



UNIONE EUROPEA

Programma Operativo  
Complementare 2014/2020



REGIONE  
SICILIANA

Assessorato regionale delle  
infrastrutture e della Mobilità



Repubblica Italiana

## Dipartimento delle Infrastrutture e della mobilità e dei trasporti Servizio 8 - Infrastrutture marittime e portuali



POTENZIAMENTO DELLE OPERE MARITTIME ESISTENTI PER LA  
MESSA IN SICUREZZA E PROLUNGAMENTO DIGA FORANEA DEL  
PORTO DI CASTELLAMMARE DEL GOLFO (TP)

# PROGETTO DEFINITIVO

<p><b>R.T.P.</b></p>  	<p><b>Il Progettista</b></p>  <p><b>Gruppo di Progettazione</b></p> <p>Ing. Paolo Atzeni Ing. Adamo Cali Ing. Salvatore Torrisi</p>	<p><b>Il RUP</b></p> <p>Geom. Giuseppe Bruno</p> <p><i>Dipartimento regionale delle infrastrutture, della Mobilità e dei Trasporti</i></p> <p><b>Il Dirigente del Servizio 8</b> Arch. Carmelo Ricciardo</p>
--	--	--

Titolo elaborato:

RELAZIONE GENERALE

CODICE ELABORATO: 01_ED_RE_02		REVISIONE: <b>D</b>		SCALA: -	
D	EMISSIONE A SEGUITO DI RAPPORTO DI VERIFICA	LUGLIO 2021	A. CALI'	P.ATZENI	D. CIANCIOLO
C	EMISSIONE A SEGUITO DI RAPPORTO DI VERIFICA	GIUGNO 2021	A. CALI'	P.ATZENI	D. CIANCIOLO
A	PRIMA EMISSIONE	FEBBRAIO 2021	A. CALI'	P.ATZENI	D. CIANCIOLO
<b>REV.</b>	<b>DESCRIZIONE</b>	<b>DATA</b>	<b>REDATTO</b>	<b>VERIFICATO</b>	<b>APPROVATO</b>

**Relazione Generale**

**INDICE**

1.	PREMESSA.....	4
2.	INQUADRAMENTO GEOGRAFICO .....	4
3.	CARATTERISTICHE MORFOLOGICHE .....	5
4.	CARATTERISTICHE GEOLOGICHE .....	7
5.	CARATTERISTICHE IDROGEOLOGICHE.....	9
6.	CENNI SULLA SISMICITÀ DEL TERRITORIO .....	11
7.	CARATTERISTICHE GEOTECNICHE.....	14
7.1.	Prove di laboratorio.....	14
7.2.	Prove SPT.....	15
8.	ORGANIZZAZIONE DATI E ANALISI STATO DI FATTO .....	18
9.	INDAGINI E STUDI INTEGRATIVI.....	19
10.	CONFIGURAZIONE DI PROGETTO .....	20
10.1.	Dati generali .....	20
10.2.	Banchina .....	21
10.3.	Muro paraonde .....	22
10.4.	Cunicolo impianti .....	23
10.5.	Scogliera .....	24
10.6.	Elaborati di progetto .....	25
11.	CONFORMITÀ AI PIANI REGOLATORI E V.I.A.....	26
12.	SITI DI CAVA E DEPOSITO.....	26
13.	CRONOPROGRAMMA .....	27
14.	IMPORTI DI SPESA.....	28
15.	PROGETTAZIONE ESECUTIVA .....	29
16.	ATTESTAZIONE DEL PROGETTISTA.....	29

Relazione Generale

INDICE DELLE FIGURE

Figura 1 – Inquadramento territoriale – Castellammare del Golfo .....	5
Figura 2 – Localizzazione Prolungamento diga foranea .....	6
Figura 3 – Grafico relativo alla sismicità storica di Castellammare del Golfo (DBMI15) ..	13
Figura 4 – Planimetria generale .....	20
Figura 5 – Sezione tipo .....	21
Figura 6 – Pianta impalcato tipologico .....	22
Figura 7 – Sezione impalcato.....	22
Figura 8 – Sezione muro paraonde.....	23
Figura 9 – Localizzazione cunicolo impianti .....	24
Figura 10 – Elenco elaborati .....	26
Figura 11 – Sito di cava.....	26
Figura 12 – Sito di deposito.....	27
Figura 13 – Elenco giorni totali e durata macro lavorazioni .....	28

## Relazione Generale

### 1. PREMESSA

La presente relazione generale della progettazione definitiva del progetto di “Potenziamento delle opere marittime esistenti per la messa in sicurezza e prolungamento diga foranea del porto di Castellammare del Golfo (TP)” ha lo scopo di illustrare le soluzioni progettuali adottate.

Le scelte progettuali sono state condotte in modo da definire opere sicure e di adeguata durata sulla base dei criteri di economicità e dei vincoli idraulici, strutturali, geotecnici, ambientali, paesaggistici e geomorfologici. Inoltre le scelte progettuali sono pensate al fine di completare l’opera esistente e garantire la piena fruizione del prolungamento della diga foranea del porto ai fini commerciali.

Si sono altresì studiati, data la particolarità del contesto in cui tali opere si inseriscono, tutti gli aspetti riguardanti l’interazione tra le differenti attività che interessano il sito in studio, partendo dallo stato attuale delle opere, fino alla soluzione finale in relazione agli obiettivi di progetto, ai vincoli esistenti e alle interferenze presenti nel territorio.

Le soluzioni adottate sono state esaminate con l’ausilio dei codici di calcolo (modelli matematici) idraulico-marittimo per verificarne le prestazioni in termini di protezione dal moto ondoso, tranquillità delle aree portuali nei confronti di venti e correnti, di navigabilità, e di inserimento ambientale.

### 2. INQUADRAMENTO GEOGRAFICO

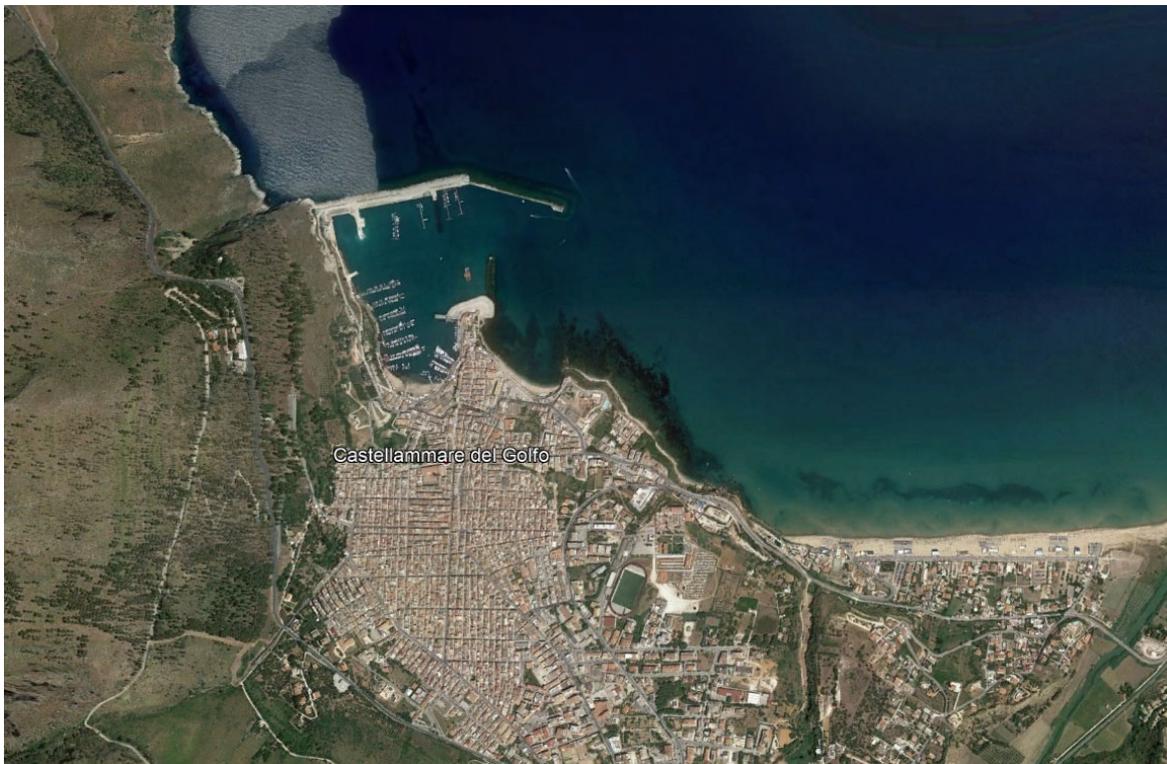
L’area oggetto di studio ricade nell’ambito dei Fogli 248 “Trapani” e 249 “Palermo” in scala 1:100.000 e nella carta tecnica regionale “Castellammare del Golfo” sez. n.593150.

Il porto di Castellammare del Golfo è situato nell’omonimo golfo che si sviluppa in direzione NW-SE tra Capo S.Vito e Capo Rama, in posizione mediana tra il porto di Palermo e quello di Trapani.

L’abitato di Castellammare del Golfo sorge su un leggero pendio che dal mare sale alle falde del rilievo montuoso di Monte Inici (1064 m.s.l.m.) e prende il nome da un antico castello normanno, eretto su di una punta rocciosa, che si protende dinanzi al centro abitato.

## Relazione Generale

Il porto di Castellammare del Golfo, ubicato nella parte nord della costa adiacente il centro abitato, è nato in origine come porto rifugio e peschereccio per poi assumere negli anni una funzione prevalentemente turistica, pur conservando una secondaria vocazione peschereccia. Tale aspetto, unitamente alle peculiarità ambientali e paesaggistiche, è un elemento fondamentale che è stato posto a base di ogni considerazione e valutazione progettuale, al fine di perseguire la definizione di interventi che consentano di incrementare la funzionalità e la sicurezza del porto in modo sostenibile, non trascurando e anzi valorizzando le caratteristiche peculiari del sito e la sua vocazione originaria sia al livello delle specifiche attività portuali che ci si prefigge di assolvere che, ad un più ampio livello territoriale, del contesto in cui l'infrastruttura è inserita.



**Figura 1** – *Inquadramento territoriale – Castellammare del Golfo*

### **3. CARATTERISTICHE MORFOLOGICHE**

La diga foranea interessata dai lavori di potenziamento e prolungamento si trova nella parte settentrionale del Porto di Castellammare del Golfo, questo è situato al centro dell'omonimo golfo che si sviluppa con direzione NW-SE tra Capo San Vito e Capo Rama, tra il porto di Palermo e quello di Trapani.

### Relazione Generale

L'assetto geomorfologico del territorio circostante l'abitato di Castellammare è dato dall'insieme sia dei rilievi articolati che costituiscono la dorsale dei Monti di Capo San Vito, le colline di Monte Luziano- Monte Bosco e il massiccio di Monte Inici, che dalle grandi pianure che contraddistinguono la Piana di Castellammare ed i settori costieri settentrionali e occidentali della Penisola Capo San Vito.



**Figura 2 – Localizzazione Prolungamento diga foranea**

In particolare la fascia costiera del Golfo presenta morfologie e paesaggi molto vari.

Il principale elemento qui presente è la Penisola di Capo San Vito allungata in direzione N-S, che separa il grande Golfo di Castellammare ad est dal più piccolo Golfo del Cofano ad Ovest.

Il versante orientale della penisola di Capo San Vito presenta coste prevalentemente alte e rocciose, a volte a strapiombo sul mare, interrotte solo da poche, piccole insenature che ospitano spiagge ciottolose. Le alte falesie carbonatiche in alcuni tratti proseguono fin sotto il livello del mare fino alla profondità di diverse decine di metri; a luoghi sono invece presenti piccole piattaforme costiere che si sviluppano lungo la costa per alcune decine di metri.

All'estremità meridionale della penisola, in corrispondenza dell'abitato di Castellammare del Golfo, la costa cambia nuovamente direzione, assumendo un andamento circa ENE. In quest'ultimo tratto la costa si presenta bassa e sabbiosa, con una lunga spiaggia larga fino ad alcune decine di metri, interrotta solamente dalle foci dei fiumi che attraversano la Piana di Castellammare. Alle spalle della spiaggia si erge un ben sviluppato sistema di dune costiere, in parte fossili ma per lo più attuali.

## Relazione Generale

La costa bassa si interrompe bruscamente in prossimità del centro abitato di Balestrate per la presenza di una falesia alta una ventina di metri modellata sugli affioramenti carbonatico-clastici quaternari.

In particolare l'area portuale è situata in una zona pianeggiante posta ad una quota media di circa m 2,5 s.l.m. e che quindi si può considerare morfologicamente stabile rientrando nella categoria topografica "T1" della Tabella 3.2.VI del D.M 17/01/2018.

### 4. CARATTERISTICHE GEOLOGICHE

Il territorio del Comune di Castellammare del Golfo è situato all'estremità occidentale della Piana di Partinico compresa tra i Monti di Palermo ed est ed i Monti del Trapanese ad ovest, caratterizzata da una potente placca arenitica che morfologicamente forma una pianura dolcemente inclinata verso costa ed incisa da diversi corsi d'acqua.

In particolare, la zona in esame, ricade in corrispondenza di una depressione tettonica indicata in letteratura geologica con il nome di "Graben di Castellammare" ed è compresa tra i rilievi di Monte Inici ad ovest e Calatubo-Monte Bonifato ad est, costituiti entrambi da dei depositi carbonatici neritici, calcareo-marnosi e terrigeni, di età terziarie. In quest'area i sedimenti del Pleistocene Inferiore, che poggiano in discordanza sui terreni afferenti alla formazione delle "Marne di San Cipirello" del Serravalliano Superiore – Tortoniano Inferiore, sono in contatto tettonico per faglia diretta con i calcari e le dolomie del Monte Inici (Trias sup. – Miocene inf.)

Sulla base dei dati disponibili e di quanto osservato nel corso dei sopralluoghi effettuati è stata elaborato uno stralcio di carta geologica in scala 1:10.000 (All. 2) dove è stata riportata la distribuzione areale delle formazioni presenti nel territorio circostante l'area in studio.

In essa sono state principalmente distinte, dall'alto verso il basso, le seguenti formazioni ed unità:

- depositi di spiaggia;
- detrito grossolano di falda;
- conglomerati, sabbie e silt argillosi (Pleistocene Medio Sup.);
- calcareniti e calcirutiti bioclastiche (Pleistocene Inf.);
- argille, argille marnose e marne (Unità di Monte Bonifato -Langhiano Sup. – Tortoniano);

## Relazione Generale

- calcari dolomitici, dolomie e calcilutiti (Unità di Monte Inici – Trias Sup. – Lias).

Vengono qui di seguito brevemente accennate le caratteristiche geologiche salienti di ciascuna formazione.

### **a) Depositi di spiaggia**

Questi depositi si rinvencono sia lungo la costa che all'interno dell'area portuale e sono costituiti da sabbie fini e da sabbie limose con ciottoli. Gli spessori sono di norma compresi tra 1,5 e 2,0 m così da non riuscire a ricoprire, talvolta, completamente le emergenze del substrato roccioso

### **b) Detrito grossolano di falda**

Questo litotipo è presente ad ovest dell'abitato di Castellammare del Golfo alle falde del Monte Inici. Si tratta di un deposito di origine continentale costituito da frammenti eterometrici di roccia di origine prevalentemente carbonatica, a spigoli vivi, variamente cementati, immersi in una matrice limoso-argillosa di colore rossastro. Lo spessore è variabile e dipende in genere dalla paleomorfologia del substrato che ricopre.

### **c) Conglomerati, sabbie e silt argillosi con intercalazioni di ciottoli, argille e livelli di paleosuoli – Pleistocene medio – sup.**

Questi terreni affiorano in prevalenza ad est del centro abitato lungo la Piana di Castellammare del Golfo e poggiano su una piattaforma di abrasione marina calcarenitica. Si tratta di depositi di origine continentale, costituiti per lo più da livelli grossolani di conglomerati, passanti verso l'alto a livelli di sabbie siltose e quarzose con ciottoli separati da paleosuoli, dello spessore compreso tra 2 e 15 m.

### **d) Calcareniti e calciruditi bioclastiche con intercalazioni di marne siltose biogeniche e sabbie quarzose grossolane – Pleistocene inf.**

Questa litofacies, che affiora nel territorio in studio principalmente lungo la fascia costiera di Castellammare del Golfo, è costituita da un complesso di calcareniti e sabbie giallastre a composizione prevalentemente carbonatica e da rari livelli conglomeratici ed argillosi. In particolare nei pressi del centro abitato affiora a partire dal livello del mare, una successione di biocalcareniti (spessore circa 4 m), conglomerati di spiaggia discordanti sui terreni precedenti (spessore 5 m) passanti a sabbie infralitorali a laminazione incrociata, potenti almeno 4 m.

Relazione Generale

**e) Argille, argille marnose e marne (Marne di San Cipirello – U.S.S. Monte Bonifato) – Langhiano sup. - Tortoniano**

Nel territorio in esame la formazione è presente lungo una fascia che interessa il centro urbano; questa comprende argille, argille marnose e marne di colore prevalentemente grigio verdastro. A volta le marne si presentano sabbiose, di colore giallastro e con un contenuto di  $\text{CaCO}_2$  pari al 33%. Spesso sono deformate con uno spessore compreso tra 20 e 40 m circa.

**f) Calcari dolomitici a megalodonti, dolomie stromatolitiche, calcilutiti ad alghe e foraminiferi, brecce loferitiche (Fm Inici – Unità S.S. Monte Inici) – Trias sup. - Lias**

Questa formazione è presente ad ovest del paese in corrispondenza del Monte Inici ed è costituita da calcari e calcari dolomitici compatti.

I calcari si presentano di colore bianco-grigiastro, ben stratificati in spessori decimetrici e interessati da frequenti cavità neocarsiche riempite da alabastri calcarei e silt rossastri di origine continentale.

I calcari dolomitici, invece, sono di colore variabile dal grigio al biancastro e stratificati in grossi banchi, molto fratturati e a giacitura variabile. Il loro spessore varia tra 50 e 400 m.

## **5. CARATTERISTICHE IDROGEOLOGICHE**

Sulla scorta delle osservazioni di superficie può essere formulata una verosimile identificazione delle caratteristiche idrogeologiche del territorio in esame. Poiché la circolazione delle falde acquifere è condizionata dalla distribuzione e sovrapposizione di terreni a differente permeabilità e quindi dalla “trasmissività” delle varie formazioni presenti, vengono anzitutto qui di seguito brevemente accennate le loro caratteristiche di permeabilità.

Per maggiore comodità esplicativa viene effettuata una distinzione in ordine sia al tipo di permeabilità che alle classi dei terreni che presentano analoghe caratteristiche in tal senso; si possono così distinguere (cfr All. 3):

- terreni permeabili;
- terreni a permeabilità variabile;
- terreni impermeabili.

## Relazione Generale

- **Terreni permeabili**

A questa classe vanno ascritti i terreni dotati di porosità, in cui la permeabilità è una caratteristica del litotipo e viene definita “permeabilità primaria”; nel caso in esame vi appartengono i depositi di spiaggia, le sabbie e il detrito.

A titolo orientativo si può suggerire il seguente campo di variabilità del coefficiente di permeabilità:

$$10^{-1} \geq K \geq 10^{-3} \text{ cm/sec}$$

- **Terreni a permeabilità variabile**

A questa classe possono essere ascritte i conglomerati, le calcareniti, le calciruditi, i calcari e le dolomie, in cui è sempre presente un sistema di discontinuità, variamente orientato e di intensità molto variabile.

Stabilire l'ordine di grandezza del coefficiente di permeabilità dei suddetti terreni non è certo semplice, riscontrandosi in natura delle situazioni locali con permeabilità elevata, laddove esiste una fessurazione di tipo “beante”, e di permeabilità più ridotta in corrispondenza di quelle porzioni dell'ammasso roccioso meno fratturate o con fessure di tipo “combaciante”.

A titolo largamente orientativo si può indicare il seguente campo di variabilità del coefficiente di permeabilità:

$$10^{-1} \geq K \geq 10^{-4} \text{ cm/sec}$$

- **Terreni impermeabili**

Vi appartengono i terreni a prevalente composizione argillosa, quali le argille e le marne, il cui valore del coefficiente di permeabilità è dell'ordine di:

$$K = 10^{-8} - 10^{-9} \text{ cm/sec}$$

In siffatte condizioni la circolazione idrica superficiale, sub-superficiale (intendendo con tale termine le acque che si rinvencono a breve profondità dal piano di campagna) e profonda si esplica laddove la permeabilità delle rocce è tale da consentirne l'accumulo ed il deflusso.

Vengono qui di seguito descritti sia il comportamento delle acque di deflusso superficiale, sia la circolazione idrica profonda.

## Relazione Generale

### a) Acque superficiali

La possibilità di infiltrazione delle acque di precipitazione meteorica nel sottosuolo dipende in primo luogo dalla permeabilità dei terreni e quindi dall'acclività dei versanti e dall'urbanizzazione.

Sui terreni permeabili la maggior parte delle acque si infiltra nel sottosuolo e va a formare le falde acquifere profonde.

### b) Acque profonde

Sono quelle che si rinvencono prevalentemente in seno ai conglomerati, le sabbie e le calcareniti della Piana di Castellammare del Golfo, sostenute dal substrato argilloso impermeabile.

## 6. CENNI SULLA SISMICITÀ DEL TERRITORIO

Le ricerche sulla sismicità della Sicilia (BARBANO et Al., 1978; 1980; 1981; 1984) ed altri studi sui maggiori terremoti degli ultimi mille anni (BARBANO & COSENTINO, 1981; LOMBARDO, 1984) hanno dimostrato che più del 48% del territorio siciliano ha subito, almeno una volta, una scossa sismica di intensità superiore al 9° M.S.K. 64.

La distribuzione degli epicentri e l'attività sismica (RIZNICHENKO, 1964) individuano, oltre alla Calabria, la fascia orientale della Sicilia tra le aree ad elevata pericolosità sismica, con rischio sismico altissimo essendo zone densamente popolate. Infatti la fascia orientale soggetta a scuotibilità provocata dall'elevata sismicità del territorio: si ricordano i grossi terremoti del 1908 (Stretto di Messina), 1169 e 1693 (Avampaese Ibleo) che sono stati avvertiti rispettivamente con intensità del 7° e 10° della MSK-64.

Il "rischio sismico" del territorio di cui in oggetto è legato principalmente ai grossi eventi sismici a carattere regionale e BARBANO, CARROZZO, COSENTINO et Al. (1984) in accordo con RIZNICHENKO (1964) sottolineano come le aree di Messina – Reggio siano ad alto rischio sismico, con attività sismica  $A_0 = 1$ .

Gli stessi Autori, in accordo con la teoria di Gumbel, forniscono la seguente tabella che lega la magnitudo al periodo di ritorno, considerato come intervallo di tempo per il quale è probabile che si verifichi l'evento sismico:

**Relazione Generale**

<b>Magnitudo</b>	<b>Periodo di ritorno (anni)</b>
3,0	0,4
4,0	2,0
5,0	13,0

Per piccoli valori di magnitudo si hanno quindi periodi di ritorno in media di circa due anni.

Per “magnitudo” si intende la misura quantitativa della dimensione di un terremoto; COSENTINO & LOMBARDO (1980) legano la magnitudo macroscopica (M) alla intensità di un terremoto mediante la relazione:

$$M = 0,52 I (M.S.K.) + 1,35$$

in cui l'intensità sismica I (M.S.K.) è legata all'intensità della scala Mercalli Modificata (I mm) dalla relazione:

$$I (M.S.K.) = 0,94 I (MM) + 0,08$$

A titolo di esempio si riporta la correlazione tra le varie scale per il terremoto di Messina del 1908:

<b>Scala Merc. Mod.</b>	<b>I M.S.K.</b>	<b>Magnitudo</b>
12	11	7,1

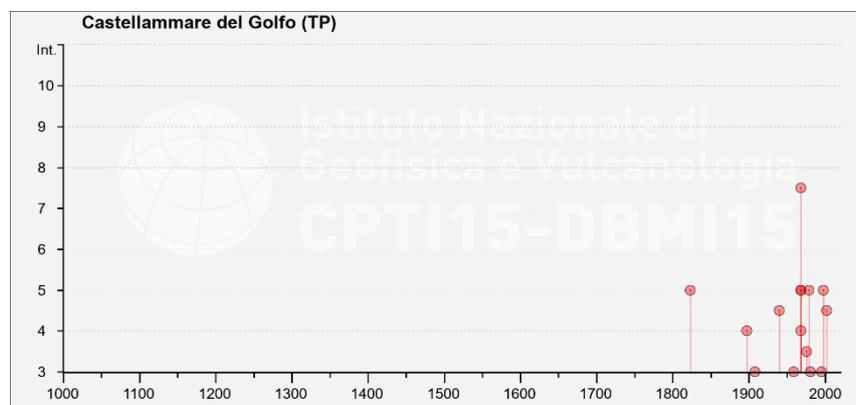
La “storia sismica” della Sicilia può essere ricavata dalle pubblicazioni dell'Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia (2016) “*Catalogo Parametrico dei Terremoti Italiani 2015*” (CPTI15) e “*Database Macrosismico Italiano 2015*” (DBMI15) che forniscono dati parametrici omogenei sia macrosismici che strumentali relativi a 4.584 terremoti verificatesi in Italia con intensità massima  $\geq 5$  o magnitudo  $\geq 4.0$  nella finestra temporale 1000-2014.

Nella Tabella che segue, in riferimento al Database su indicato, vengono riportati i dati generali identificativi ed alcuni parametri macrosismici per i terremoti verificatesi con intensità  $\geq 3$  in un periodo compreso tra il 1818 ed il 2016 nel territorio di parte della Sicilia orientale che possono reputarsi significativi per la storia sismica del Comune di Castellammare del Golfo. In Tab.1 viene indicata con Int. l'intensità macrosismica risentita (MCS), con NMDP il numero di punti in cui è disponibile il dato macrosismico, con  $I_0$  l'intensità macrosismica dell'epicentro (MCS) ed infine con  $M_w$  la magnitudo momento dell'evento. In Fig. 2 viene riportato il grafico relativo alla sismicità storica del Comune.

Relazione Generale

Int.	Anno Mese Giorno	Area epicentrale	NMDP	Io	Mw
5	1823 03 05	Sicilia settentrionale	107	8	5,81
2-3	1893 05 11	Isola di Ustica	15	5	4,59
4	1897 05 15	Tirreno meridionale	85	5	4,52
3	1908 12 28	Stretto di Messina	772	11	7,1
NF	1909 12 03	Camporeale	15	4	3,7
F	1910 01 25	Tirreno meridionale	34	5	4,48
NF	1910 02 17	Isola di Ustica	11	5	4,16
4-5	1940 01 15	Tirreno meridionale	60	7-8	5,29
NF	1954 11 20	Sicilia centro-occidentale	34	5-6	4,24
3	1959 12 23	Piana di Catania	108	6-7	5,11
5	1968 01 14	Valle del Belice	15	6-7	5,1
4	1968 01 14	Valle del Belice	18	7	4,84
5	1968 01 15	Valle del Belice	15	8	5,37
7-8	1968 01 15	Valle del Belice	162	10	6,41
3-4	1976 10 12	Valle del Belice	11	5	4,41
5	1979 01 20	Tirreno meridionale	9		4,87
3	1981 06 07	Mazara del Vallo	50	6	4,93
3	1995 05 29	Isole Egadi	45	5	4,78
5	1998 01 17	Golfo di Castellammare	21		4,83
4-5	2002 09 06	Tirreno meridionale	132	6	5,92

**Tab. 1:** Storia sismica di Castellammare del Golfo (da INGV - DBMI15:  
<http://emidius.mi.ingv.it/CPTI15-DBMI15/>).



**Figura 3 – Grafico relativo alla sismicità storica di Castellammare del Golfo (DBMI15)**

Dall'analisi dei dati sopra riportati, risulta quindi giustificato definire il territorio della Provincia di Trapani come facente parte di un'area ben più vasta ad elevato rischio sismico.

Per la situazione strutturale e sismologica evidenziata, ed in riferimento alla nuova normativa sismica, Ordinanza n° 3274 del Presidente del Consiglio dei Ministri del 20 marzo 2003 "Primi elementi in materia di criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale e normative tecniche per le costruzioni in zona sismica" e successive

### Relazione Generale

modifiche ed integrazioni, il territorio comunale di Castellammare del Golfo, entro cui ricade l'area interessata dal progetto di cui in premessa, è stato incluso nell'elenco delle località classificate come "zona sismica 2", alla quale è associata un'accelerazione orizzontale massima di 0.25 g.

<b>Zona Sismica</b>	<b>Accelerazione al suolo "a<sub>g</sub>"</b>
1	0.35 g
2	0.25 g
3	0.15 g
4	0.05 g

**Tab. 2** - Zone sismiche e corrispondenti valori di accelerazione orizzontale di ancoraggio (ag/g) dello spettro elastico di risposta.

## 7. CARATTERISTICHE GEOTECNICHE

In questo paragrafo viene effettuata la caratterizzazione geotecnica delle sabbie in quanto costituiscono il litotipo che prevale nel substrato di fondazione degli interventi previsti in progetto.

Questa si basa sia sui risultati di prove geotecniche di laboratorio eseguite su n. 11 campioni rimaneggiati che sull'elaborazione di n. 8 prove di penetrazione dinamica SPT ("Standard Penetration Test") effettuate in situ.

### 7.1. Prove di laboratorio

Sui campioni rimaneggiati prelevati a varie profondità nel corso dei tre sondaggi geognostici sono state effettuate dal laboratorio geotecnico "GEO.TEC. s.n.c." di Palermo delle prove consistenti nella determinazione delle caratteristiche fisiche, granulometriche e di taglio.

#### 7.1.1. Parametri fisici

I parametri fisici determinati sui campioni rientrano nei seguenti intervalli:

- contenuto in acqua  $W_n = 9.30 \div 36.60\%$
- peso di volume rimanente  $\gamma = 1.787 \div 2.071 \text{ Mg/m}^3$
- peso specifico dei granuli  $\gamma_s = 2.631 \div 2.700 \text{ Mg/m}^3$

## Relazione Generale

### 7.1.2. Analisi granulometrica

All'analisi granulometrica i campioni rientrano per lo più nei campi delle "sabbie limoso-argillose debolmente ghiaiose" e delle "sabbie debolmente limose con ghiaia", con classi granulometriche comprese fra i seguenti intervalli di percentuale:

- ghiaia	1% ÷ 28%
- sabbia	60% ÷ 93%
- limo	6% ÷ 16%
- argilla	0% ÷ 15%

### 7.1.3. Parametri di taglio in termini di tensioni efficaci

Per la definizione dei parametri di taglio in termini di tensioni efficaci sono state eseguite n. 11 prove di taglio diretto in condizioni consolidate e drenate con apparecchio di Casagrande su tre provini.

Da come si evince dai diagrammi le prove di taglio hanno fornito dei parametri, in termini di tensioni efficaci, rientranti nell'ambito dei seguenti valori:

- coesione	$c' = 0 \div 25 \text{ kPa}$
- angolo di attrito interno	$\varphi' = 24^\circ \div 35^\circ$

## 7.2. Prove SPT

Nei livelli più sabbiosi sono state effettuate nel corso dei sondaggi n. 8 prove di penetrazione dinamica "Standard Penetration Test" i cui risultati sono riportati nella seguente tabella.

Sondaggio n.	Prova n.	Quota prova (m)	Numero dei colpi	Indice $N_{\text{spt}30}$
S 1	1	19,50	6 - 5 - 5	10
S 1	2	26,15	12 - 6 - 5	11
S 2	1	12,50	11 - 15 - 23	38
S 2	2	18,50	17 - 24 - 31	55
S 2	3	25,00	20 - 22 - 23	45
S 3	1	15,00	5 - 7 - 8	15
S 3	2	21,00	8 - 9 - 9	18
S 3	3	29,00	7 - 9 - 10	19

### Relazione Generale

Le prove S.P.T. consentono di risalire al comportamento meccanico dei terreni, in particolare quelli incoerenti, sulla scorta di numerose correlazioni proposte da vari AA. tra i parametri geotecnici essenziali ed il valore  $N_{spt30}$  (numero dei colpi necessari all'infissione degli ultimi due tratti di 15 cm).

La scelta dei valori  $N_{spt30}$  va fatta tenendo conto di numerosi elementi che influenzano i risultati della prova stessa, i principali sono:

- profondità della prova
- presenza d'acqua
- granulometria dei sedimenti

La profondità della prova influenza il risultato  $N_{spt}$ , giacché al variare della profondità varia anche la tensione litostatica efficace ( $\sigma_v = \gamma \times h$ ); tra le tante proposte formulate da vari Autori quella che sembra correntemente più convalidata è quella di GIBBS & HOLTZ (1957), i quali introducono un fattore di correzione "CN" ricavabile dal grafico (da Cestelli Guidi), al fine di riportare tutte le prove ad una tensione litostratigrafica di riferimento pari ad 1 Kg/cm<sup>2</sup>.

La presenza d'acqua nei terreni formati in prevalenza da sabbie limose addensate, come nel caso in esame, ha influenza sui valori  $N_{spt30}$ . Infatti TERZAGHI & PECK (1948), GIBBS & HOLTZ (1957), BAZARAA & PECK (1967 – 1969) consigliano di apportare la seguente correzione:

$$N_{corretto} = 15 + 0.5(N_{spt30} - 15) \text{ con } N_{spt30} > 15$$

La granulometria dei sedimenti influenza decisamente i risultati delle prove S.P.T.; numerosi studi sono stati effettuati in tal senso (GIBBS & HOLTZ, 1957; BURMISTER, 1962; DESAI, 1970; MARCUSON & BIEGANOUSKI, 1977; CERRUTI, 1979) senza però portare ad una definizione quantitativa del problema.

La valutazione dell'angolo di attrito interno in termini di tensione efficace  $\varphi'$ , per i terreni incoerenti, può essere eseguita adottando la correlazione proposta da YUKITAKE SHIOI & JIRO FUKUNI (1982) ed utilizzata in Giappone dallo ROAD BRIDGE SPECIFICATION e dallo JAPANESE NATIONAL RAILWAY:

$$\varphi' = 0.3N_{spt30} + 27$$

Relazione Generale

Sondaggio n.	Prova n.	Quota prova (m)	Numero dei colpi	Indice $N_{spt30}$	Indice $N_{spt30cor.}$	$\varphi'$ (di picco)
S 1	1	19,50	6 - 5 - 5	10	6	29°
S 1	2	26,15	12 - 6 - 5	11	6	29°
S 2	1	12,50	11 - 15 -	38	31	36°
S 2	2	18,50	17 - 24 -	55	35	37°
S 2	3	25,00	20 - 22 -	45	26	35°
S 3	1	15,00	5 - 7 - 8	15	11	30°
S 3	2	21,00	8 - 9 - 9	18	10	30°
S 3	3	29,00	7 - 9 - 10	19	10	30°

Per quanto concerne invece il grado di addensamento dei terreni incoerenti una valutazione può essere fatta ricorrendo alla relazione proposta da MEYERHOF (1957), basata sui dati sperimentali di GIBBS & HOLTZ (1957), che fornisce il valore "stimato" della densità relativa con  $\sigma'_v = 1 \text{ Kg/cm}^2$ :

$$Dr = 21 \sqrt{N_{spt30} / (\sigma'_v + 0.7)}$$

Infine, il modulo di compressibilità può essere valutato sulla scorta della correlazione proposta da DENVER (1982):

$$E = s_1 N_{spt30} + s_2$$

in cui  $s_1$  ed  $s_2$  sono costanti che dipendono dalla granulometria dei sedimenti e, nel caso dei terreni in esame  $s_1 = 0,478 \text{ MPa}$  ed  $s_2 = 7,17 \text{ MPa}$  (WEBB, 1970) Il valore medio corretto  $N_{spt30cor.}$  ricavato dalle prove effettuate nell'ambito dei terreni sabbioso-limosi ed utilizzabile per le correlazioni risulta pari a circa:

$$N_{spt30cor.} = 17$$

a cui corrispondono i seguenti parametri:

- angolo di attrito interno  $\varphi' = 32^\circ$
- densità relativa  $Dr = 66\%$
- modulo di compressibilità  $E = 15.30 \text{ MPa}$

Si tratta quindi di materiali discretamente addensati a cui può verosimilmente essere assegnato un peso di volume: pari a:

## Relazione Generale

$$\gamma = 1.9 \text{ Mg/m}^3$$

Per quanto riguarda il materiale di riempimento, in assenza di prove geotecniche finalizzate alla valutazione dei parametri di taglio, si possono cautelativamente affidare alla matrice ghiaioso-sabbiosa i seguenti parametri:

- |                             |                               |
|-----------------------------|-------------------------------|
| - peso di volume            | $\gamma = 2.0 \text{ Mg/m}^3$ |
| - coesione                  | $c' = 0 \text{ MPa}$          |
| - angolo di attrito interno | $\varphi' = 38^\circ$         |

## 8. ORGANIZZAZIONE DATI E ANALISI STATO DI FATTO

E' stata preventivamente effettuata l'organizzazione dei dati e l'analisi degli stessi. A tal fine si sono effettuate le seguenti indagini ed analisi:

- Rilievo batimetrico dell'area portuale con sistema di rilevamento "MultiBeam";
- Rilievo topografico delle opere esistenti e installazione di capisaldi e stadia mareometrica georeferenziati;
- Rilievo delle infrastrutture a rete esistenti (caratteristiche funzionali, stato di conservazione etc.);
- Analisi funzionale delle attività portuali e degli scambi intermodali (stato attuale e scenari prevedibili);
- Analisi dell'inquadramento territoriale, urbanistico delle opere con riferimento alla pianificazione in atto e agli aspetti infrastrutturali, architettonici e archeologici nonché alle trasformazioni paesaggistiche;
- Acquisizione dei dati meteo climatici e meteo marini (regimi di moto ondoso, venti, maree, correnti);
- Rilevamento delle caratteristiche geologiche e sedimentologiche del sito, con definizione dei parametri geotecnici dei complessi omogenei sulla base delle indagini geognostiche rese dall'Amministrazione;

Si sono condotti studi e indagini specifiche per individuare le priorità di intervento, di concerto con i tecnici della stazione appaltante, in modo da garantire all'infrastruttura portuale i significativi miglioramenti senza trascurare gli aspetti relativi al traffico marittimo, all'interscambio modale terra/mare, il comfort dell'approdo con l'obiettivo di un sostanziale potenziamento della propria funzionalità e competitività.

## Relazione Generale

In particolare si sono analizzati gli aspetti meteomarini, a partire dall'unità fisiografica per poi arrivare alla zona interessata dall'intervento, per inserire gli interventi in un contesto fisico più ampio, e valutare gli effetti delle opere attesi su tutta l'unità stessa.

In particolare si è studiato in dettaglio innanzitutto il regime del litorale sul quale insiste il porto a partire dalle condizioni di moto ondoso al largo, ed analizzato il clima ondoso locale per valutare la circolazione idraulica che assieme allo stesso moto ondoso è il maggior vettore del trasporto solido responsabile dell'attuale insabbiamento del porto. Per completare il quadro conoscitivo si sono studiati i regimi dei venti delle correnti e della marea. Per tutti gli aspetti specifici si richiama all'elaborato 01\_ED\_RE\_04\_00\_Relazione studio meteomarino.

## 9. INDAGINI E STUDI INTEGRATIVI

Si sono effettuate delle indagini a supporto dei previsti lavori di sistemazione e messa in sicurezza e prolungamento della diga foranea allo scopo di fornire gli elementi per la determinazione delle caratteristiche litostratigrafiche, geotecniche e geodinamiche dei materiali presenti nel sito in oggetto.

Nello specifico sono stati realizzati:

### **Carotaggi:**

- n.3 sondaggi geognostici a rotazione della profondità media di 30 metri;
- foto cassette catalogatrici;
- analisi, interpretazione, elaborazione e redazione stratigrafia.

### **Sondaggi sismici:**

- n.1 Masw;

### **Prelievo campioni:**

- n.11 campioni rimaneggiati;

### **Prove di laboratorio:**

- prove di laboratorio realizzate presso laboratorio certificato

L'insieme delle indagini geognostiche è stato eseguito in conformità alle disposizioni tecniche per le indagini sui terreni e sulle rocce: N.T.C. D.M 17 gennaio 2018 e CIRCOLARE 21 gennaio 2019, n. 7 C.S.LL.PP.;

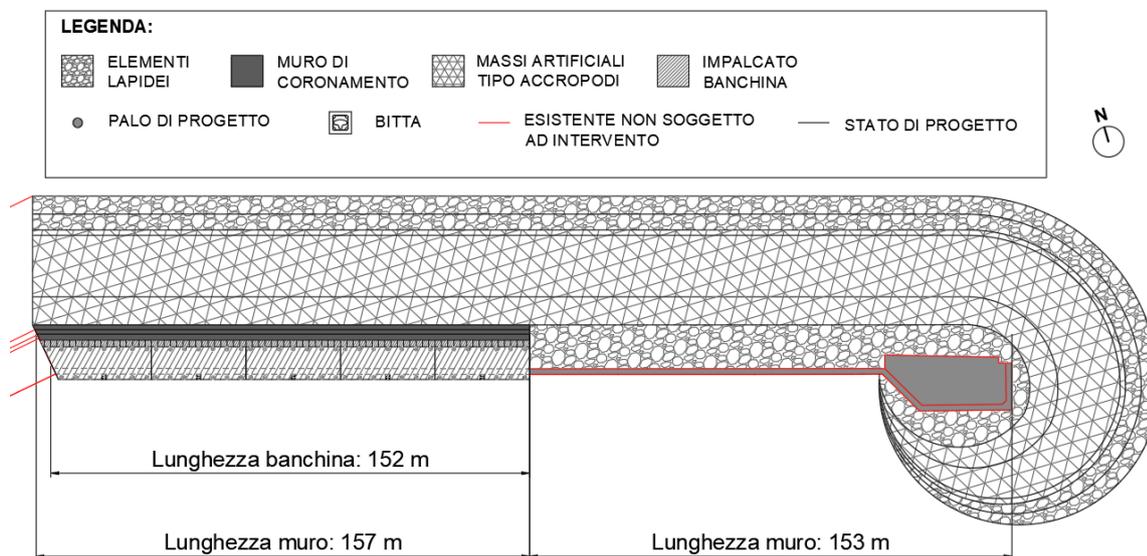
Per ulteriori dettagli si consulti la relazione "01\_ED\_RE\_08 – Relazione indagini".

## 10. CONFIGURAZIONE DI PROGETTO

### 10.1. Dati generali

Il progetto prevede la realizzazione di un impalcato banchina fondato su pali avente lunghezza pari a 152 m e un muro di coronamento avente funzione di paraonde della lunghezza di 157 m. A tergo della struttura così composta e proseguendo per tutta l'estensione del molo foraneo, si prevede una scogliera lato mare costituita da massi naturali e da massi artificiali della tipologia Accropode™.

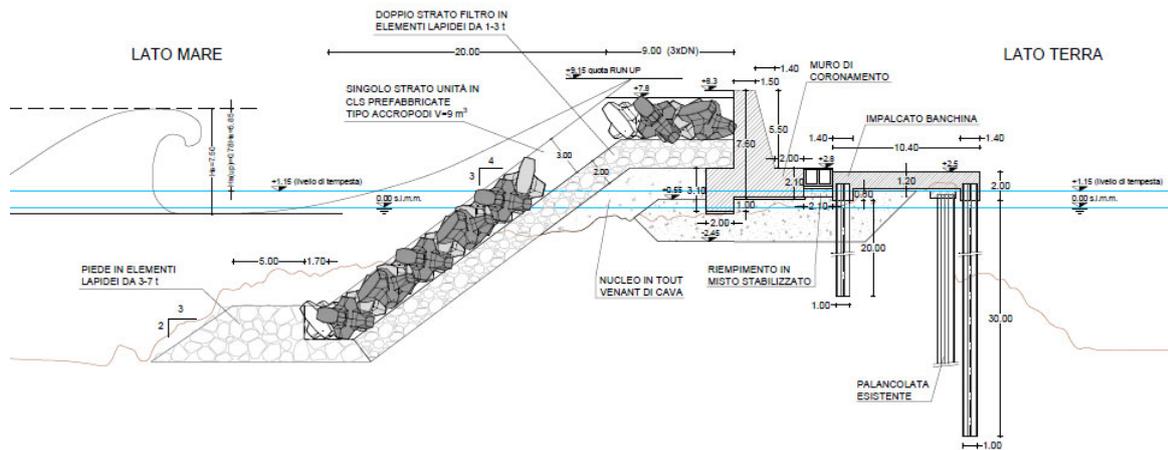
Nella figura successiva si riporta uno stralcio planimetrico della configurazione in progetto.



**Figura 4 – Planimetria generale**

Nella successiva figura si riporta la sezione tipo in corrispondenza del tratto della banchina di nuova realizzazione.

## Relazione Generale



**Figura 5 – Sezione tipo**

L'opera sarà destinata all'ormeggio di navi da diporto maggiore, con scafo superiore a 24m e 600 tonnellate di stazza lorda. Sulla base di questi dati, per limitare la quota di calpestio della banchina, si prevede la parziale demolizione del cordolo in testa alla palancolata esistente che rimarrà strutturalmente indipendente dalle opere in progetto. Dunque le opere esistenti, non essendo collegate alle nuove opere in progetto, non richiedono specifiche indagini conoscitive.

### 10.2. Banchina

La banchina in progetto, avente uno sviluppo complessivo di 152 m, risulta suddivisa in 1+4 blocchi tipologici. Il primo blocco è differente dagli altri 4 in quanto ha una forma in pianta trapezoidale necessaria al raccordo con la prima parte del molo esistente.

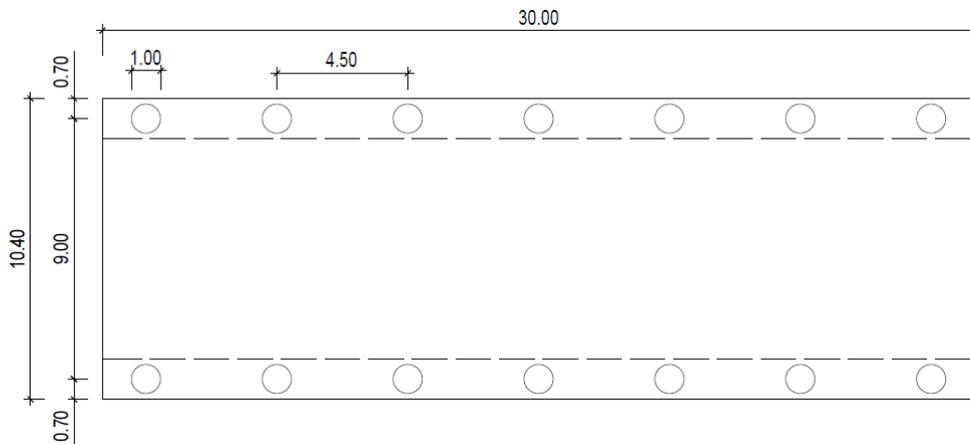
Ogni blocco tipologico è realizzato in calcestruzzo armato e ha dimensioni in pianta pari a 30 m x 10.40 m.

Per ciascun blocco, le fondazioni sono costituite da 14 pali  $\varnothing 1000$  disposti su 2 file. La lunghezza di tali pali varia a seconda della fila, infatti i 7 appartenenti alla fila lato mare, che risultano totalmente interrati all'interno del corpo della diga, presentano una lunghezza totale di 20 m, mentre i 7 lato terra hanno lunghezza complessiva di 30 m di cui 20 m interrati e 10 m semplicemente immersi in acqua.

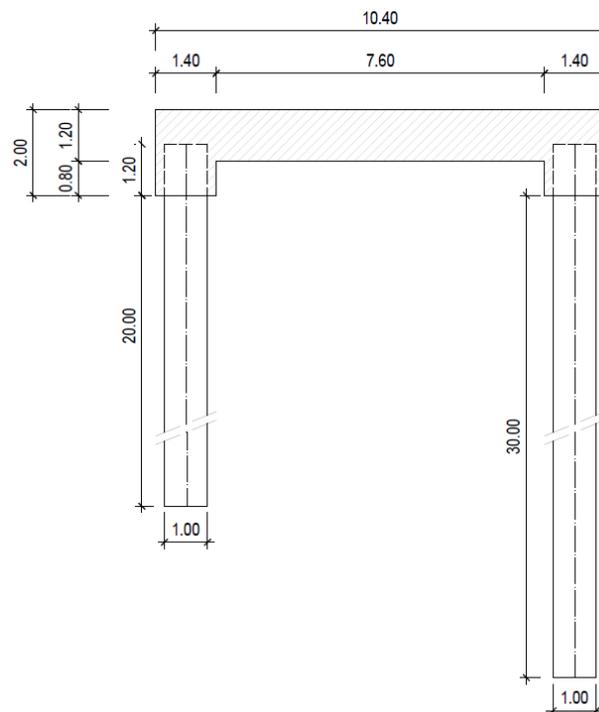
L'elevazione è costituita da un cordolo di dimensioni 1.40 m x 2.00 m che solidarizza le teste dei pali ed un solettone di collegamento avente spessore di 1.20 m.

### Relazione Generale

Per ogni blocco, inoltre, in corrispondenza del palo di mezzeria della fila che dà sullo specchio d'acqua si prevede l'alloggiamento di una bitta resistente ad un tiro di 100 t. In corrispondenza della stessa si prevede un'armatura di rinforzo per il collegamento della bitta con la banchina.



**Figura 6 – Pianta impalcato tipologico**



**Figura 7 – Sezione impalcato**

### 10.3. Muro paraonde

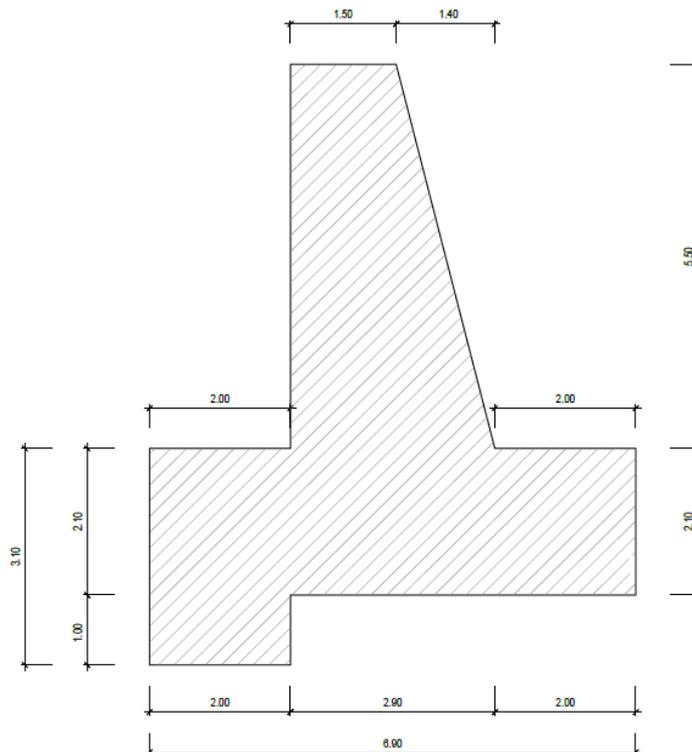
Il muro paraonde in progetto si collegherà come coronamento della diga a scogliera e avrà la funzione di proteggere l'impalcato banchina dal moto ondoso.

### Relazione Generale

Il muro in questione è del tipo a gravità e verrà realizzato in cemento armato. Al di sotto di esso, al fine di offrire una adeguata base di appoggio è prevista la realizzazione di uno strato di rilevato che si fonda direttamente sul nucleo della diga.

Il muro oltre alla funzione di contenimento delle spinte del moto ondoso, assicura la perfetta fruibilità della banchina e garantisce una continuità strutturale-architettonica con il muro paraonde esistente situato nella prima parte di molo.

Esso ha un'altezza fuori terra di 5.50 m, uno spessore in testa pari a 1.50 m con paramento inclinato lato terra fino ad ottenere uno spessore alla base pari a 2.90 m. La fondazione presenta un'altezza pari a 2.10m e una larghezza complessiva pari a 6.90 m. Nella parte lato mare, al fine di contrastare fenomeni di scorrimento e di ribaltamento è stato previsto un piede di larghezza 2.00 m ed altezza 3.10 m.



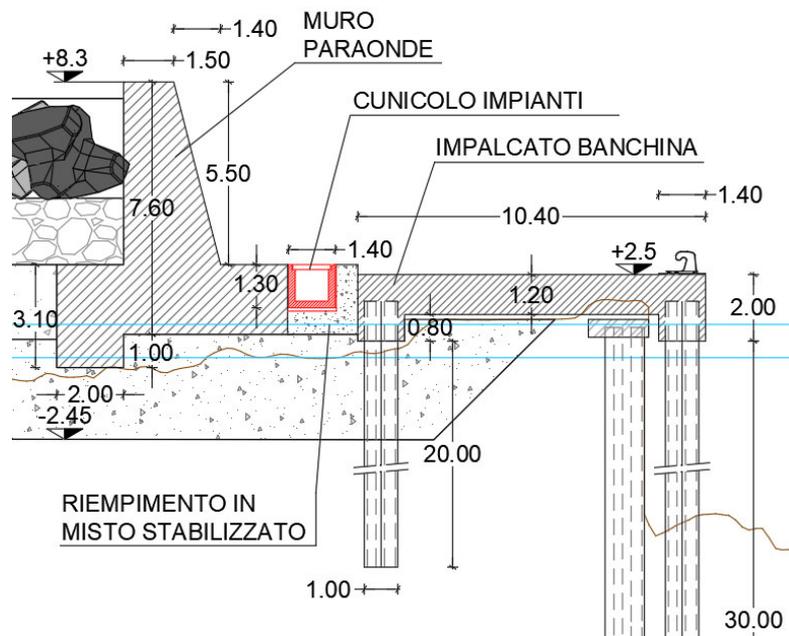
**Figura 8** – Sezione muro paraonde

#### 10.4. Cunicolo impianti

Al fine di garantire l'alloggio per future reti di impianti all'interno della banchina, si predispone un apposito cunicolo impianti. Le dimensioni sono consultabili all'interno della

### Relazione Generale

sezione tipo di progetto. La collocazione è prevista tra l'impalcato banchina ed il muro paraonde di nuova realizzazione. Nell'immagine seguente si riporta la sezione trasversale.



**Figura 9** – Localizzazione cunicolo impianti

### 10.5. Scogliera

La scogliera, come detto, si estende per tutta la lunghezza del molo foraneo, pertanto occuperà tutta la porzione lato mare della sezione di progetto. Il primo tratto si estenderà a tergo della banchina e del muro di coronamento. La restante parte continuerà con la stessa configurazione anche senza banchina e muro.

La scogliera è caratterizzata da un procedimento costruttivo che consiste nel versare scogli o massi in materiale lapideo ed artificiale con mezzi terrestri e marittimi.

Nella fattispecie si possono distinguere:

- un nucleo interno che non è soggetto all'azione del moto ondoso che viene realizzato con materiale di cava (tout-venant); il nucleo è protetto da ulteriori strati intermedi in massi naturali o artificiali le cui dimensioni sono crescenti verso la mantellata secondo la regola dei filtri rovesci di Terzaghi;
- strato intermedio in massi naturali di 2° categoria avente spessore di circa 2m.

Relazione Generale

- una berma al piede, per il contenimento della mantellata, costituita da massi di 3° categoria.
- una infrastruttura direttamente soggetta all'azione del moto ondoso incidente in blocchi artificiali di tipo Accropode™ avente spessore di circa 3m.

10.6. Elaborati di progetto

Nella seguente tabella si riepilogano gli elaborati componenti il progetto, consultabili comunque anche in elenco elaborati allegato al progetto.

Numero	Capitolo	Tipo elaborato	Progressivo	Revisione	Capitolo	Elaborato	Scala	Data di emissione	
<b>ELABORATI TECNICI DESCRITTIVI</b>									
01	01	ED	RE	01	D	ELABORATI TECNICI DESCRITTIVI	ELENCO ELABORATI	-	lug-21
02	01	ED	RE	02	D	ELABORATI TECNICI DESCRITTIVI	RELAZIONE GENERALE	-	lug-21
03	01	ED	RE	03	C	ELABORATI TECNICI DESCRITTIVI	RELAZIONE GEOLOGICA	-	giu-21
04	01	ED	RE	04	A	ELABORATI TECNICI DESCRITTIVI	RELAZIONE STUDIO METEOMARINO	-	feb-21
05	01	ED	RE	05	B	ELABORATI TECNICI DESCRITTIVI	RELAZIONE DI CALCOLO BANCHINA	-	giu-21
06	01	ED	RE	06	B	ELABORATI TECNICI DESCRITTIVI	RELAZIONE DI CALCOLO MURO PARAONDE	-	giu-21
07	01	ED	RE	07	A	ELABORATI TECNICI DESCRITTIVI	RELAZIONE DI CALCOLO SCOGLIERA	-	giu-21
08	01	ED	RE	08	A	ELABORATI TECNICI DESCRITTIVI	RELAZIONE INDAGINI	-	feb-21
09	01	ED	RE	09	A	ELABORATI TECNICI DESCRITTIVI	PROVE DI LABORATORIO	-	feb-21
10	01	ED	RE	10	A	ELABORATI TECNICI DESCRITTIVI	RELAZIONE AMBIENTALE	-	feb-21
11	01	ED	RE	11	A	ELABORATI TECNICI DESCRITTIVI	RELAZIONE ARCHEOLOGICA	-	giu-21
12	01	ED	RE	12	B	ELABORATI TECNICI DESCRITTIVI	RELAZIONE SULLA GESTIONE DELLE MATERIE	-	lug-21
13	01	ED	RE	13	A	ELABORATI TECNICI DESCRITTIVI	RELAZIONE GEOTECNICA	-	giu-21
14	01	ED	RE	14	A	ELABORATI TECNICI DESCRITTIVI	RELAZIONE DELLE OPERE ARCHITETTONICHE	-	lug-21
<b>ELABORATI GENERALI</b>									
15	02	EG	PL	01	B	INQUADRAMENTO GENERALE	COROGRAFIA	-	giu-21
16	02	EG	PL	02	B	INQUADRAMENTO GENERALE	PLANIMETRIA DI INQUADRAMENTO	1:10000	giu-21
17	02	EG	PL	03	A	INQUADRAMENTO GENERALE	PLANIMETRIA FETCH	-	feb-21
18	02	EG	PL	04	B	INQUADRAMENTO GENERALE	SITI DI CAVA E DEPOSITO	-	giu-21
19	02	EG	PL	05	A	INQUADRAMENTO GENERALE	CARTA NAUTICA	-	feb-21
20	02	EG	PL	06	A	INQUADRAMENTO GENERALE	STRALCIO DEL PIANO REGOLATORE GENERALE	-	feb-21
21	02	EG	PL	07	A	INQUADRAMENTO GENERALE	STRALCIO DEL PIANO REGOLATORE PORTUALE	-	feb-21
<b>STATO DI FATTO</b>									
22	03	SF	PL	01	A	STATO DI FATTO	PLANIMETRIA RETICOLO QUOTATO 1/2	1:500	feb-21
23	03	SF	PL	02	A	STATO DI FATTO	PLANIMETRIA RETICOLO QUOTATO 2/2	1:500	feb-21
24	03	SF	PL	03	B	STATO DI FATTO	RILIEVO BATIMETRICO - ISOBATE 0.5	1:1000	giu-21
25	03	SF	PL	04	A	STATO DI FATTO	RILIEVO BATIMETRICO - ISOBATE 0.2 - QUADRO 1	1:500	feb-21
26	03	SF	PL	05	A	STATO DI FATTO	RILIEVO BATIMETRICO - ISOBATE 0.2 - QUADRO 2	1:500	feb-21
27	03	SF	PL	06	A	STATO DI FATTO	RILIEVO BATIMETRICO - PLANIMETRIA FOTOMOSAICO	1:1000	feb-21
28	03	SF	PL	07	A	STATO DI FATTO	RILIEVO BATIMETRICO - VISTE 3D 1/2	-	feb-21
29	03	SF	PL	08	A	STATO DI FATTO	RILIEVO BATIMETRICO - VISTE 3D 2/2	-	feb-21
30	03	SF	PL	09	A	STATO DI FATTO	RILIEVO AEROFOTOGRAMMETRICO - GENERALE	1:1000	feb-21
31	03	SF	PL	10	A	STATO DI FATTO	RILIEVO AEROFOTOGRAMMETRICO - PIANO QUOTATO - QUADRO 1	1:500	feb-21
32	03	SF	PL	11	A	STATO DI FATTO	RILIEVO AEROFOTOGRAMMETRICO - PIANO QUOTATO - QUADRO 2	1:500	feb-21
33	03	SF	PL	12	A	STATO DI FATTO	RILIEVO AEROFOTOGRAMMETRICO - PLAN. CURVE DI LIVELLO 1/2	1:500	feb-21
34	03	SF	PL	13	A	STATO DI FATTO	RILIEVO AEROFOTOGRAMMETRICO - PLAN. CURVE DI LIVELLO 2/2	1:500	feb-21
35	03	SF	PL	14	A	STATO DI FATTO	RILIEVO AEROFOTOGRAMMETRICO - PLANIMETRIA FOTOMOSAICO	1:1000	feb-21
36	03	SF	PL	15	A	STATO DI FATTO	PLANIMETRIA SPECCHIO ACQUEO E OPERE EMERSE - GENERALE	1:1000	feb-21
37	03	SF	PL	16	A	STATO DI FATTO	PLANIMETRIA SPECCHIO ACQUEO E OPERE EMERSE - QUADRO 1	1:500	feb-21
38	03	SF	PL	17	A	STATO DI FATTO	PLANIMETRIA SPECCHIO ACQUEO E OPERE EMERSE - QUADRO 2	1:500	feb-21
39	03	SF	PL	18	A	STATO DI FATTO	PLANIMETRIA DELLE SEZIONI	1:1000	feb-21
40	03	SF	SZ	01	B	STATO DI FATTO	SEZIONI TRASVERSALI 1/2	1:400	giu-21
41	03	SF	SZ	02	B	STATO DI FATTO	SEZIONI TRASVERSALI 2/2	1:400	giu-21
42	03	SF	DF	01	A	STATO DI FATTO	DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA 1/2	1:500	feb-21
43	03	SF	DF	02	A	STATO DI FATTO	DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA 2/2	1:1000	feb-21
<b>ELABORATI DI PROGETTO</b>									
44	04	PR	PL	01	C	ELABORATI DI PROGETTO	PLANIMETRIA GENERALE DI PROGETTO	1:500	giu-21
45	04	PR	PL	02	B	ELABORATI DI PROGETTO	PLANIMETRIA E SEZIONI DEMOLIZIONI	VARIE	lug-21
46	04	PR	PL	03	A	ELABORATI DI PROGETTO	PLANIMETRIA DELLE SEZIONI	1:500	feb-21
47	04	PR	SZ	01	B	ELABORATI DI PROGETTO	SEZIONI TRASVERSALI SU RILIEVO BATIMETRICO	1:400	lug-21
48	04	PR	SZ	02	C	ELABORATI DI PROGETTO	SEZIONE TIPO 1/2	1:200	lug-21
49	04	PR	SZ	03	C	ELABORATI DI PROGETTO	SEZIONE TIPO 2/2	1:200	lug-21
50	04	PR	PF	01	A	ELABORATI DI PROGETTO	PROSPETTI LATERALI	1:500	feb-21
51	04	PR	DI	01	C	ELABORATI DI PROGETTO	MURO PARAONDE - CARPENTERIA	VARIE	lug-21
52	04	PR	AR	01	C	ELABORATI DI PROGETTO	MURO PARAONDE - ARMATURA	1:50	lug-21
53	04	PR	DI	02	C	ELABORATI DI PROGETTO	IMPALCATO BANCHINA - CARPENTERIA	VARIE	lug-21
54	04	PR	AR	02	C	ELABORATI DI PROGETTO	IMPALCATO BANCHINA - ARMATURA	VARIE	lug-21
55	04	PR	PC	01	B	ELABORATI DI PROGETTO	PARTICOLARI COSTRUTTIVI BITTA	1:20	lug-21

Relazione Generale

Numero	Capitolo	Tipo elaborato	Progressivo	Revisione	Capitolo	Elaborato	Scala	Data di emissione
<b>SICUREZZA</b>								
56	05	SIC	RE	01	C	SICUREZZA	PIANO DI SICUREZZA E COORDINAMENTO	- lug-21
57	05	SIC	RE	02	C	SICUREZZA	FASCICOLO DELL'OPERA	- lug-21
58	05	SIC	RE	03	C	SICUREZZA	COMPUTO METRICO ONERI DELLA SICUREZZA	- lug-21
59	05	SIC	DI	01	C	SICUREZZA	LAYOUT DI CANTIERE	- lug-21
<b>ELABORATI TECNICO - ECONOMICI</b>								
60	06	EE	RE	01	C	ELABORATI TECNICO-ECONOMICI	COMPUTO METRICO ESTIMATIVO	- lug-21
61	06	EE	RE	02	A	ELABORATI TECNICO-ECONOMICI	ELENCO PREZZI	- feb-21
62	06	EE	RE	03	A	ELABORATI TECNICO-ECONOMICI	INCIDENZA MANODOPERA	- feb-21
63	06	EE	RE	04	B	ELABORATI TECNICO-ECONOMICI	QUADRO ECONOMICO	- lug-21
64	06	EE	RE	05	B	ELABORATI TECNICO-ECONOMICI	CRONOPROGRAMMA	- lug-21
65	06	EE	RE	06	B	ELABORATI TECNICO-ECONOMICI	PIANO DI MANUTENZIONE	- giu-21
66	06	EE	RE	07	B	ELABORATI TECNICO-ECONOMICI	CAPITOLATO SPECIALE D'APPALTO	- lug-21
67	06	EE	RE	08	B	ELABORATI TECNICO-ECONOMICI	SCHEMA DI CONTRATTO	- lug-21
68	06	EE	RE	09	B	ELABORATI TECNICO-ECONOMICI	SCHEMA COMPETENZE TECNICHE	- lug-21
69	06	EE	RE	10	A	ELABORATI TECNICO-ECONOMICI	CRITERI DI AGGIUDICAZIONE DELL'OFFERTA	- giu-21

Figura 10 – Elenco elaborati

## 11. CONFORMITÀ AI PIANI REGOLATORI E V.I.A

Trattandosi di progetto di messa in sicurezza, il progetto è di per se stesso anche Piano Regolatore Portuale. L'opera sarà destinata all'ormeggio di navi da diporto maggiore, con scafo superiore a 24m e 600 tonnellate di stazza lorda.

Al presente progetto si allega il Parere Commissione Regionale LL PP n°45 del 09-12 e 14-12-2004.

## 12. SITI DI CAVA E DEPOSITO

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

Si riportano degli stralci planimetrici individuanti i 2 siti.

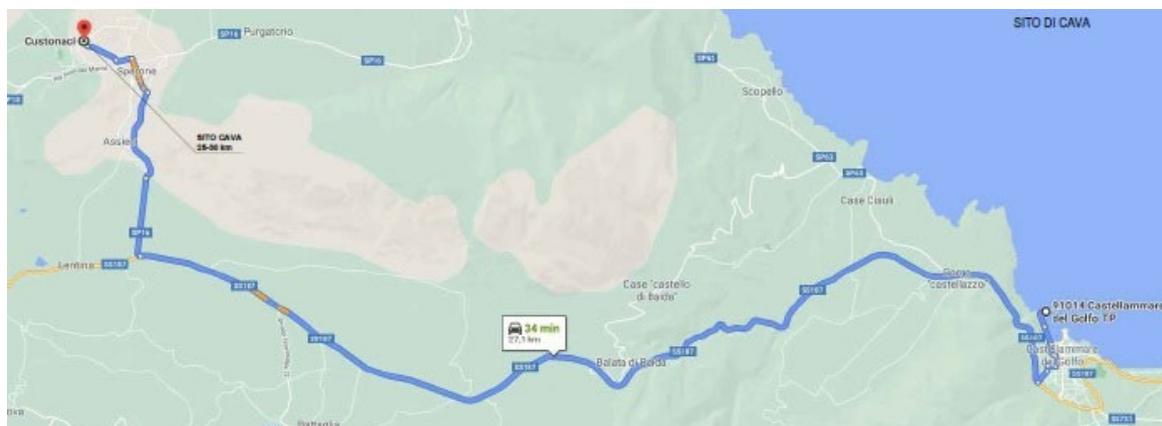
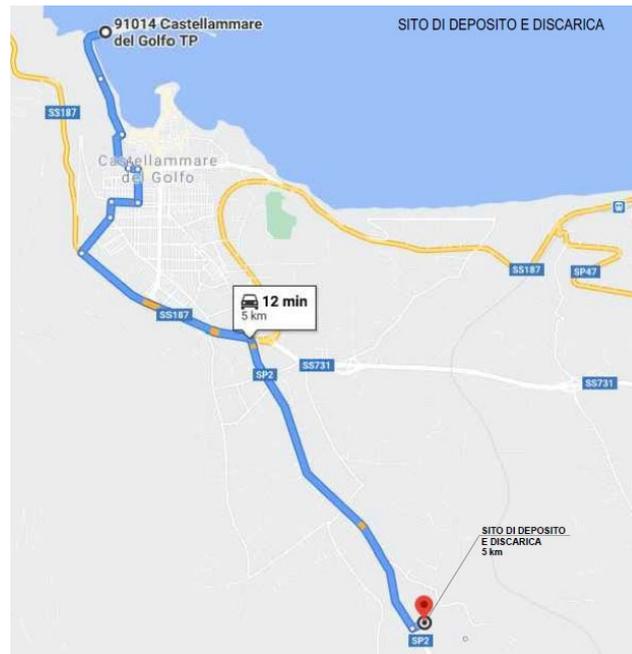


Figura 11 – Sito di cava

## Relazione Generale



**Figura 12 – Sito di deposito**

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.

### **13. CRONOPROGRAMMA**

Per la realizzazione dell'opera sono previsti n°318 giorni totali. Nella tabella successiva si riporta il numero di giorni per ciascuna macro lavorazione. Inoltre, per visionare la sequenza delle diverse fasi di lavorazioni e le relative sovrapposizioni, si consulti il cronoprogramma allegato al progetto.

### Relazione Generale

ID	Nome attività	Durata
1	<b>GIORNI TOTALI</b>	<b>318 g</b>
2	<b>INCANTIERAMENTO</b>	<b>7 g</b>
3	INCANTIERAMENTO	7 g
4	<b>DEMOLIZIONI E MOVIMENTI MATERIA</b>	<b>40 g</b>
5	DEMOLIZIONI	20 g
6	MOVIMENTI MATERIA	20 g
7	<b>BANCHINA</b>	<b>96 g</b>
8	PALI	71 g
9	IMPALCATO	25 g
10	<b>DIGA</b>	<b>105 g</b>
11	NUCLEO	15 g
12	STRATO FILTRO	20 g
13	BERMA AL PIEDE	30 g
14	MANTELLATA	40 g
15	<b>MURO PARONDE</b>	<b>120 g</b>
16	MURO IN C.A.	120 g
17	<b>COMPLEMENTI</b>	<b>10 g</b>
18	CUNICOLO SERVIZI	10 g
19	BITTE	1 g
20	<b>SCANTIERAMENTO</b>	<b>5 g</b>
21	SCANTIERAMENTO	5 g

*Figura 13 – Elenco giorni totali e durata macro lavorazioni*

## 14. IMPORTI DI SPESA

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 lavori ammontano complessivamente a € 8'716'126.37 compresi i costi della sicurezza. Inoltre, si sono considerati gli oneri per la progettazione esecutiva, mentre 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 € 9'268'587.14 articolato secondo il quadro economico che di seguito si riporta:

Relazione Generale

<b>QUADRO ECONOMICO</b>			
<b>A)</b>	<b>Lavori a base di Appalto</b>		
a1	Totale lavori	€	<b>8 499 899,74</b>
a2	Oneri della sicurezza non soggetti a ribasso	€	216 226,63
	<b>TOTALE LAVORI (a1+a2)</b>		<b>€ 8 716 126,37</b>
a3	Oneri per la progettazione esecutiva e CSP (Oneri previdenziali ed IVA compresa)	€	119 276,82
			<b>€ 119 276,82</b>
<b>B)</b>	<b>Somme a disposizione della stazione appaltante</b>		
b1	Rilievi , accertamenti, indagini spese Commissione Giudicatrice	€	15 000,00
b2	Spese tecniche relative alla direzione lavori e CSE	€	210 692,64
b3	Spese per attività di consulenza e supporto (IVA compresa)	€	20 000,00
b4	Oneri per Autorità di vigilanza	€	800,00
b5	Incentivo per funzioni tecniche	€	67 881,84
b6	Spese per prove di laboratorio (IVA compresa)	€	30 000,00
b7	Oneri di accesso a discarica (IVA compresa)	€	20 000,00
b8	Inarcassa 4%	€	8 427,71
b9	Oneri IVA 22% su b2+b8	€	48 206,48
b10	Imprevisti ed arrotondamenti (<10%)	€	12 175,29
	<b>Totale Somme a Disposizione</b>	€	<b>433 183,95</b>
	<b>Totale Importo Investimento</b>		<b>€ 9 268 587,14</b>

## 15. PROGETTAZIONE ESECUTIVA

Il progetto esecutivo non dovrà contenere contenuti inferiori rispetto ai minimi previsti dall'articolo 33 comma 1 del D.P.R. 207/2010. Per la sua redazione si stimano 90 giorni.

## 16. ATTESTAZIONE DEL PROGETTISTA

Il progetto definitivo in oggetto risulta rispondente al progetto preliminare ed alle prescrizioni dettate in sede di approvazione dello stesso.