup>2</sup> circa. Nella Figura 2-4 sono riportate le

coordinate geografiche dei punti identificativi dell'area oggetto di consegna demaniale ex artt. 34 e 36 CN ai fini dell'esecuzione dei lavori.

### 2.1.5 Descrizione e funzioni del porto ai sensi del PRP 2018 vigente

Il porticciolo dell'Arenella si trova nella periferia nord della città sul versante orientale del Monte Pellegrino a ridosso del tessuto della omonima borgata storica. La borgata marinara ed il porto nascono per accogliere le numerose attività pescherecce che ruotano attorno alla Tonnara Florio elemento di rilievo del patrimonio culturale e generatore di eredità materiali e immateriali nell'area.

Lo sviluppo del porto disegnato dal PRP prevede il miglioramento delle attività per la nautica attraverso nuovi posti barca e servizi adeguati alle esigenze della nautica da diporto, nonché il mantenimento delle limitate attività pescherecce già presenti.

Sotto il profilo idraulico marittimo, il Porto dell'Arenella viene messo in sicurezza attraverso una correzione con modesto prolungamento del molo di sopraflutto esistente e un contenuto nuovo banchinamento che consentirà di realizzare i necessari servizi alla nautica da diporto. Segue la descrizione completa tratta dalle Norme Tecniche di Attuazione del PRP vigente.

#### 2.1.5.1 Sub-Area A5 – Porto turistico dell'Arenella.

- funzioni principali: ormeggi per le imbarcazioni da diporto, su pontili fissi o galleggianti; edifici destinati a club nautici, sedi di associazioni sportive o più in generale a servizio delle attività della nautica, edifici destinati a servizi turistici, commerciali, ricettivi e per la ristorazione; spazi di manovra in banchina; cantieristica minore d'urgenza.
- funzioni secondarie: viabilità automobilistica e ciclo-pedonale, percorsi porticati, verde di rispetto e di arredo; distribuzione di carburanti; parcheggi di superficie e interrati per le automobili di addetti e visitatori.
- destinazioni d'uso compatibili: piccole attività commerciali, ricreative e ricettive a servizio della nautica da diporto.

### 2.1.6 Stato di attuazione del Piano Regolatore Portuale

In merito alle opere foranee, il Piano Regolatore Portuale non è ancora attuato, mancando principalmente il molo di sottoflutto del porto.

Relativamente al molo di sopraflutto, le opere esistenti sono sostanzialmente conformi alle previsioni del PRP vigente, con modestissimi scostamenti planimetrici, probabilmente dovuti ad interpretazione dei segni grafici dovuta alle scale utilizzate dalle tavole del PRP.

## 2.2 Caratteristiche e descrizione del progetto

Il progetto in questione riguarda il completamento del molo di sopraflutto del Porto dell'Arenella di Palermo, secondo la configurazione adottata nel Piano Regolatore Portuale dei Porti di Palermo, approvato con D.A. n. 100 del 30/07/2018.

La configurazione planimetrica dell'opera si discosta di poco da quella del precedente PRP del 1974, rimanendo il bacino portuale protetto sostanzialmente identico nella forma e nella dimensione.

L'intervento di completamento dell'opera foranea opera è stato concepito in stretta analogia geometrica con quanto già realizzato, ma con alcuni importanti miglioramenti in termini tecnologici e di sostenibilità ambientale. Tra questi ultimi si annovera la scelta di impiegare una mantellata del tipo "single-layer", realizzata con massi artificiali in cls che favoriscono la sensibile riduzione dell'occorrenza di materiale di cava, soprattutto connessa ai massi di grandi dimensioni, e di riduzione dell'impronta di CO<sub>2</sub> connessa ai trasporti terrestri.



I massi prefabbricati prescelti presentano la particolarità di un ottimo inserimento ambientale, grazie alla loro foggia *natural like*.

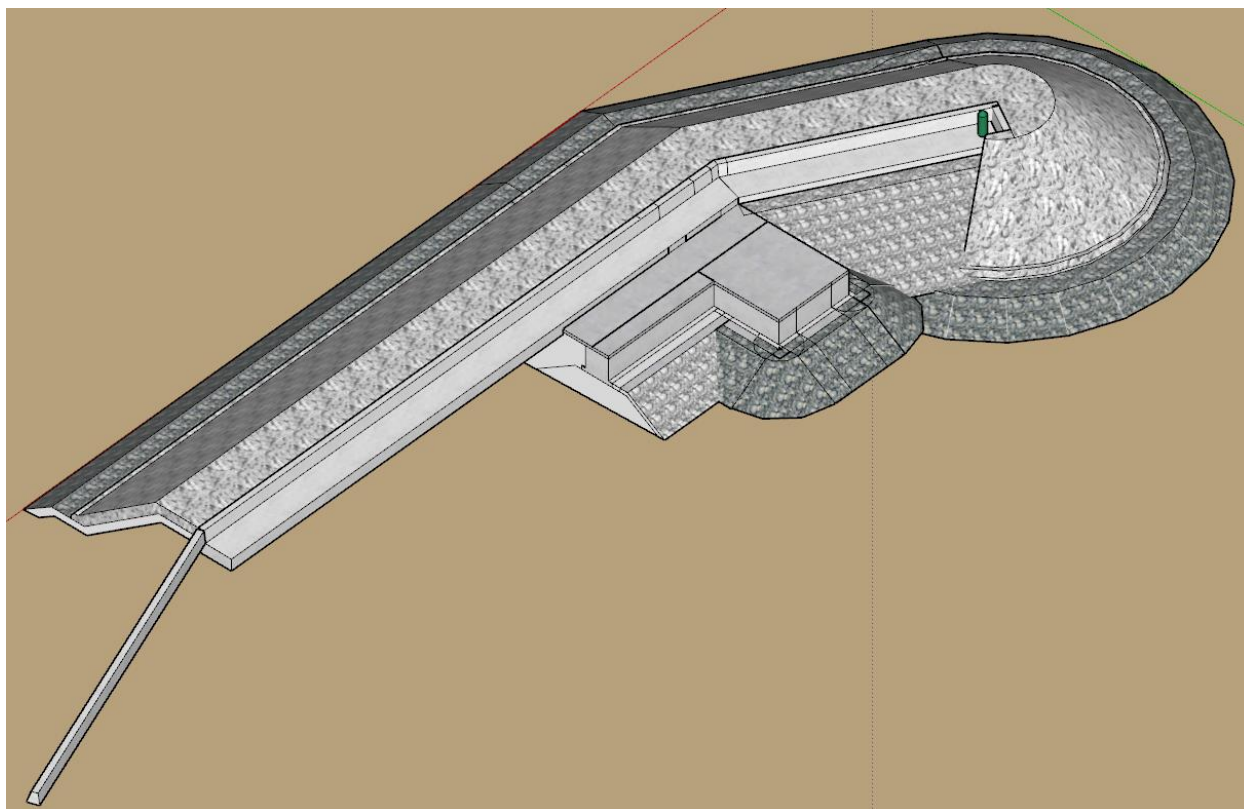


Figura 2-6: Assonometria del modello tridimensionale delle opere in progetto (I-BIM)

### 2.2.1 Dimensioni e concezione dell'insieme del progetto

I dati metrici relativi al progetto di completamento del molo di sopraflutto sono:

- Riqualificazione del molo esistente dalla progressiva 438,0 m alla progressiva 532,9 m per complessivi 94,9 m, con potenziamento della mantellata, adeguamento del massiccio e realizzazione del muro paraonde.
- Prolungamento del molo esistente dalla progressiva 532,9 m alla progressiva 642,6 per complessivi 109,7 m, dei quali:
  - dalla progressiva 532,9 m alla progressiva 582,6 per complessivi 49,7 m con andamento  $25^{\circ}18'23''$  rispetto al Nord, con massiccio e muro paraonde, banchinato con cassoncini cellulari antiriflettenti, con in testa uno sporgente da 17x20 m
  - dalla progressiva 582,6 m alla progressiva 642,6 m, per complessivi 60 m con andamento  $55^{\circ}17'39''$  rispetto al Nord, con massiccio e muro paraonde, non banchinato
  - realizzazione del riccio di testata.

Il prolungamento complessivo del molo di sopraflutto compreso il riccio di testata alla quota dello 0 m slmm sarà di 126.90 m c.ca.

Verranno inoltre integrati e/o completati gli impianti di:

- drenaggio delle acque meteoriche e trattamento di prima pioggia;
- pump out;
- distribuzione forza motrice;

- distribuzione idrica;
- illuminotecnica;
- attrezzature per l'ormeggio;
- arredi portuali di banchina;
- segnalazione portuale
- opere di miglioramento e di salvaguardia ambientale.

Il progetto prevede la riqualificazione ed il completamento dell'opera di sopraflutto del Porto dell'Arenella in conformità a quanto previsto nel vigente Piano Regolatore del Porto. Tutti gli interventi previsti tendono inoltre alla riqualificazione della infrastruttura, ai fini di favorire la sostenibilità ambientale, il migliore inserimento paesaggistico e la fruibilità per gli utenti diportisti e loro ospiti.

Per raggiungere questi obiettivi verranno utilizzate tecnologie e materiali ad alta compatibilità paesaggistica e sostenibilità ambientale, quali massi prefabbricati in cls, con finitura *natural like* per la arte emersa delle scogliere e sistemi di illuminazione a bassissimo consumo.

Inoltre, secondo i principi dell'economia circolare, si prevede il recupero e riutilizzo di materiale lapideo proveniente dal parziale salpamento del Molo Sud del porto commerciale di Palermo.

Si rimanda alla tav. C.OP.01 per una visualizzazione sinottica degli interventi.

L'opera fornirà un indubbio contributo alla messa in sicurezza dell'intero bacino portuale, la cui agitazione residua interna sotto le mareggiate soffre ancora dell'incompletezza delle opere foranee.

### 2.2.2 Riqualificazione del molo esistente

Il terzo segmento del molo di sopraflutto esistente da prolungare presenta una mantellata in massi cubici con berma a quota +2,5 m circa con diversi elementi dislocati che provocano l'esposizione del sottostrato all'azione diretta del moto ondoso. Il Genio Civile OO.MM. (oggi Provveditorato alle OO.PP.) nel recente passato condotto un consistente intervento per il rifiorimento della mantellata del secondo braccio del molo utilizzando massi della stessa tipologia. Ulteriori interventi di rifiorimento sono stati condotti, sebbene a tratti e con elementi di dimensioni inferiori, in prossimità della testata ad opera dei concessionari.

L'intervento che viene proposto intende ripristinare la sezione dell'opera foranea e nel contempo riqualificare quest'ultima porzione dell'opera utilizzando degli elementi che presentano un migliore inserimento paesaggistico ed un più alto livello di sostenibilità ambientale, in linea con le attuali tendenze di protezione ambientale quali per esempio quelle contenute nel "Piano Strategico di Sviluppo della Portualità Turistica in Sicilia", emanato con DA n. 69 del 26/05/2006.

Il progetto prevede la ricostituzione dell'integrità della sagoma di sezione dell'opera ai fini di migliorare le sue performance statiche ed idrauliche, utilizzando una mantellata di tipo "single layer" di massi artificiali esapodi in calcestruzzo non armato, progettati per resistere all'azione delle onde sui frangiflutti e sulle strutture costiere, i quali consentono una maggiore economia ambientale per la riduzione di materiale occorrente a parità di caratteristica di stabilità, grazie alla migliore interconnessione tra gli stessi.

Per la porzione immersa della mantellata si utilizzeranno massi tipo "Accropode II <sup>TM</sup>", mentre per le parti emerse saranno utilizzati massi tipo "Ecopode <sup>TM</sup>", morfologicamente e idraulicamente compatibili coi primi, i quali presentano un aspetto simile alla pietra

naturale (*natural like*), ottenuto grazie alla all'utilizzo di apposite casseforme, ed eventualmente con la pigmentazione del conglomerato cementizio, il tutto al fine di garantire un migliore inserimento paesaggistico.

Il piede della mantellata sarà realizzato con elementi tipo ACCROBERM™, i quali offrono non pochi vantaggi in termini di semplificazione costruttiva, stabilità perdurante del costruito e sostenibilità ambientale.

Costruttivamente si prevede di salpare i massi cubici affioranti ove occorrente, intasare e regolarizzare la superficie con massi di prima categoria e pietrame fino a quota 2,15 m e pendenza scarpata lato mare 4/3. Il nucleo sarà protetto da uno stato filtro di scogli di seconda categoria per uno spessore di 1,7 m.



Figura 2-7: Mantellata single-layer in massi artificiali tipo Ecopode™ (dx, parti emerse) e tipo Accropode™ (sx, parti sommerse)

La mantellata in massi artificiali tipo Ecopode™ (per le parti emerse) e tipo Accropode™ (per le parti sommerse) che formerà lato mare una berma emersa di larghezza 10 m a quota + 6,0 m rispetto il l.m.m..

È prevista inoltre la regolarizzazione della superficie del massiccio di coronamento, che ha subito dei fenomeni di cedimento, con calcestruzzo alleggerito e quindi è prevista la realizzazione del muro paraonde fino ad una quota di 6,1 m sul l.m.m, quota del preesistente muro, la cui sagoma verrà mantenuta per omogeneità costruttiva e formale, verificata dalle analisi di funzionalità dell'opera in presenza del fenomeno di overtopping. Per il migliore inserimento paesaggistico è previsto che la cresta del muro paraonde sia alla quota della berma della mantellata.

### 2.2.3 Prolungamento del molo di sopraflutto

Il progetto prevede il completamento dell'opera di sopraflutto in coerenza planimetrica con quanto previsto nel PRP approvato nel 2018.

La realizzazione del molo concorrerà quindi ad una maggiore protezione dell'intero bacino portuale nel rispetto delle previsioni del vigente Piano Regolatore del Porto dell'Arenella (cfr. elaborato C.SF.01.02), in attesa del completamento del sistema di difesa con la futura realizzazione del molo di sottoflutto.

Il molo esistente sarà prolungato dalla progressiva 532,9 m alla progressiva 642,6 per complessivi 109,7 m, dei quali:

- dalla progressiva 532,9 m alla progressiva 582,6 per complessivi 49,7 m con andamento 25°18'23" rispetto al Nord, con massiccio e muro paraonde, banchinato con cassoncini cellulari antiriflettenti, con in testa uno sporgente da 17x20 m

- dalla progressiva 582,6 m alla progressiva 642,6 m, per complessivi 60 m con andamento  $55^{\circ}17'39''$  rispetto al Nord, con massiccio e muro paraonde, non banchinato
- realizzazione del riccio di testata.

Il prolungamento complessivo del molo di sopraflutto compreso il riccio di testata alla quota dello 0 m slmm sarà di 126.90 m c.ca.

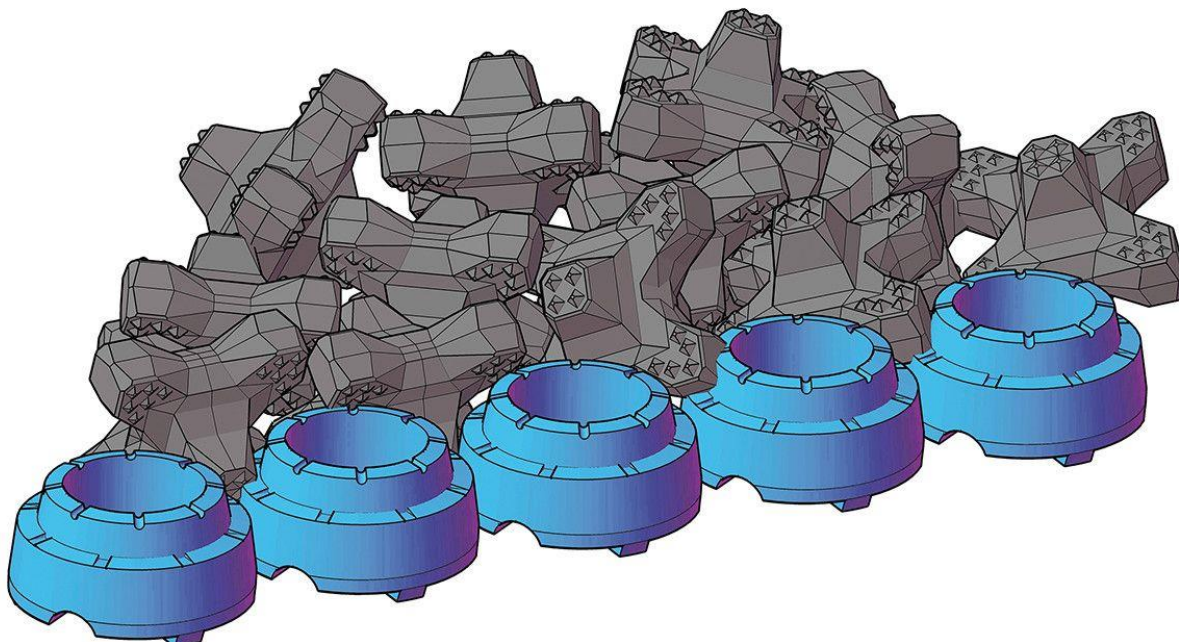


Figura 2-8: Il sistema di mantellata con Accropode TM e Accroberm TM

La sezione tipica (cfr. Tav. C.OP.04) è geometricamente analoga a quella del segmento di diga preesistente da riqualificare, imbasata mediamente ad una profondità di circa -13 m rispetto al livello medio mare, e sarà realizzata da:

- nucleo in scogli di 1<sup>a</sup> categoria e pietrame fino a quota +1.64 m slmm (+1.20 slmm per il riccio) e pendenza scarpata lato mare 4/3;
- strato filtro di scogli di seconda categoria con spessore di 1.90 m (2.1 per il riccio);
- mantellata di tipo "single layer" in massi artificiali tipo Accropode™ (per le parti sommerse) e tipo Ecopode™ (per le parti emerse) che formerà lato mare una berma emersa di larghezza 10 m e quota + 6,0 m rispetto il l.m.m.

I due tipi di massi sono perfettamente compatibili sotto il punto di vista morfologico e della stabilità idraulica.

Il piede della mantellata sarà realizzato con elementi tipo Accroberm™, i quali offrono non pochi vantaggi in termini di semplificazione costruttiva, stabilità perdurante del costruito e sostenibilità ambientale.

Al di sopra del nucleo, con estradosso a quota +3,00 m, è previsto un massiccio di sovraccarico in calcestruzzo di larghezza 9,80 nel primo tratto e 8,15 m nel secondo, con muro paraonde a quota +6,1 sul l.m.m.

## 2.2.4 Banchinamento

Il banchinamento, ove previsto, sarà realizzato con cassoncini cellulari antiriflettenti in cemento armato di dimensione 5,00 x 6,00 x 6,60m posizionati su di un letto di pietrame opportunamente intasato e spianato.

Si prevede l'utilizzo di cassoni con celle antiriflettenti che abbiano le pareti esterne che costituiscono il filo banchina forate per l'abbattimento del coefficiente di riflessione delle onde. Le celle interne del cassone saranno riempite con uno strato di sabbia coperto da scogli.

I cassoni verranno prefabbricati con calcestruzzo armato con le specifiche tecniche previste nel progetto strutturale degli stessi.

Sul cassone, dalla quota +0,5 m slmm, sarà realizzata una sovrastruttura in cemento armato fino alla quota di calpestio prevista di +1,4 m slmm.

In tale sovrastruttura si prevede la realizzazione di un cunicolo di servizio, le linee di drenaggio delle acque meteoriche, nonché l'arredo finale con gli ausili all'ormeggio, e la normale dotazione impiantistica (idrico-sanitaria, elettrica, illuminotecnica e segnali).

### 2.2.5 Rivestimenti e pavimentazioni

Il paramento del paraonde e la sovrastruttura nelle parti visibili a chi ormeggia saranno in calcestruzzo facciavista di buona finitura. Sul paramento interno del muro paraonde, ove indicato dai tipi grafici e dalla DL, verrà realizzata una scritta in rilievo negativo (5 cm) con:

- l'identificazione del porto ("Porto dell'Arenella- Palermo"),
- la denominazione dell'ADSP ed il relativo logo.

Progetto grafico, font e dimensioni saranno fornite dell'AdSP per tramite della DL.

Il fronte adiacente alla banchina del massiccio di sovraccarico sarà rivestito con pietra a spacco locale listata in cemento.

Il filo banchina sarà rifinito con orlatura in pietra locale.

La pavimentazione in calcestruzzo della banchina e del massiccio deve essere:

- adeguatamente resistente all'uso e all'esposizione;
- con la pendenza corretta verso i punti di raccolta delle acque e mai verso il mare;
- prive di fori, crepe, buche, elementi grossolani sporgenti;
- uniformi;
- antiscivolo.

### 2.2.6 Arredi di banchina

#### 2.2.6.1 Parabordi

Ubicati come indicato nell'apposito elaborato (Cfr. tav. C.OP.07), verranno installati:

- N. 34 parabordi tipo Trelleborg ARCFENDER 250 H 920mm o equivalenti.

#### 2.2.6.2 Bitte e golfari

Ubicate come indicato nell'apposito elaborato (Cfr. tav. C.OP.07), in analogia con quanto già realizzato in precedenza nei tratti di banchina esistenti, verranno installate:

- N. 16 bitte da 20t in ghisa sferoidale identiche a quelle già installate
- N. 32 anelli golfari in acciaio inox AISI 316.

Detti dispositivi di ormeggio sono disposti e dimensionati in relazione alla grandezza e tipologia delle imbarcazioni da ormeggiare e realizzati con materiali di provata resistenza meccanica ed alla corrosione.

#### 2.2.6.3 Scalette

Ubicati come indicato nell'apposito elaborato (Cfr. tav. C.OP.07), verranno installate:

- N. 2 scalette di risalita lungo le banchine in acciaio inox AISI 316.



#### 2.2.6.4 Colonnine di servizio (solo predisposizione)

Ubicate come indicato nell'apposito elaborato (Cfr. tav. C.OP.07), in analogia con quanto già realizzato in precedenza nei tratti di banchina esistenti, verranno eseguite le predisposizioni per la futura installazione di:

- N. 3 Colonnine di distribuzione idrica ed elettrica con le seguenti caratteristiche:
  - o dotazione di n.2 prese IP44 interbloccate 16A-230V
  - o dotazione di n.2 prese IP44 interbloccate 32A-230V
  - o dotazione di n.4 rubinetti 1/2" per la fornitura idrica
  - o dotazione di illuminazione LED.

#### 2.2.6.5 Stazioni di salvamento

La banchina verrà dotata di stazioni con equipaggiamento di salvataggio. In particolare sono previsti numero due armadietti in fibra di vetro con apertura d'emergenza, per la protezione ai raggi UV del contenuto.

Ogni armadietto conterrà:

- un salvagente anulare approvato R.I.NA. secondo SOLAS 74/83-E.C.96/98-M.E.D.-DM n.385;
- cima galleggiante regolamentare per salvagente anulare.

#### 2.2.7 Impianti

È previsto un canale impiantistico lungo tutto il nuovo banchinamento della dimensione di 50x40 cm, accessibile da appositi coperchi posti ogni 15m circa.

Gli impianti progettati consistono in:

- impianto di distribuzione elettrica, delle comunicazioni e dei segnali;
- impianto illuminotecnico;
- impianto di distribuzione idrica;
- impianto di drenaggio delle acque superficiali e di prima pioggia;
- impianto antincendio;
- impianto di segnalamento marittimo;
- impianto di circolazione forzata delle acque del bacino portuale.

Negli appositi elaborati del corpo documentale di progetto per ciascun impianto si trovano le informazioni descrittive, di calcolo e i piani di installazione.

##### 2.2.7.1 Impianto di distribuzione elettrica, delle comunicazioni e dei segnali

Il progetto integra l'impianto elettrico per l'alimentazione dei corpi illuminanti e delle apparecchiature dell'impianto di sollevamento delle acque di drenaggio e della colonnina per il recupero delle acque nere e di sentina. Per la predisposizione delle colonnine di servizio saranno posati i cavidotti di collegamento in derivazione dal cunicolo impiantistico.

Si prevede a carico dell'Appaltatore una attenta verifica ed un controllo degli impianti a monte, connessi e collegati, anche ai fini della corretta e razionale derivazione da realizzare.

L'impianto di distribuzione è stato concepito in ossequio a tutta la normativa vigente. Tutte le componenti, parti e dispositivi a qualsiasi titolo impiegati devono rispondere alle norme vigenti ed essere dimensionati e adatti al tipo di esposizione ambientale ed alle condizioni d'utilizzo.

Le caratteristiche, dimensioni e disposizione dell'impianto progettato sono indicate negli elaborati e schemi grafici allegati.

La rete è dotata di tutti i necessari cavidotti, pozzetti (di linea, di diramazione e di derivazione), delle condutture di idoneo tipo e dimensione, di tutte le apparecchiature necessarie per un corretto funzionamento della rete, del suo sezionamento e protezione. I cavidotti di alimentazione saranno corrugati flessibili a doppia parete in PEAD Ø110 (4 per la linea potenza + 2 per la linea segnale) posati nella apposita conduttura impiantistica, ovvero interrati nelle tratte di derivazione.

L'accesso ai cavidotti ed alle derivazioni di alimentazione dei corpi illuminanti avverrà attraverso appositi pozzetti annegati nel calcestruzzo, protetti da idonei portelli almeno IP 55, dotati di chiave di accesso a triangolo, con idonee caratteristiche meccaniche e posizionati in modo da agevolare la manutenzione.

Quadri e sottoquadri elettrici devono garantire il rispetto della normativa nonché l'idoneità alla classe di esposizione ed all'utilizzo.

È previsto che l'Appaltatore esegua tutti gli apprestamenti e le forniture in opera necessarie per l'allacciamento secondo la norma e la regola dell'arte delle colonnine di erogazione previste a servizio delle imbarcazioni all'ormeggio, dell'utenza e del servizio portuale.

#### 2.2.7.2 Impianto Illuminotecnico.

Ogni corpo illuminante, i sostegni, gli ancoraggi e ogni parte utilizzata deve rispondere idoneamente alla classe di esposizione, ai criteri anticorrosione e quindi alla stabilità meccanica ed alla durevolezza.

Al fine di assicurare un elevato grado di sostenibilità, di confort ed un piacevole impatto paesaggistico, è stato sviluppato un impianto illuminotecnico che utilizza sistemi a LED.

Gli obiettivi che dovrà garantire l'impianto sono:

- illuminazione esterna adeguata alle attività di controllo ed alla fruizione notturna dei luoghi, nel rispetto della normativa tecnica applicabile, evitando fenomeni di inquinamento luminoso;
- illuminazione di dettaglio a valenza architettonica;
- illuminazione di emergenza.

A tal fine sono stati previsti:

- corpi illuminanti a testa-palo posizionati nella parte interna della banchina per garantire un illuminamento medio di 5-10 lux;
- corpi illuminanti d'accento per l'illuminazione del ciglio banchina.

Verranno quindi installati:

- n° 3 corpi illuminati LED tipo Neri modello Lang 7500lm o equivalente montati su palo;
- n° 4 corpi illuminati LED tipo Neri modello Lang 2500lm o equivalente montati su mensola;
- n° 19 proiettori a led tipo LAM32 modello NAIL PRO 2 o equivalente.

#### 2.2.7.3 Impianto di distribuzione idrica

Si prevede a carico dell'Appaltatore una attenta verifica ed un controllo degli impianti a monte, connessi e collegati, anche ai fini della corretta e razionale derivazione da realizzare.

L'impianto di distribuzione è stato concepito in ossequio a tutta la normativa vigente. Tutte le componenti, parti e dispositivi a qualsiasi titolo impiegati devono rispondere alle norme vigenti ed essere dimensionati e adatti al tipo di esposizione ambientale ed alle condizioni d'utilizzo.

Le caratteristiche, dimensioni e disposizione dell'impianto progettato sono indicate negli elaborati e schemi grafici allegati.

Il progetto prevede la posa in opera di un nuovo tratto di tubazione dorsale, realizzata con tubo in polietilene PE 100 ad elevata prestazione del diametro esterno di 90 mm.

La rete è dotata di tutti i necessari pozzetti (di linea, di diramazione e di derivazione), di tutte le apparecchiature idrauliche (sfiati e scarichi) necessari per un corretto funzionamento della rete e per la sua gestione e di stacchi flangiati ciechi per i collettori dei lotti successivi. Alle estremità di ciascun tronco sono previste saracinesche per il sezionamento in caso di guasti e/o rotture.

Le caratteristiche, dimensioni e disposizione dell'impianto progettato sono indicate negli elaborati e schemi grafici allegati.

Gli elementi principali previsti sono:

- Apparecchio di misura e accessori a monte dell'impianto, in apposito pozzetto segnalato.
- Tubo in polietilene PE 100 ad elevata prestazione, con valori minimi di MRS (Minimum Required Strength) di 10 Mpa destinato alla distribuzione dell'acqua prodotti in conformità alla UNI EN 12201 e a quanto previsto dal D.M. n. 174 del 06/04/2004. Tubazione del diametro esterno 90 mm spessore 8,2 mm.
- Saracinesca con corpo piatto in ghisa sferoidale, secondo ISO 5752 - EN 558. DN80.
- Saracinesca con corpo piatto in ghisa sferoidale, secondo ISO 5752 - EN 558. DN40.
- Pozzetti di raccordo, per ospitare dispositivi idraulici e accessori, in elementi prefabbricati in cemento vibrato di idonee caratteristiche meccaniche e coperchi in ghisa sferoidale per traffico carrabile.
- Tutti gli apprestamenti e le forniture in opera necessarie per l'allacciamento secondo la norma e la regola dell'arte delle colonnine di erogazione previste a servizio delle imbarcazioni all'ormeggio, dell'utenza e del servizio portuale.

#### 2.2.7.4 Impianto di drenaggio delle acque superficiali e di prima pioggia

Si prevede a carico dell'Appaltatore una attenta verifica ed un controllo degli impianti a monte, connessi e collegati, anche ai fini della corretta e razionale derivazione da realizzare.

L'impianto di distribuzione è stato concepito in ossequio a tutta la normativa vigente. Tutte le componenti, parti e dispositivi a qualsiasi titolo impiegati devono rispondere alle norme vigenti ed essere dimensionati e adatti al tipo di esposizione ambientale ed alle condizioni d'utilizzo.

Le caratteristiche, dimensioni e disposizione dell'impianto progettato sono indicate negli elaborati e schemi grafici allegati.

Tutte le acque meteoriche saranno intercettate da apposite caditoie lineari, protette da griglia carrabile in ghisa sferoidale e convogliate ad una vasca di raccolta di prima pioggia. Quindi tramite un impianto di sollevamento saranno recapitate alla rete di fognatura dinamica portuale.

Le immissioni delle acque reflue alla fognatura dinamica, anche a mezzo di stazioni di sollevamento, avverranno tramite sifone ispezionabile e saranno trattate con disoleatore statico.

#### 2.2.7.5 Impianto antincendio

Il progetto prevede l'installazione di una colonnina antincendio a completamento dell'impianto già realizzato nel precedente banchinamento, a cui sarà collegata.

Si tratta di un box di alloggio e protezione, con portello anteriore a sgancio rapido che consente, in caso di incendio, di aprire lo sportello e utilizzare la lancia. La struttura

esterna in polietilene di colore rosso deve garantire una elevata resistenza agli urti, alla radiazione solare, agli agenti chimici e alla salsedine.  
 All'interno della colonnina sarà installato un idrante UNI 45.

### 2.2.7.6 Impianto di segnalamento marittimo

Si prevede l'installazione di un fanale di segnalamento verde alla nuova testata del molo in sostituzione di quello oggi esistente, in conformità con le disposizioni dell'Autorità Marittima o Portuale e con le norme specifiche nazionali ed internazionali (norme IALA). Secondo quanto prescritto dal Comando Zona Fari della Sicilia il segnalamento dovrà avere le seguenti caratteristiche (prescrizione di cui al fg. TC/4776 del 12.09.2008):

- fanale a lampi verdi tipo LBEA 155, installato su palo verde munito di scala guardacorpo;
- altezza del palo sul piano di calpestio: mt. 5;
- caratteristica luminosa: luce 1 sec. + eclissi 2 sec. = periodo 3 sec.;
- portata nominale: mg. 5.

Come supporto del segnalamento si è scelta una torre in vetroresina tipo Floatex TPB 5.

### 2.2.8 Durabilità delle opere e loro manutenzione

È nota la rilevanza della durabilità delle opere, e quindi delle esigenze manutentive per garantire nel tempo il rispetto dei livelli prestazionali stabiliti, sul costo ambientale totale del progetto.

La durata dell'opera viene intesa, secondo i principi riportati al paragrafo 2.4 del D.M. del 17 gennaio 2018 (NTC2018), come la "vita nominale di progetto" e cioè il periodo di tempo per cui l'opera, purché ispezionata e mantenuta come previsto in progetto, manterrà i livelli prestazionali e svolgerà le funzioni per i quali è stata progettata.

È evidente che la vita utile di progetto è strettamente legata alla tipologia di costruzione da realizzare. Le norme specificano i valori minimi della Vita Nominale come riportato nella tabella successiva.

**Tab. 2.4.I – Valori minimi della Vita nominale  $V_N$  di progetto per i diversi tipi di costruzioni**

TIPI DI COSTRUZIONI		Valori minimi di $V_N$ (anni)
1	Costruzioni temporanee e provvisorie	10
2	Costruzioni con livelli di prestazioni ordinari	50
3	Costruzioni con livelli di prestazioni elevati	100

$V_N$ , è dunque il parametro convenzionale correlato alla durata dell'opera alla quale viene fatto riferimento in sede progettuale per le verifiche dei fenomeni dipendenti dal tempo, (ad esempio: fatica, durabilità, ecc.), rispettivamente attraverso la scelta ed il dimensionamento dei particolari costruttivi, dei materiali e delle eventuali applicazioni di misure protettive per garantire il mantenimento dei livelli di affidabilità, funzionalità e durabilità richiesti.

Per l'opera di cui al presente progetto è da ritenere congrua una Vita Nominale di progetto  $V_N$  pari a 100 anni.

Le NTC definiscono inoltre quattro classi d'uso che concorrono con  $V_N$  alla determinazione del periodo di riferimento  $V_R$  in relazione al quale vengono valutate, per esempio, le azioni sismiche.

**Tab. 2.4.II – Valori del coefficiente d'uso  $C_U$**

CLASSE D'USO	I	II	III	IV
COEFFICIENTE $C_U$	0,7	1,0	1,5	2,0

*Classe I:* Costruzioni con presenza solo occasionale di persone, edifici agricoli.

*Classe II:* Costruzioni il cui uso preveda normali affollamenti, senza contenuti pericolosi per l'ambiente e senza funzioni pubbliche e sociali essenziali. Industrie con attività non pericolose per l'ambiente. Ponti, opere infrastrutturali, reti viarie non ricadenti in Classe d'uso III o in Classe d'uso IV, reti ferroviarie la cui interruzione non provochi situazioni di emergenza. Dighe il cui collasso non provochi conseguenze rilevanti.

*Classe III:* Costruzioni il cui uso preveda affollamenti significativi. Industrie con attività pericolose per l'ambiente. Reti viarie extraurbane non ricadenti in Classe d'uso IV. Ponti e reti ferroviarie la cui interruzione provochi situazioni di emergenza. Dighe rilevanti per le conseguenze di un loro eventuale collasso.

*Classe IV:* Costruzioni con funzioni pubbliche o strategiche importanti, anche con riferimento alla gestione della protezione civile in caso di calamità. Industrie con attività particolarmente pericolose per l'ambiente. Reti viarie di tipo A o B, di cui al DM 5/11/2001, n. 6792, "Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle strade", e di tipo C quando appartenenti ad itinerari di collegamento tra capoluoghi di provincia non altresì serviti da strade di tipo A o B. Ponti e reti ferroviarie di importanza critica per il mantenimento delle vie di comunicazione, particolarmente dopo un evento sismico. Dighe connesse al funzionamento di acquedotti e a impianti di produzione di energia elettrica.

*Figura 2-9: Classi d'uso delle costruzioni, come definite al punto 2.4.1 delle NTC2018*

L'attuale tendenza dei processi di progettazione tiene in conto in modo determinante l'approccio strutturato in base ai rischi e agli impatti ambientali applicando tecniche su base stocastica (*risk analysis* e *life-cycle analysis*).

In particolare l'analisi di rischio per ogni specifica costruzione consente di scegliere i tempi di ritorno da utilizzare per gli eventi meteorologici da cui derivare le forzanti a cui le opere sono soggette e devono resistere secondo il livello di danno scelto.

Valutazioni di questo tipo sono state fatte ai fini dell'individuazione del tempo di ritorno dell'onda di calcolo per le opere marittime in progetto (cfr. elaborato B.06).

Per quanto riguarda i materiali da impiegare, al fine di garantire l'idoneità e la durabilità delle strutture per l'intero periodo di vita di progetto, si evidenzia che essi dovranno possedere caratteristiche meccaniche ben precise, idonee agli standards previsti dalla normativa vigente riguardo all'esposizione all'ambiente marino.

Tra gli agenti marini più pericolosi si enumerano:

- l'erosione dovuta all'azione delle onde e delle maree,
- il rigonfiamento legato alla cristallizzazione dei sali,
- l'attacco chimico portato dai sali disciolti nell'acqua di mare,
- l'alternanza dell'immersione,
- l'azione del vento.

Inoltre, non è superfluo osservare che la durabilità della struttura, oltre che dalla qualità dei materiali, è garantita dalle modalità di realizzazione delle fasi di lavorazione, messa in opera della struttura e manutenzione dell'opera stessa. Per quest'ultimo aspetto si rimanda agli appositi elaborati di progetto:

- E.01 Manuale d'uso

- E.02 Manuale di manutenzione
- E.03 Programma di manutenzione.

## 2.2.9 Sostenibilità ambientale

Gli aspetti ambientali sono fondamentali per la concezione e per la vita stessa di una infrastruttura per la nautica da diporto, quale quella in cui si opera. L'opera insiste in una struttura portuale già esistente che conserva importanti valenze ambientali e paesaggistiche.

Il concetto guida della progettazione è stato quello di contribuire a creare un luogo accogliente ed ospitale, per tutti gli avventori, siano essi diportisti e non.

Ciò avverrà se verrà rispettata l'armonia paesaggistica con un'opera ben inserita nel contesto, progettata con una cura architettonica speciale.

Inoltre deve essere garantito l'uso di tutti gli accorgimenti e strumenti di salvaguardia ambientale che assicurino l'assoluto mantenimento della qualità delle acque e dei fondali. Una attenzione particolare viene rivolta alla sostenibilità complessiva del progetto ai fini dell'uso delle risorse naturali:

- verranno adottati tutti i sistemi necessari di protezione ambientale sia in fase costruttiva che in quella gestionale;
- i movimenti di terra saranno ridotti al minimo necessario e, ove possibile compensati in loco;
- le opere foranee sono progettate per il minimo impatto paesaggistico, con l'uso di massi ecocompatibili e cassoni cellulari, le cui superfici visibili saranno compatibili col paesaggio;
- per la costruzione del nucleo dell'opera a gettata verrà riutilizzato il materiale proveniente dal salpamento del Molo Sud riducendo sensibilmente l'approvvigionamento da cave di prestito;
- verranno installati sistemi di illuminamento a basso consumo energetico (led) ed antinquinamento luminoso;
- i materiali per l'edilizia, rivestimenti, componenti, semilavorati, etc. saranno scelti con alto grado di eco-compatibilità e, ove esistenti, rispettando i CAM.

La realizzazione del progetto darà un ulteriore impulso al miglioramento della qualità dell'ambiente e ciò grazie all'applicazione di tutti i dispositivi normativi vigenti, a cominciare da quelli che prevedono le procedure di valutazione ambientale.



### 3 Fattibilità dell'intervento

Il progetto è corredato degli studi specialistici per le verifiche di fattibilità, per le ottimizzazioni e i dimensionamenti nonché per l'analisi dei principali effetti delle opere progettate sull'ambiente.

In particolare sono stati redatti i seguenti studi:

- Studio idraulico marittimo
- Studio dell'agitazione residua e dell'agibilità portuale
- Studio della dinamica delle costa
- Studio di Inserimento Paesaggistico
- Studio Sismico
- Studio Geotecnico
- Studio sulla Stabilità delle Strutture
- Studio Geologico (a cura del dott. Nania)
- Rilievi topografici, batimetrici e biocenotici (a cura di Arena Sub Srl).

Lo Studio Preliminare Ambientale (Cfr. SPA) e lo Studio dell'Inserimento Paesaggistico (Cfr. B.04) dell'intervento, ai quali si rimanda, evidenziano:

- la sostanziale alta coerenza dell'intervento proposto con le pianificazioni territoriali e di settore, sancita in sintesi dalla coerenza dell'intervento col Piano Regolatore del Porto vigente;
- la conformità del progetto alle linee guida del "Piano Strategico di Sviluppo della Portualità Turistica in Sicilia", emanato con DA n. 69 del 26/05/2006;
- la fattibilità dell'intervento in merito alla vincolistica attualmente vigente.

Di seguito sono riportate le conclusioni degli studi più significativi.

#### 3.1 Rilievi topografici, batimetrici e biocenotici

Nel 2021 l'AdSP MdSOcc ha incaricato Arena Sub srl di eseguire i rilievi specialistici funzionali alle opere.



Figura 3-1: Modello 3D del rilievo del costruito interessato con APR del 2021 (nuvola di punti)

COMMITTENTE



Autorità di Sistema Portuale  
del Mare di Sicilia Occidentale

PROGETTAZIONE



Sono quindi stati eseguiti:

- Rilievi morfo-batimetrici.
- Rilievi aerofotogrammetrici e topografici del costruito interessato dalle opere.
- Rilievi della bionomia bentonica.

Si allega al presente progetto tutto il corpo documentale dei rilievi specialistici condotti, rimandando ad essi per gli approfondimenti, dei quali qui si riportano le conclusioni principali.

### 3.1.1 Morfologia delle zone emerse e immerse

I rilievi morfologici sono stati condotti a copertura totale, ad alta risoluzione, con l'ausilio di sistemi tecnologicamente adeguati.

Per i rilievi dei fondali e delle opere sommerse si è utilizzata la tecnica sonar multibeam, con tutte le correzioni del caso, per ottenere un DTM affidabile esteso anche ai fondali sottocosta che possano contribuire alla formazione dello stato ondamentico incidente sulle opere e sul bacino portuale (per ondate riflesse, p.es.) ovvero perché interessati da fenomeni traspede-deposizionali dei fondi mobili (litorale di Vergine Maria).

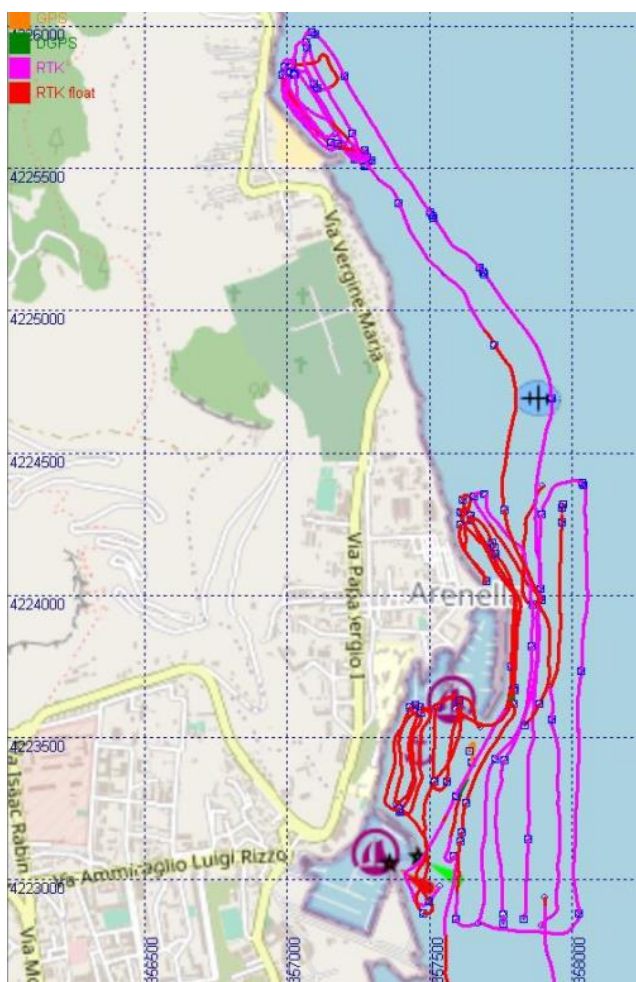


Figura 3-2: Traccia delle rotte navigate con il Multibeam

Il rilievo aerofotogrammetrico è stato eseguito con l'uso di un Aeromobile e Pilotaggio Remoto (APR o UAV = Unmanned Autonomous Vehicle) sistemi meglio conosciuti come droni. L'approccio per la realizzazione dei rilievi fotogrammetrici da UAV ricalca fedelmente i principi metodologici della fotogrammetria digitale tradizionale da aereo che permettono di estrarre la morfologia del terreno partendo dalle triangolazioni di coppie di immagini digitali sovrapposte.



Figura 3-3: Rilievo aerofotogrammetrico con APR

L'elaborazione delle nuvole di punti rilevati con le tecnologie suddette, hanno consentito la costruzione di DTM affidabili e con ottima risoluzione, che hanno costituito la base conoscitiva morfologica e tipologica dell'ambiente di localizzazione del progetto.



È stata costruita l'ortofoto e le cartografie topografiche e batimetriche di rito, a cui si rimanda.

### 3.1.2 Biocenosi

Stante le caratteristiche dell'intervento la biodiversità interessante e a cui ci si riferisce è quella relativa alla bionomia bentonica.

Un rilievo generale è stato condotto dal Centro Interdipartimentale per lo Studio dell'Ecologia degli Ambienti Costieri (C.I.S.A.C.) di UniPa già nel 2009.

Dalla linea di riva fino circa all'isobata dei -7 m sono stati rinvenuti esclusivamente popolamenti ascrivibili alla categoria delle comunità fotofile di substrato duro. In particolare, i fondali sono colonizzati da popolamenti a vitalità ridotta e le specie più comuni sono *Asparagopsis armata* e *Dictiopteris membranacea*.

Il limite superiore della prateria di *Posidonia oceanica*, rappresentata da un mosaico costituito da patch di piante vive circondate da matte morte, si rileva nella parte est del rilievo tra le isobate dei - 9 m e - 11 m.

Tra le comunità fotofile di substrato duro ed il mosaico di *P. oceanica* viva e morta si rinviene un fondale di natura sabbiosa caratterizzato dalla biocenosi di sabbie fini ben calibrate (SFBC).

Nell'ambito della campagna di rilievi specialistici affidata nel 2021 dall'AdSP-MdSOcc all'Arena Sub srl, sono state compiute specifiche indagini e rilievi e studi sulla bionomia bentonica, interessata principalmente dalla tipologia delle opere in progetto.

I risultati sono riportati nelle relazioni specialistiche e nelle tavole allegate al presente SPA.

I fondali sono stati caratterizzati secondo la loro copertura ed il risultato è sintetizzato nell'apposita tavola "T.5 - Carta dei tipi di fondo (color coded seabed features)" riportata in Figura 3-4

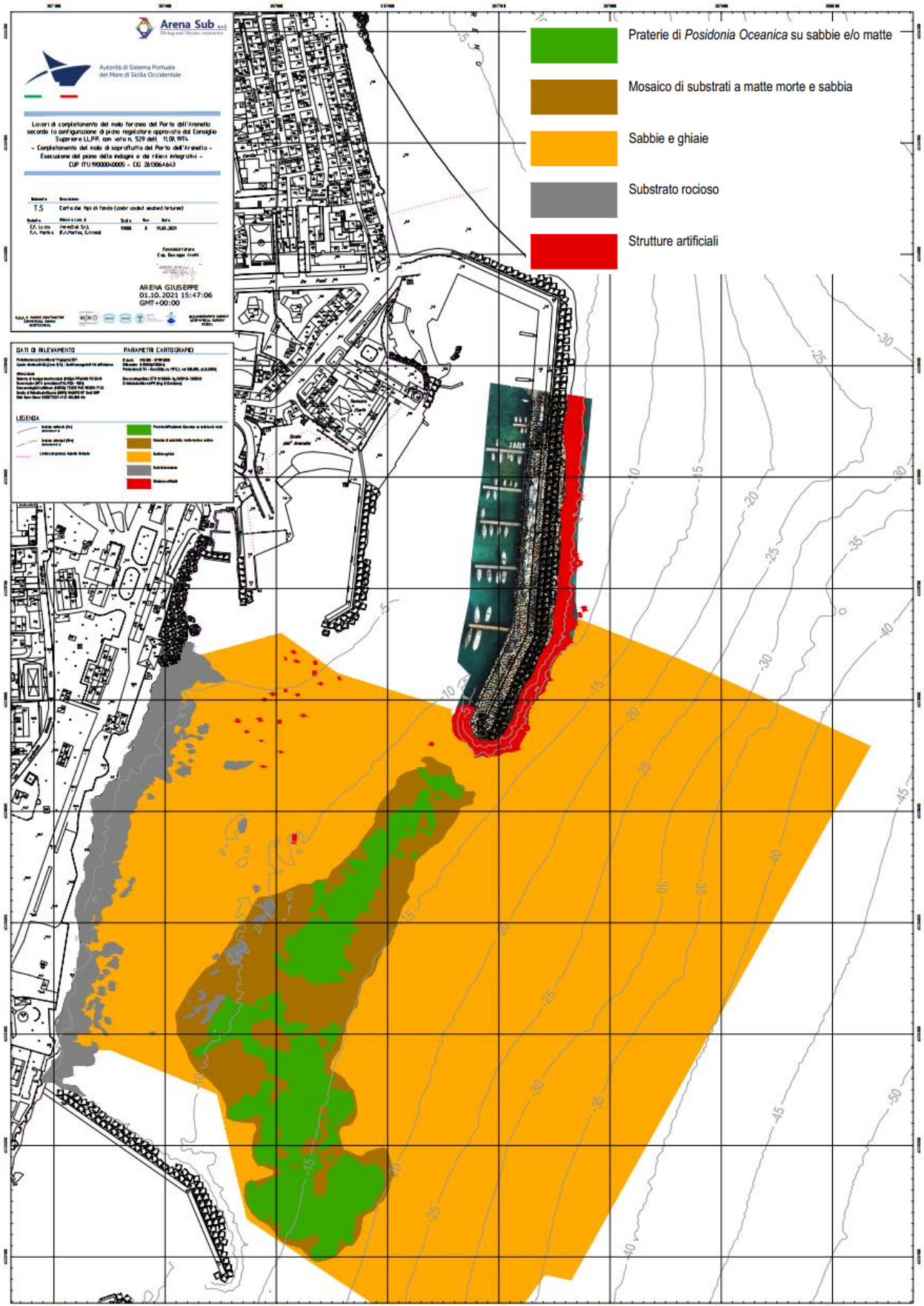


Figura 3-4: Tav. T.5 "Carta dei tipi di fondo"

RELAZIONE GENERALE

COMMITTENTE



Autorità di Sistema Portuale del Mare di Sicilia Occidentale

PROGETTAZIONE



### 3.1.2.1 Comunità biologiche dei fondi mobili

I campionamenti per il prelievo degli organismi del macrozoobenthos sono stati eseguiti, come da “Scheda metodologica per il campionamento e l’analisi del macrozoobenthos di fondi molli” (ISPRA).

Il D.M. 260/2010 prevede che la caratterizzazione dello stato di salute delle aree marine sia effettuata tramite la valutazione di Elementi di Qualità Biologica (EQB), quali i “Macroinvertebrati bentonici”. In particolare, gli aspetti da considerare relativamente al macrozoobenthos consistono nel livello di biodiversità e di abbondanza degli invertebrati, nonché nella proporzione tra organismi appartenenti a specie con sensibilità differente ai livelli di



Figura 3-5: Stazioni di campionamento per le analisi del Macrozoobenthos

TAXA	STAZIONI	
	AR1	AR2
<b>CRUSTACEA AMPHIPODA</b>		
<i>Centraloecetes dellavallei</i>	1	2
<i>Megaluropus massiliensis</i>	2	
<b>CRUSTACEA DECAPODA</b>		
<i>Diogenes pugilator</i>	2	
<b>CRUSTACEA TANAIDACEA</b>		
<i>Apseudopsis latreilli</i>	5	
<b>MOLLUSCA BIVALVIA</b>		
<i>Donax semistriatus</i> (juv)	4	7
<i>Dosinia lupinus</i>		2
<i>Fabulina fabula</i>	4	
<i>Gouldia minima</i>		3
<i>Kelliella miliaris</i>		4
<i>Loripes lucinalis</i>	1	
<i>Lucinella divaricata</i>	104	96
<i>Moerella donacina</i>	7	3
<i>Papillicardium minimum</i>	3	8
<i>Parvicardium scabrum</i>	4	6
<b>MOLLUSCA GASTROPODA</b>		
<i>Caecum trachea</i>	9	13
<b>ANNELLIDA POLYCHAETA</b>		
<i>Aonides paucibranchiata</i>	3	4
<i>Chone durneri</i>	2	5
<i>Goniadella galaica</i>	4	
<i>Mediomastus fragilis</i>		2
<i>Protodorvillea kefersteini</i>		4
<b>SIPUNCULA ASPIDOSIPHONIDA</b>		
<i>Aspidosiphon (Aspidosiphon) muelleri muelleri</i>	8	17

Tabella 3-1: Lista specie/abbondanza degli esemplari macrozoobentonici riscontrati nelle due stazioni di campionamento

disturbo di varia tipologia. Nell’ambito della presente indagine, l’EQB “Macroinvertebrati bentonici” è stato valutato applicando l’indice M-AMBI alle liste specie/abbondanza elaborate per ogni campione di macrozoobenthos prelevato. Il M-AMBI è un indice multivariato che prende in considerazione l’indice AMBI (AZTI Marine Biotic Index), la ricchezza specifica totale (S, Richness) – corrispondente al numero totale delle specie catturate - e l’indice di diversità specifica (H’, Diversity) (Shannon e Weaver, 1949) - basato sull’abbondanza proporzionale delle specie riscontrate, essendo dunque un indice che tiene conto, sia del numero di specie presenti sia del modo in cui gli individui sono distribuiti fra le diverse specie.

In estrema sintesi, rimandando alla relazione specialistica allegata, nella Tabella 3-1 si riporta la lista specie/abbondanza degli esemplari macrozoobentonici riscontrati nelle due stazioni di campionamento.

Nella Tabella 3-2 si riportano i risultati dell'elaborazione statistica dei dati effettuata con il supporto del software "AMBI: AZTI Marine Biotic Index" (6.0)". Nella tabella viene espresso: il valore degli indici AMBI (con relativa classificazione del "disturbo" che insiste sull'ambiente naturale) e M-AMBI (con relativo "Rapporto di Qualità Ecologica, RQE"); i valori di due indici che rappresentano importanti parametri strutturali della comunità, ovvero la ricchezza specifica totale (S, Richness) e l'indice di diversità di Shannon-Weaver (H', Diversity); infine è riportata, nel dettaglio, l'importanza percentuale di ognuno dei 5 gruppi ecologici precedentemente descritti, determinata dall'abbondanza relativa degli esemplari macrozoobentonici appartenenti a taxa "assegnati" ad uno di tali gruppi ecologici, così come indicato nel database di taxa del macrozoobenthos di fondi mobili del Mediterraneo. Tale database, presente anch'esso sul sito web [www.azti.es](http://www.azti.es), può essere impiegato insieme al software sopra citato, e viene aggiornato nel tempo, sulla base di nuove informazioni di carattere ecologico relative alle specie macrozoobentoniche, dedotte da studi, ricerche etc. L'ultima versione del database, qui adottata, è di dicembre 2020.

STAZIONI	% GRUPPI ECOLOGICI (*)						INDICI DI DIVERSITA'		Indice Biotico	AMBI		M-AMBI	
	I	II	III	IV	V	N.A.	S <sub>r</sub> Richness	H' Diversity	BI	Valore	Classificazione del Disturbo	Valore	Stato (RQE)
AR1	90,2	4,9	4,9	0,0	0,0	0,0	16	2,27	1	0,221	Undisturbed	0,96	High
AR2	91,5	5,1	3,4	0,0	0,0	0,0	15	2,57	0	0,179	Undisturbed	0,98	High

Tabella 3-2: Risultati relativi all'applicazione del software "AMBI: AZTI MARINE BIOTIC INDEX"

### 3.1.2.2 Caratterizzazione dei fondali e delle principali biocenosi presenti

Le indagini finalizzate alla definizione della composizione dei fondali interessati dall'opera in progetto ed alla caratterizzazione delle principali biocenosi presenti, sono state effettuate mediante sistema Side Scan Sonar ad alta risoluzione, integrate e validate mediante osservazioni dirette effettuate da operatore subacqueo in immersione. Le indagini hanno interessato una superficie complessiva di 13.6 Ha in prossimità della testata dell'esistente molo su cui si colloca l'impronta dell'opera in progetto.

I fondali investigati risultano essere prevalentemente costituiti da sedimenti sciolti (sabbie e ghiaie), su cui insistono molteplici strutture artificiali, imputabili essenzialmente alle attività di ormeggio e stazionamento nautico che ad oggi caratterizzano l'area portuale, nonché alla presenza di rifiuti presenti sui fondali.

Nella porzione centrale dell'area investigata a prosecuzione dell'attuale braccio, è presente sui fondali una prateria di P. oceanica con distribuzioni a Patch che si impianta essenzialmente su un substrato costituito da una alternanza di mattoni morti e sedimenti sciolti. La cospicua presenza di mattoni morti, indica come nell'area vi sia un certo grado di pressione antropica che evidenzia i propri effetti sulla prateria stessa, determinandone nel tempo una evidente regressione.

In particolare si è voluto ulteriormente investigare sullo stato della Posidonia o. che verrà interessata dalle opere per c.ca 1300 m<sup>2</sup>, per la quale gli studi condotti nel 2021 hanno riscontrato come lo stato dell'idrodinamismo locale e della pressione antropica ne stia determinando nel tempo una evidente regressione e un generale cattivo stato di salute.



Figura 3-6: Popolamenti bentonici su elementi prefabbricati di mantellate

L'opera non influirà sulla qualità delle acque, mentre è prevedibile, come confermato da molteplici studi, a fronte della riduzione della copertura bentonica del fondale di fondazione, avrà un impatto positivo sulla biodiversità stante il fatto che tali scogliere consentono il popolamento di diverse specie vegetali e animali marine.

### 3.2 Archeologia subacquea

Nel 2021 l'AdSP MdSOcc ha fatto preparare dall'Arena Sub, a firma del Dott. Archeologo Federico Fazio (Iscrizione MiBACT n. 1871) una apposita relazione archeologica preventiva a seguito dei rilievi realizzati in seno alla redazione della progettazione esecutiva per i "Lavori di completamento del molo foraneo del Porto dell'Arenella a Palermo. La relazione e gli elaborati di supporto sono allegati progetto.

I rilievi eseguiti hanno incluso una indagine eseguita con Side Scan Sonar.

Delle indagini svolte si è rilevato che nessuna delle anomalie riscontrate è attribuibile all'eventuale presenza di qualsivoglia tipologia di beni archeologici.

La valutazione del potenziale/rischio archeologico è stata eseguita secondo la prassi della disciplina, come oggi normata, ed è stata realizzata una specifica carta del potenziale archeologico (secondo la circolare MIBACT 01/2016, all.3) con le conclusioni dello studio.

Lo Studio specialistico, rimandando ad esso per gli approfondimenti, così conclude:

L'analisi complessiva dei dati raccolti ha permesso di definire un quadro chiaro circa l'impatto che il Progetto può avere sul patrimonio archeologico.

Si ribadisce inoltre che allo stato attuale, la documentazione disponibile è definita sulla base dell'attuale stato di fatto delle conoscenze legislative e storico bibliografiche dell'area in oggetto, ovvero l'area limitrofa al porto dell'Acquasanta a Palermo e l'area portuale del suddetto porto come indicato dalle coordinate geografiche proposte alla tabella 1 pag. 1 del presente studio.

Di conseguenza poiché la documentazione prodotta è sufficiente per accertare la insussistenza dell'interesse archeologico, si dichiara la procedura conclusa con esito Positivo della verifica<sup>1</sup>, salve le misure di tutela da adottare ai sensi del Codice dei Beni Culturali e del Paesaggio, relativamente a singoli ritrovamenti non prevedibili e al loro contesto.

Si ricorda infine che il presente documento va sottoposto all'attenzione della Soprintendenza dei BB.CC.AA. competente per il territorio, che nel caso in questione è la Soprintendenza del Mare della Regione Siciliana, per i commenti e le eventuali prescrizioni aggiuntive."

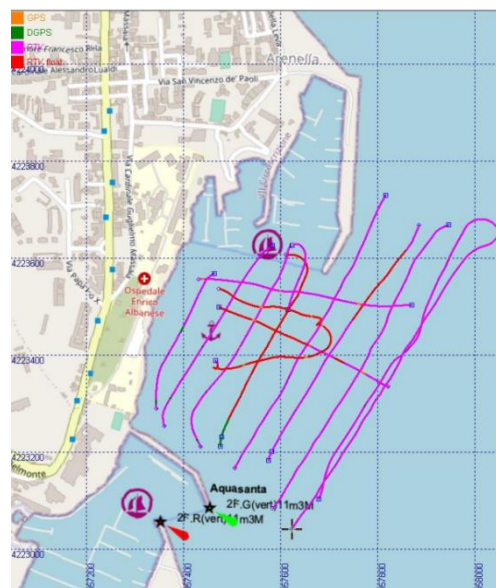
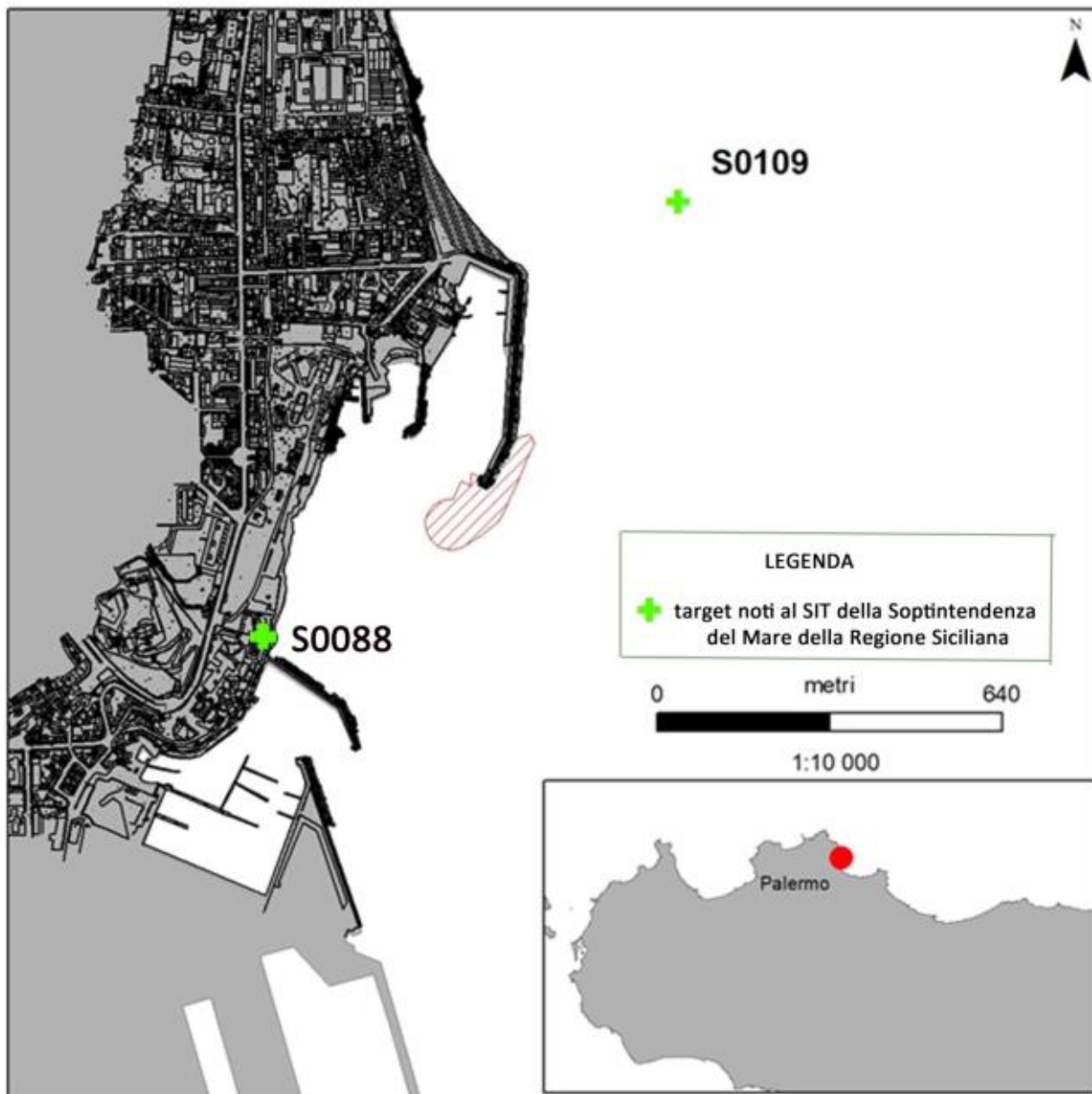


Figura 3-7: Rotte eseguite per il rilievo morfo-acustico con Side Scan Sonar

<sup>1</sup> Circolare MIBACT 01/2016 all.3, pag.7

CARTA DEL POTENZIALE ARCHEOLOGICO - AREA PORTUALE DELL' ARENELLA (PA) - RELATIVA AI "LAVORI DI COMPLETAMENTO DEL MOLO FORANEO DEL PORTO DELL'ARENELLA (PA)" CIG: Z3C2563C89. CIRC.. MIBACT 01/2016 ALL.3



Scala di valori numerica valore:3; Grado di potenziale archeologico del sito: Basso; ; Impatto accertabile: Basso; Scala cromatica

esito della valutazione, Positivo.

Figura 3-8: Carta del Potenziale Archeologico, con indicati i target noti al S.I.T della Soprintendenza del Mare

### 3.3 Clima e aspetti marittimistici

La situazione generale meteo-climatica viene rappresentata negli appositi elaborati ed è quella tipica temperata dei siti costieri mediterranei.

Sotto il profilo marittimistico il sito portuale è esposto ad un paraggio aperto nel primo quadrante.

La scelta delle basi dati ondometriche da elaborare è stata effettuata ampliandola alla serie storica completa dei dati ondometrici della boa RON di Capo Gallo, per il periodo che è stata in funzione, nonché con l'acquisizione di una serie storica quarantennale di hindcasting in un punto significativo della griglia realizzata dal DICCA dell'Università di Genova nell'ambito del progetto MeteOcean.

Si rimanda per tutti i dettagli, gli approfondimenti e le elaborazioni alle relazioni tematiche allegate al progetto.

### 3.4 Cambiamento climatico

La vita utile del progetto è stata considerata pari a 100 anni. Inoltre, a seguito della Risk Analysis prevista, il Tempo di Ritorno preso a base per la determinazione degli eventi meteorologici significativi ai fini del calcolo idraulico delle strutture è stato valutato 100 anni.

Il lasso temporale prescelto come vita utile di progetto è compatibile con considerazioni connesse al cambiamento climatico e con l'effetto maggiormente influente per il progetto in questione, ovvero l'innalzamento del livello del mare.

La determinazione di livelli idrici di progetto, fondamentali per le verifiche di stabilità idraulica delle strutture e delle stesse quote operative che garantiscano la perdurante operatività, è stato eseguito tenendo in conto anche degli effetti del cambiamento climatico, con particolare riferimento all'innalzamento del livello idrico, stimato secondo lo scenario medio e in aderenza agli studi scientifici più aggiornati sulla materia (cfr. relazione B.01).

### 3.5 Aspetti geologici

Lo studio geologico redatto dal Dott. Paolo Nania ha consentito di definire il modello sismostratigrafico dell'area antistante alla foranea dell'Arenella.

Il modello individuato tramite l'analisi dei carotaggi effettuati a mare e delle indagini sismiche eseguite nelle aree antistanti alle opere da realizzare, può essere semplificato a tre Unità Litotecniche:

- La più superficiale: costituita dalle sabbie e sabbie di deriva e di accumulo litorali, sciolte, di spessore variabile da 3,0 a 4,50 m circa;
- Formazione geotecnica di riferimento: calcareniti variamente cementate alternate a livelli sabbiosi parzialmente cementati, riconducibili alle Unità Pleistoceniche e di spessore variabile lateralmente ma mediamente circa 20-25m, mediamente rigide;
- Bedrock sismico: costituito dai calcari massivi di piattaforma, molto rigidi.

#### 3.5.1 Note geomorfologiche

Il sito in esame ricade nel Bacino idrografico del Fiume Oreto (039) approvato con D.P.R.S. n. 91 del 27/03/2007 e pubblicato in G.U.R.S. n° n.26 del 08/06/2007.

Come evidenziato nelle cartografie P.A.I., il sito in progetto non rientra in aree classificate a rischio di dissesto idrogeologico elevato (R3) o molto elevato (R4) sia esso da frana che da inondazione.

In considerazione delle osservazioni fatte sulla stabilità globale della zona, si ritiene che non ci vi siano elementi oggettivi che possano, nelle condizioni attuali, in una chiave di lettura puramente litostratigrafica, pregiudicare la stabilità del molo foraneo del porto dell'Arenella.

### 3.6 Aspetti geotecnici

I principali parametri geotecnici sono stati desunti dalla elaborazione delle prove penetrometriche eseguite in foro nel corso dei carotaggi e dalla analisi e prove di laboratorio, la cui analisi e la scelta dei parametri geotecnici caratteristici viene demandata alle verifiche strutturali ingegneristiche.

Tutti i dati acquisiti sono riportati nella seguente tabella (elaborazione delle prove penetrometriche Spt ed analisi e prove di laboratorio).

QUADRO RIEPILOGATIVO DELLE CARATTERISTICHE FISICHE E MECCANICHE DELLE TERRE

Sondaggio	S1	S1	S2	S2														
Campione	C1	C3	C2	C4														
Profondità	17,80	23,00	24,00	34,00														
Altezza (cm)	32,0	24,0	29,0	18,0														
Contenuto d'acqua W (%)	48,00	25,48	17,04	12,73														
Peso di volume $\gamma$ (kN/m <sup>3</sup> )	16,90	17,72	19,62	21,37														
Peso di volume secco $\gamma_d$ (kN/m <sup>3</sup> )	11,42	14,12	16,76	18,95														
Peso specifico $G_s$ (kN/m <sup>3</sup> )	26,35	26,59	26,64	26,66														
Porosità n (%)	55,67	46,88	37,10	28,91														
Indice dei vuoti	1,31	0,88	0,59	0,41														
Saturazione (%)	38,50	78,26	78,50	85,06														
Permeabilità (cm/s)																		
Limite liquido (%)																		
Limite plastico (%)																		
Limite di ritiro (%)																		
Ghiaia (%)	8,95	21,26	2,26	2,90														
Sabbia (%)	75,89	71,73	60,12	55,66														
Limo (%)	12,35	5,40	28,51	28,68														
Argilla (%)	2,80	1,51	9,11	12,76														
Carbonati (%)																		
Sostanza Organica (%)																		
Classificazione HRB																		
Taglio diretto $c'$ (kN/m <sup>2</sup> )	1,19	5,21	2,12	2,54														
$\phi'$ (°)	40,25	41,40	38,24	36,15														
Taglio residuo $c'_R$ (kN/m <sup>2</sup> )																		
$\phi'_R$ (°)																		
ELL $c_u$ (kN/m <sup>2</sup> )																		
Tx UU $c_u$ (kN/m <sup>2</sup> )																		
Tx CIU $c'$ (kN/m <sup>2</sup> )																		
$\phi'$ (°)																		
Tx CID $c$ (kN/m <sup>2</sup> )																		
$\phi$ (°)																		
Indice di portanza CBR (%)																		

Il calcolo del  $V_{s, \text{equivalente}}$  è stato calcolato a partire dalla base della banchina in cls; le velocità medie dei materiali consentono di definire una categoria media del suolo di fondazione, in termini di  $V_s$  Equivalente, di tipo "B": *Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 360 m/s e 800 m/s.*

Il substrato roccioso (bedrock sismico) è stato individuato a profondità inferiori a 30 m dal fondale.

I contrasti di impedenza al bedrock sono evidenti al contatto tra i depositi di panchina quaternari ed i calcari massivi di Piattaforma carbonatica.

Il modello sismostratigrafico trova perfettamente riscontro con le stratigrafie desunte dai carotaggi.

RELAZIONE GENERALE





### 3.7 Aspetti sismici e delle strutture

Le verifiche sviluppate nell'ambito del progetto sono state condotte considerando le opere con classe d'uso II a cui corrisponde un coefficiente  $C_U = 1$ , in accordo con quanto indicato nel D.M.17/01/18. La vita nominale è stata assunta pari a 100 anni in considerazione delle caratteristiche dell'opera infrastrutturale.

La vita di riferimento dell'opera è pertanto pari a:

$$V_R = V_N \times C_U = 100 \times 1 = 100 \text{ anni.}$$

L'utilizzo dei parametri sopra indicati ha portato, per il sito in oggetto (lat. 38,1487°, long. 13,3758°) ai seguenti valori di  $a_g$ .

STATO LIMITE	$T_R$ [anni]	$a_g$ [g]	$F_o$ [-]	$T_c^*$ [s]
SLO	60	0,063	2,341	0,256
SLD	101	0,083	2,333	0,267
SLV	949	0,209	2,413	0,305
SLC	1950	0,265	2,481	0,316

Determinato il coefficiente di amplificazione stratigrafica  $S_s$  e ponendo il coefficiente di amplificazione topografica  $S_T = 1,00$  si ottengono i valori di accelerazione di ancoraggio degli spettri ( $a_s$ ), per i diversi stati limite:

$$a_{max} = S_s \cdot S_T \cdot a_g$$

I valori ottenuti sono riportati nella seguente tabella.

	$S_s$	$C_c$	$S_t$	$K_h$	$K_v$	$a_{max}$ [m/s <sup>2</sup> ]	beta
SLO	1,20	1,44	1	0,015	0,008	0,736	0,2
SLD	1,20	1,43	1	0,020	0,010	0,973	0,2
SLV	1,20	1,39	1	0,070	0,035	2,462	0,28
SLC	1,14	1,39	1	0,085	0,042	2,965	0,28

Si rimanda alle apposite relazioni per i contenuti di dettaglio.

## 4 Interferenze con cantieri ed attività portuali

Nel porto dell'Arenella non sono in corso ne sono previsti altri interventi pertanto non è previsto alcun cumulo con altri progetti esistenti o approvati.

Va specificato che la protezione completa dello specchio acqueo secondo la configurazione prevista nel PRP avverrà con la costruzione del molo di sottoflutto, che sarà oggetto di intervento futuro.

Nel porto sono in essere alcune concessioni per attività da diporto nautico. Alcune banchine sono invece destinate alla marineria peschereccia.

Al fine di ridurre le interferenze con le attività portuali si prevede la realizzazione della diga a gettata operando prevalentemente via mare.



## 5 Fasi attuative e cronoprogramma

Per la realizzazione dell'opera sono previsti n° 540 giorni totali. Nella tabella successiva si riporta il numero di giorni per ciascuna macro lavorazione.

1	<b>GIORNI TOTALI</b>	<b>540 g</b>
2	<b>INCANTIERAMENTO</b>	<b>30 g</b>
3	Impianto del cantiere	30 g
4	<b>COMPLETAMENTO DEL MOLO DI SOPRAFLUTTO</b>	<b>280 g</b>
5	Salpamento o demolizione massi cubici	5 g
6	Salpamento nucleo del Molo Sud	120 g
7	Spostamento sedimenti per gli scanni	15 g
8	Scanno di imbasamento dei cassoni	60 g
9	Prefabbricazione cassoni e massi guardiani	90 g
10	Varo cassoni e riempimenti	60 g
11	Collocazione massi guardiani	30 g
12	Berma al piede dei cassoni	30 g
13	Scanno di imbasamento della scogliera	60 g
14	Nucleo	120 g
15	Strato filtro	60 g
16	Prefabbricazione massi esapodi	250 g
17	Mantellata in massi artificiali	120 g
18	Realizzazione massiccio	70 g
19	Muro paraonde	70 g
20	Sovrastrutture dei cassoni	40 g
21	<b>RIQUALIFICAZIONE MOLO ESISTENTE</b>	<b>230 g</b>
22	Salpamento o demolizione massi cubici	15 g
23	Scanno di imbasamento della scogliera	5 g
24	Nucleo	20 g
25	Strato filtro	30 g
26	Prefabbricazione massi esapodi	120 g
27	Mantellata in massi artificiali	90 g
28	Regolarizzazione quota massiccio	20 g
29	Muro paraonde	50 g
30	<b>IMPIANTI</b>	<b>100 g</b>
31	Impianto elettrico e illuminotecnico	30 g
32	Impianto idrico e di drenaggio	90 g
33	Spostamento fanale	15 g
34	<b>COMPLEMENTI E ARREDI DI BANCHINA</b>	<b>130 g</b>
35	Cunicolo servizi	40 g
36	Bitte	30 g
37	Parabordi	30 g
38	Altri arredi	30 g
39	<b>SCANTIERAMENTO</b>	<b>30 g</b>
40	Dismissione cantiere	30 g

Inoltre, per visionare la sequenza delle diverse fasi di lavorazioni e le relative sovrapposizioni, si consulti il cronoprogramma allegato al progetto (cfr. elab. G.05).

## 6 Gestione delle materie

La sezione dell'opera foranea è stata progettata con la specifica finalità di ridurre al massimo il sacrificio ambientale dovuto all'utilizzo grandi di scogli naturali provenienti da cave terrestri, nonché di materiale da cava in generale.

È facilmente dimostrabile che l'impiego delle mantellate "single-layer" di elementi prefabbricati in calcestruzzo, non necessitando di elementi lapidei di grandi dimensioni, consente notevolissimi risparmi ambientali, in termini di quantità di roccia da cavare. Infatti per ottenere un elemento lapideo naturale di grandi dimensioni occorre cavare roccia in quantità molto superiore.

Inoltre il single-layer consente di disegnare scarpate con pendenze anche maggiori rispetto a quelle necessarie per le classiche opere a gettata in massi naturali, col vantaggio di una ulteriore riduzione di materiali per tutte le classi della sezione tipo (nucleo, e strati di filtro) e, evidente una notevole riduzione dell'impronta dell'opera sul fondale.

Inoltre al fine di ridurre l'apporto di materiale da cave di prestito si è previsto di realizzare il nucleo dell'opera approvvigionando scogli e pietrame dal salpamento del Molo Sud del porto commerciale di Palermo. L'Autorità di Sistema Portuale ha infatti recentemente eseguito il salpamento parziale della testata del Molo sino ad una profondità di circa 12 m. In base ai rilievi eseguiti dalla società Arena Sub nel settembre 2021, considerato che il fondale naturale è variabile tra -17 e -22 m, si determina un volume di materiale disponibile del precedente nucleo di c.ca 47.000 m<sup>3</sup>.

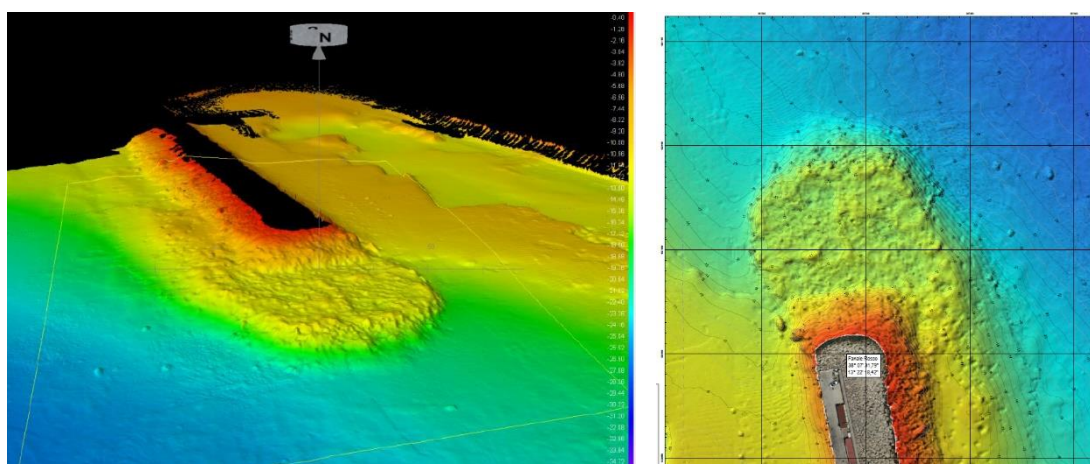


Figura 6-1: Rilievo della testata del Molo Sud del Porto Commerciale (Arena Sub Srl, settembre 2021)

### 6.1 Stima e bilancio dei materiali da movimentare

Le attività di costruzione dell'intera opera comportano un approvvigionamento di materiali per tutte le fasi costruttive.

Al contempo il cantiere genererà modesti volumi di materiali provenienti da limitatissimi scavi e qualche demolizione occorrente per la regolarizzazione delle opere esistenti rispetto alle nuove.

Questi ultimi materiali, se compatibili secondo le normative vigenti, potranno essere impiegati per rispondere, anche parzialmente, alle esigenze di rinterri ovvero, per esempio, per il riempimento dei cassoni cellulari in cemento armato.

Nella tabella seguente sono sintetizzati per tipo di materiale le quantità necessarie stimate, e le quantità da smaltire (da escavo, demolizioni, etc.). Inoltre è stato fatto un

bilancio delle quantità effettivamente da approvvigionare per la realizzazione delle opere e le quantità di materiale non riutilizzabile e quindi da conferire a discarica.

MATERIALI	Tipo di Opera	Quantità Necessarie Stimare		Quantità da Smaltire	Quantità Residue		Quantità da Approvvigionare
					da riutilizzare	da portare a discarica	
massi artificiali (m <sup>3</sup> )	Mantellata da salpare			2.302	2.302		
	mantellata in massi esapodi	11.895					
	<b>TOTALE</b>	<b>11.895</b>		<b>2.302</b>	<b>2.302</b>		<b>11.895</b>
Scogli di 2 <sup>a</sup> categoria (m <sup>3</sup> )	Strato intermedio della scogliera	20.634	53.648				
	Protezione letto di pietrame	692	1.798				
	Mantellata lato porto	1.180	3.067				
	<b>TOTALE</b>	<b>22.505</b>		<b>0</b>	<b>0</b>		<b>22.505</b>
Scogli di 1 <sup>a</sup> categoria (m <sup>3</sup> )	Nucleo scogliera	28.684	74.579				
	Riempimento cassoni cellulari	306	796				
	<b>TOTALE</b>	<b>28.990</b>	<b>75.375</b>	<b>0</b>	<b>0</b>		<b>28.990</b>
Pietrame (m <sup>3</sup> )	Nucleo scogliera	30.402	79.044				
	Letto di posa	10.979	28.546				
	<b>TOTALE</b>	<b>41.381</b>	<b>107.590</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>41.381</b>
calcestruzzo (m <sup>3</sup> )	Sovrastuttura molo di sottoflutto	2.910					
	Cassoni cellulari	1.530					
	Demolizione			53	50	3	
	<b>TOTALE</b>	<b>4.440</b>		<b>53</b>	<b>50</b>	<b>3</b>	<b>4.440</b>
Sabbia (m <sup>3</sup> )	riempimento cassone	743					
	<b>TOTALE</b>	<b>743</b>					<b>743</b>
Nucleo Molo Sud	Salpamento Molo Sud			47.000	47.000		
	<b>TOTALE</b>			<b>47.000</b>	<b>47.000</b>		<b>0</b>
		109.954	182.965				
	<b>TOTALE (m<sup>3</sup>)</b>	<b>TOTALE (t)</b>		<b>49.355</b>	<b>49.352</b>	<b>3</b>	<b>109.954</b>
Volume totale da movimentare (in e out) per la realizzazione delle opere in progetto (m <sup>3</sup> )						60.605	

Tabella 6-1: Stima sintetica dei materiali da approvvigionare e da smaltire

È opportuno considerare infine che le tipologie costruttive adottate minimizzano le quantità di materiale necessario da apportare in situ e quindi da cavare. In conclusione, le quantità residue da portare a discarica sono trascurabili.

## 6.2 Cave di prestito

Il materiale di cava da approvvigionare come sabbia, pietrame, scogli di 1a e di 2a categoria risulta pari a circa 60.605 m<sup>3</sup>.

Dopo un'attenta indagine sui siti di cava e deposito si sono individuati n°2 siti potenzialmente idonei per gli scopi in oggetto.

Per l'approvvigionamento di pietrame e gli scogli di 1° categoria è stata individuata la cava Borsellino-Bordonaro presente nel territorio comunale di Palermo posta a 12 km dal sito di intervento. Per i massi naturali di 2° categoria è stato individuato il comprensorio delle cave di Custonaci (TP).

Si riportano degli stralci planimetrici individuanti i 2 siti.

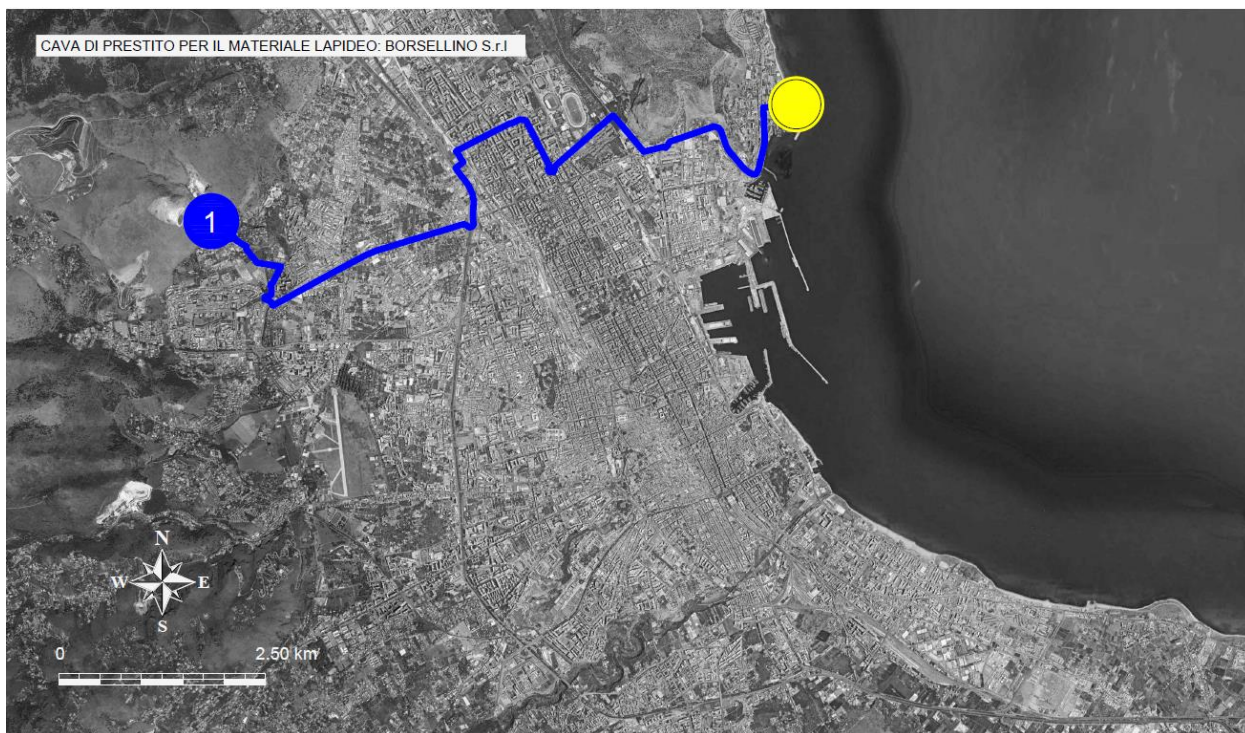


Figura 6-2: Cava Borsellino Srl (1) e percorso fino al sito di intervento

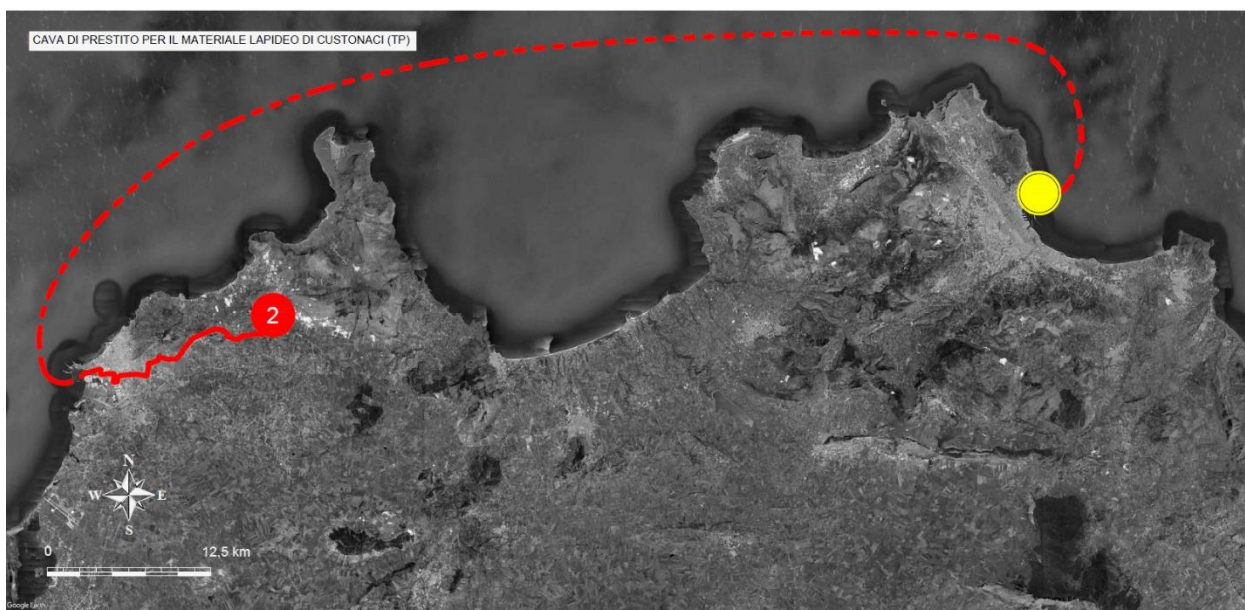


Figura 6-3: Cava di Custonaci, Trapani, (2) e percorso fino al sito di intervento

Si precisa, che le valutazioni potrebbero avere carattere unicamente previsionale e che, in accordo con quanto previsto dall' art. 6 del Regolamento Regionale n. 6/2006 – “Regolamento Regionale per la gestione dei materiali edili”, le effettive produzioni di rifiuti e la loro effettiva destinazione saranno comunicate in fase di esecuzione dei lavori, comprovandole tramite la modulistica prevista dalle vigenti normative in materia.

### 6.3 Produzione di rifiuti

Per la modesta produzione di rifiuti è stato individuato il sito di conferimento della Bologna Ecoservice Srl situato nel territorio comunale di Palermo a 14 km dal sito di intervento. Si riporta lo stralcio planimetrico individuante il sito.



Figura 6-4: Sito di deposito Bologna Ecoservice Srl (PA) e percorso dall'area di intervento

## 7 Aspetti economici e contrattuali

Tutte le opere dovranno essere realizzate nel pieno rispetto delle normative vigenti in materia di sicurezza ed igiene sui cantieri di lavoro in modo da assicurare la salute e l'incolumità degli addetti ai lavori.

I prezzi unitari applicati sono stati desunti dal prezzario Regione Sicilia, anno 2022.

Per quelli non riportati si è proceduto ad una stima sulla base di analisi elementari sulla scorta delle condizioni di mercato in atto vigenti nella Provincia di Trapani (costi unitari di materiali, noli e mano d'opera).

Non è stata computata l'I.V.A. sui lavori, secondo quanto prescritto dall'art. 9 comma 6 dei DPR 26.10.1972 n. 633 ed art. 3 comma 13, dei D.L. 27 Aprile 1990, n. 90, convertito con modificazioni, nella legge 26 Giugno 1990, n. 165 e successive modificazioni.

I lavori ammontano complessivamente a € 15.934.582,01 compresi i costi della sicurezza.

Inoltre le somme a disposizione della stazione appaltante sono state calcolate considerando quelle necessarie per l'espletamento dei lavori (rilievi, accertamenti, spese tecniche, spese per attività di consulenza, oneri vari, incentivi per funzioni tecniche, imprevisti, etc.).

L'importo totale dell'opera è risultato quindi di € 19.000.000,00 articolato secondo il quadro economico che di seguito si riporta:





QUADRO ECONOMICO				
<b>A - LAVORI</b>				
A.1 -	IMPORTO LAVORI A BASE D'ASTA		15.710.290,26 €	
A.2 -	IMPORTO ONERI PER LA SICUREZZA (non soggetti a ribasso)		224.291,75 €	
A.3 -	<b>IMPORTO TOTALE DEI LAVORI (compreso oneri sicurezza): A1+A2</b>		15.934.582,01 €	<b>15.934.582,01</b>
<b>B - SOMME A DISPOSIZIONE DELL'AMM.NE</b>				
B.1 -	Rilievi ante e post opera, accertamenti ed indagini, - mappature biocenosi, spese per le attività di monitoraggio ambientale, indagini archeologiche - indagini geologiche, prove su modello fisico, opere di mitigazione ambientale		250.000,00 €	
B.2 -	IMPREVISTI e arrotondamenti (<10% di A3):		1.438.337,76 €	
B.3 -	Fondo per risorse finanziarie di cui all'Art. 113 del Codice scagionato sulla base del regolamento interno approvato con Delibera AdSP N. 1 del 14/02/2017: 2,00% fino ad € 1.000.000,00 - 1,9% fino a € 5.000.000,00 - 1,8% fino a € 25.000.000,00 - 1,7% fino a € 50.000.000,00 - 1,6% oltre		292.822,48 €	
B.3.1 -	Fondo incentivazione: 80% di B.3	234.257,98 €		
B.3.2 -	Fondo Innovazione: 20% di B3	58.564,50 €		
B.3.3 -	IRAP relativo incentivi per funzioni tecniche 8,50% di B.3.1		19.911,93 €	
B.4 -	Spese per redazione progetto esecutivo - Relazione geologica e geotecnica - Coordinatore per la sicurezza in fase di progettazione - Studio impatto ambientale - Consulenze specialistiche		200.000,00 €	
B.5 -	Spese per pubblicità, versamento ANAC, versamento MITE, targa e cartellonistica finanziamento		25.000,00 €	
B.6 -	Spese per accertamenti di laboratorio e verifiche tecniche previste dal capitolato speciale d'appalto ai fini accettazioni materiali, calcestruzzi, acciai		100.000,00 €	
B.7 -	Spese per attività tecnico amministrative di supporto al responsabile del procedimento e/o al direttore lavori, commissioni giudicatrici, nonché di verifica preventiva della progettazione ai sensi dell'art. 26 del codice -ispettori di cantiere e direttori operativi, Spese per collaudi (collaudo statico e collaudo tecnico amministrativo con revisione contabile) - Collegio consultivo tecnico		300.000,00 €	
B.9 -	Spese per funzionamento ufficio di direzione lavori (cancelleria, attrezzature e materiale informatico, hardware e software)		80.000,00 €	
B.10 -	Accantonamento per revisione prezzi (art. 106, comma 1, lettera a) del D.lgs 50/2016)		200.000,00 €	
B.11 -	Accantonamento per oneri relativi ad accordo bonario ex art. 205 D.L.vo n. 50/2016 (Nota n. DEM 1/0883 del 10.04.01 Ministero Trasporti e Navigaz.): 1,0% di A.3		159.345,82 €	
B.13 -	IVA lavori: non imponibile ai sensi dell'art. 9, comma 6 del DPR n. 633/1972 e dell'art. 3, comma 13, del D.L. 27.04.1990 n. 90		- €	
			3.065.417,99 €	<b>3.065.417,99</b>
		Totale		<b>19.000.000,00</b>

RELAZIONE GENERALE

