



MINISTERO DELLA DIFESA
SEGRETARIATO GENERALE DELLA DIFESA E DIREZIONE NAZIONALE DEGLI ARMAMENTI
DIREZIONE DEI LAVORI E DEL DEMANIO
1° Reparto - Ufficio Basi Blu



INTEGRAZIONE, AGGIORNAMENTO E COORDINAMENTO DELLO STUDIO DI FATTIBILITÀ,
ELABORATO DALL'A.D., PER LA “REALIZZAZIONE DI UN NUOVO PONTILE CHIAPPARO”
CIG 9620109D13 - CUP D52F23000000001

Documento di Fattibilità delle Alternative Progettuali (DOCFAP)
(Articolo 2 Allegato I.7 D.Lgs. n. 36/2023)

A	RELAZIONE TECNICO-ILLUSTRATIVA	Data: 01-03-2024
		Scala:



PROJECT MANAGER

ing. Antonino SUTERA

**RESPONSABILE INTEGRAZIONE
PRESTAZIONI SPECIALISTICHE**

ing. Salvatore RUSSO

GRUPPO DI LAVORO

Progettazione Generale

ing. Salvatore RUSSO
ing. Tindara Cristina GRASSO
arch. Francesca GANGEMI
geom. Antonino CHILLE'

Strutture

ing. Giuseppe BERNARDO
ing. Marco Natale PAPA
ing. Fabrizio MENTISANO
ing. Giovanni ARENA
ing. Leone NACITI

Impianti

ing. Enrico D'ARGENZIO
ing. Eugenio CIMINO
ing. Davio BUORO
ing. Jacopo PELLEGRINI

REVISIONI			
	Rev. n°	Data	Motivazione

Responsabile del Procedimento C.V. (INFR) Francesco VULPITTA Direttore dell'Esecuzione C.F. (INFR) Salvatore DI BELLA	Visti/Approvazioni
--	--------------------

INDICE

1	PREMESSA	4
2	SINTESI INTRODUTTIVA SOLUZIONE PROGETTUALE PRESCELTA E INTERFERENZE CON ALTRI INTERVENTI NELL’AREA	7
2.1	SOLUZIONE PROGETTUALE	7
2.2	INTERFERENZE CON ALTRI INTERVENTI NELL’AREA	8
3	ANALISI DELLO STATO DI FATTO	9
3.1	QUADRO CONOSCITIVO INDAGINI DI CARATTERIZZAZIONE DEL SITO	10
4	INQUADRAMENTO TERRITORIALE AREA DI INTERVENTO	11
5	COROGRAFIA, STRALCI CARTOGRAFICI E COMPATIBILITÀ CON GLI STRUMENTI URBANISTICI, CON LA MAPPA ARCHEOLOGICA E CON I VINCOLI DI SETTORE	13
5.1	COROGRAFIA	13
5.1	COMPATIBILITÀ CON GLI STRUMENTI URBANISTICI, CON LA MAPPA ARCHEOLOGICA E CON I VINCOLI DI SETTORE	14
6	STUDIO DI FATTIBILITÀ: SINTESI ORIGINARIE PREVISIONI PROGETTUALI E REQUISITO OPERATIVO	77
6.1	DESCRIZIONE SINTETICA DEGLI INTERVENTI PREVISTI NELLO STUDIO DI FATTIBILITÀ AGLI ATTI DELL’AMMINISTRAZIONE	77
6.2	INTERFERENZE ESISTENTI	80
6.3	ELEMENTI UTILI ALLA DEFINIZIONE DEL REQUISITO TECNICO OPERATIVO	82
7	RIFERIMENTI NORMATIVI	85
8	INDIVIDUAZIONE E ANALISI DELLE ALTERNATIVE PROGETTUALI	88
8.1	INDICAZIONI COMUNI PER LA PROGETTAZIONE DELLE OPERE	88
8.2	INDIVIDUAZIONE ALTERNATIVE PROGETTUALI	89
8.3	DRAGAGGI	218
8.4	MATRICE ANALISI DELLE ALTERNATIVE PROGETTUALI: CONFRONTO CARATTERISTICHE FUNZIONALI, TECNICHE, AMBIENTALI, ECONOMICHE, TEMPISTICHE PER L’ATTUAZIONE E	

	MANUTENIBILITÀ	223
8.5	INDICAZIONI PER LA STESURA DEI LIVELLI PROGETTUALI	275
8.6	RACCOMANDAZIONI GENERALI PER LA PROGETTAZIONE	275
8.7	RACCOMANDAZIONI PER LA PROGETTAZIONE ARMONIZZATA	277
9	SOLUZIONE PROGETTUALE PRESCELTA	278
9.1	VERIFICA E ANALISI TECNICA DELLA COMPATIBILITÀ REALIZZATIVA DELLE OPERE CIVILI RISPETTO AGLI ALTRI INTERVENTI	278
9.2	VERIFICA E ANALISI TECNICA DELLA COMPATIBILITÀ REALIZZATIVA DELLE OPERE IMPIANTISTICHE RISPETTO AGLI ALTRI INTERVENTI	281
10	QUADRO ECONOMICO	286
11	CRONOPROGRAMMA	287
12	PRIME INDICAZIONI SICUREZZA	288
12.1	INQUADRAMENTO NORMATIVO	288
12.2	INDICAZIONI GENERALI PER IL COORDINAMENTO DELLA SICUREZZA IN FASE DI PROGETTAZIONE	288
12.3	INDICAZIONI METODOLOGICHE PER LA STESURA DEI PIANI DI SICUREZZA	290
12.4	RISCHI PARTICOLARI PRESENTI IN CANTIERE	292
12.5	ANALISI E VALUTAZIONE DEI RISCHI CORRELATI E/O CORRELABILI ALL’AREA E ALL’ORGANIZZAZIONE DEL CANTIERE	292
12.6	VALUTAZIONE DEL RISCHIO DOVUTO ALLA PRESENZA DI ORDIGNI BELLICI INESPLOSI	293
13	ALLEGATI	296
A.1	QUADRO CONOSCITIVO DEL SITO: INDAGINI DI CARATTERIZZAZIONE	

<i>DISPONIBILI</i>	296
<i>B ELABORATI GRAFICI:</i>	296
<i>B.1 INQUADRAMENTO TERRITORIALE</i>	296
<i>B.2 STRALCI CARTOGRAFICI</i>	296
<i>B.3 PLANIMETRIA GENERALE</i>	296
<i>B.4 ELABORATI GRAFICI SOLUZIONE PROGETTUALE INFRASTRUTTURA:</i>	296
<i>ALTERNATIVA 1</i>	296
<i>B.5 ELABORATI GRAFICI SOLUZIONE PROGETTUALE INFRASTRUTTURA:</i>	296
<i>ALTERNATIVA 2</i>	296
<i>B.6 ELABORATI GRAFICI SOLUZIONE PROGETTUALE INFRASTRUTTURA:</i>	296
<i>ALTERNATIVA 3</i>	296
<i>B.7 ELABORATI GRAFICI IMPIANTI ELETTRICI</i>	296
<i>B.8 ELABORATI GRAFICI IMPIANTI MECCANICI</i>	296
<i>C DETERMINAZIONE DEI CORRISPETTIVI AI SENSI DEL DM 17/06/2016</i>	296
<i>D COMPUTO METRICO ESTIMATIVO RILIEVI E INDAGINI</i>	296

1 PREMESSA

La presente Relazione tecnico – illustrativa, inerente la “Realizzazione di un nuovo Pontile Chiapparo” (CIG 9620109D13 - CUP D52F23000000001), viene resa ai sensi dell’art. 2 dell’Allegato I.7 del D.Lgs. 36/2023, in adempimento dell’affidamento con Scrittura Privata N. 375 di Rep. in data 27-03-2023 e atto di rettifica N. 377 di Rep. del 05-05-2023, così come disposto con successiva nota RUP prot. M_D A7504A9 REG2023 0023146 del 04-08-2023 nell’ambito del procedimento tecnico-amministrativo la cui cronistoria è appresso riportata.

Il servizio di integrazione, aggiornamento e coordinamento dello Studio di Fattibilità, elaborato dall’A.D., per la “Realizzazione di un nuovo Pontile Chiapparo” (CIG 9620109D13 - CUP D52F23000000001), è stato aggiudicato alla Società di Ingegneria Dinamica S.r.l. a seguito di procedura di gara espletata dal Ministero della Difesa, giusta Determina del Direttore n. 124 del 17-02-2023 e affidato, come premesso, con Scrittura Privata N. 375 di Rep. in data 27-03-2023 e atto di rettifica N. 377 di Rep. del 05-05-2023.

Il servizio è stato consegnato con Verbale di avvio dell’esecuzione in data 15-06-2023.

Lo scopo dell’affidamento risulta originariamente connesso con l’aggiornamento dello Studio di Fattibilità in riferimento alle disposizioni contenute nel Disciplinare Tecnico e, in particolare, attraverso gli elaborati indicati all’art. 12 dello stesso Disciplinare ai sensi del D.P.R. n. 207 del 05-10-20210.

In considerazione delle intervenute disposizioni legislative afferenti il Nuovo Codice dei Contratti, la Società di Ingegneria Dinamica S.r.l., con nota mail-pec in data 12-07-2023, ha manifestato la propria disponibilità ad adeguare il servizio affidato ai contenuti normativi e tecnici disciplinati dal D.Lgs. n. 36/2023.

Previo sospensione temporanea del servizio disposta con verbale in data 14-07-2023, l’Ufficio del RUP/DEC, riscontrando positivamente la succitata opportunità normativa e procedurale con nota prot. M_D A7504A9 REG2023 0023146 del 04-08-2023, ha disposto la ripresa del servizio con verbale in data 04-08-2023.

L’area del Mar Grande di Taranto, ove insiste la Base Navale (S.N.M.G.) di alta valenza NATO e Internazionale, è oggetto di programmi di sviluppo che prevedono di assicurare un crescente numero PP.OO. per le Unità Navali Maggiori destinate a stazionare nella sede di Taranto ovvero in temporaneo transito nella Base Navale stessa.

In tale ottica si inquadra il Programma “BASI BLU” che prevede il potenziamento e l’ammodernamento della Base con lo scopo di ottenere una infrastruttura portuale adeguata alle esigenze d’ormeggio delle nuove Unità Navali Maggiori. Nell’ambito del citato programma Basi Blu, la SNMG di Taranto ricade nella categoria delle infrastrutture destinate alle basi navali della Marina Militare ed è riconducibile alle “Opere destinate alla Difesa Nazionale”.

I lavori di potenziamento della SNMG di Taranto sono stati suddivisi in tre interventi separati denominati **INTERVENTO A**, **INTERVENTO B** e **INTERVENTO C**.

L’**INTERVENTO A**, nell’ambito del Programma “Basi Blu” - Adeguamento e ammodernamento delle capacità di supporto logistico delle Basi della M.M.I. - Stazione Navale in Mar Grande di Taranto, di competenza della Direzione dei Lavori e del Demanio (GENIODIFE), è un intervento di lungo termine e riguarda la realizzazione delle opere di ammodernamento e ampliamento della

Base, prevedendo nello specifico le seguenti attività:

- dragaggio della Darsena Grande e consolidamento dei suoi banchinamenti;
- ampliamento del molo Nord (molo Rotundi);
- realizzazione del nuovo Pugliese;
- opere accessorie di completamento a mare e a terra (urbanizzazione, servizi, impianti e arredi di banchina).

L'INTERVENTO B, denominato *Dragaggio avamporto, area pennelli e area Chiapparo; Consolidamento banchina Chiapparo; Implementazione impianti alimentazione PPA/FREMM presso banchina Chiapparo; Sistemazione aree verdi*, è un intervento di breve - medio termine che riguarda opere di minor impatto economico e con tempistiche realizzative più brevi finalizzate a salvaguardare le esigenze di ormeggio minime della Marina Militare previste appunto nel breve periodo.

Tale intervento prevede le seguenti azioni:

- dragaggio avamporto, area Chiapparo e area pontili fregate;
- demolizione del pontile Chiapparo;
- consolidamento della banchina Chiapparo;
- ammodernamento/rinnovamento delle opere accessorie (implementazione degli impianti per alimentazione PPA/FREMM presso la banchina Chiapparo e sviluppo delle aree verdi).

Con riferimento all'Intervento B, ad oggi, sono state espletate le seguenti attività:

- caratterizzazione ambientale e geotecnica dell'Avamporto, dell'area Pontili Fregate e dell'area Pontile Chiapparo (i risultati della campagna di caratterizzazione sono stati validati da ARPA Puglia, ai sensi del D.Lgs. n. 152/2006 Parte IV – Titolo V Allegato 2, giusto PEC prot. n. 46448 in data 23/06/2022, assunta al protocollo della D.G.M. TA al n. 7286 del 24/06/2022);
- relativamente alla prevista demolizione pontile Chiapparo, il progetto definitivo risulta di prossimo avvio;
- relativamente allo sviluppo delle aree verdi presso la Stazione Navale Mar Grande (S.N.M.G.) e il Comprensorio Logistico Mar Grande (C.L.M.G.) di Taranto è stato redatto uno studio di fattibilità a cura di tecnici interni all'A.D..

L'INTERVENTO C, oggetto della presente progettazione nell'ambito del *Programma “Basi Blu” - Adeguamento e Ammodernamento delle capacità di supporto logistico delle basi della M.M.I. - Stazione Navale in Mar Grande di Taranto*, rappresenta un intervento integrativo degli interventi A e B ed ha lo scopo di aumentare la ricettività in termini di banchinamenti e PP.OO. per le UU.NN. di nuova generazione, realizzare una darsena interna protetta dedicata al ricovero e all'ormeggio del Naviglio Minore Locale (N.M.L.) in uso alla Stazione Navale di Taranto e adeguare il quarto pennello fregate alle caratteristiche dimensionali e impiantistiche degli altri tre.

Nel dettaglio, tale intervento prevede le seguenti attività:

- dragaggio delle aree oggetto d'intervento fino alla profondità di 12,00 m s.l.m.;
- realizzazione del nuovo molo “Chiapparo”;
- prolungamento del 4° pennello fregate.

L'obiettivo procedurale, tecnico-amministrativo e progettuale è quindi finalizzato all'inserimento

armonico, compatibile e funzionale dell'intervento denominato "C" nell'ambito della medesima area in cui ricadono i due separati interventi denominati intervento "A" e intervento "B" in corso di progettazione con particolare riferimento agli aspetti relativi alla modellazione BIM.

Pertanto, attraverso i succitati complessivi interventi di ammodernamento e potenziamento, la Stazione Navale Mar Grande potrà esser dotata di adeguate infrastrutture per l'ormeggio e la connessione elettro-idraulica (modalità Nave in Porto) di n.ro 22 Unità Navali Maggiori di nuova generazione e il ricovero dei mezzi minori nella zona sud della Base.

La produzione documentale afferente l'intervento "C" elaborata attraverso il presente Documento di Fattibilità delle Alternative Progettuali (DOCFAP), scaturente dall'implementazione dell'originario Studio di Fattibilità elaborato dell'A.D., è volta al coordinamento e alla omogenizzazione della progettazione delle opere civili e impiantistiche, ai precedenti interventi "A" e "B", nel rispetto delle condizioni ambientali e di verifica normativa sito-specifica delle opere in progetto rispetto all'area di ricadenza SIN, alla vicinanza di aree protette e di aree demaniali marittime dedicate alla mitilicoltura, limitando al contempo l'ulteriore consumo di suolo.

Le previsioni progettuali delle opere e delle infrastrutture nonché il loro inserimento ambientale e paesaggistico, non potendo in alcun modo contemplare tra le soluzioni alternative l'ipotesi di non realizzazione e/o delocalizzazione dell'intervento per ragioni superiori di difesa e sicurezza, sono state sviluppate con un livello di approfondimento commisurato alla natura ed importanza dell'intervento in questione.

Il presente aggiornamento del documento fa riferimento e seguito alla nota M_D A7504A9 REG2023 0037282 12-12-2023 del Responsabile del Procedimento, ricevuta con mail-pec in data 12-12-2023 e recante "richiesta aggiornamento e perfezionamento della documentazione progettuale", con la quale si chiedevano integrazioni esplicative e, nel contempo, il recepimento di eventuali perfezionamenti/indicazioni scaturenti dalla nota del CSLLPP in riferimento all'Intervento A.

Nell'ottica dell'armonizzazione tra i diversi interventi previsti nella Stazione Navale Mar Grande di Taranto, il presente documento recepisce, quindi, i contenuti della predetta nota istruttoria del Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici (m_inf.AE02F53.REGISTRO UFFICIALE.U.0013222.09-11-2023 acquisita al protocollo M_D A7504A9 REG2023 0033121 09-11-2023 di Geniodife) resa, come detto, sul PFTE relativo all'Intervento A.

Pertanto, nella presente stesura del DOCFAP inerente all'Intervento C, sono state incardinate (paragrafo 8.7), quali raccomandazioni per la redazione del PFTE, le principali indicazioni formulate per l'Intervento A, riguardanti i seguenti temi progettuali:

- vita nominale da assumere per la progettazione delle opere;
- eventuale studio Analisi Costi Benefici, redatta nei termini previsti dalle Linee Guida di cui al D. Lgs. 228/2011, almeno per la soluzione progettuale prescelta.

2 SINTESI INTRODUTTIVA SOLUZIONE PROGETTUALE PRESCELTA E INTERFERENZE CON ALTRI INTERVENTI NELL’AREA

2.1 Soluzione progettuale

Come più estesamente descritto nel prosieguo del presente documento, la soluzione progettuale prescelta per l'intervento in esame scaturisce dal confronto comparato tra le alternative prese in considerazione (**Alternativa 1**: *tipologia di banchina a cassoni cellulari*; **Alternativa 2**: *tipologia di banchina a cofferdam*; **Alternativa 3**: *tipologia di banchina a giorno su pali*), individuate in relazione alla tipologia strutturale, confronto che ha consentito di incardinare la soluzione che presenta il miglior rapporto tra costi e benefici per la collettività e per l'ambiente, in relazione alle specifiche esigenze da soddisfare e alle prestazioni da fornire.

Tale confronto, operato tenendo in considerazione, oltre agli aspetti strutturali (*semplicità costruttiva delle strutture, intensità dei consolidamenti sui terreni e/o sedimenti di dragaggio, stabilità e cedimenti dell'opera, agitazione interna alla Darsena*), le tematiche tecnico-economiche (*impatto sull'operatività della base navale, necessità di presidi e/o piattaforme di lavoro, aspetti manutentivi, costi e tempi di realizzazione*), ambientali e vincolistiche, ha condotto a prediligere la soluzione progettuale denominata “Alternativa 3” che prevede la realizzazione di una struttura a giorno su pali.

La predetta soluzione prevede che il nuovo molo “Chiapparo” venga realizzato con impalcato a giorno su pali trivellati, attraverso moduli strutturalmente indipendenti collegati tra loro mediante giunti tecnici. In testa ai pali è prevista l'installazione di pulvini prefabbricati in c.a. che consentiranno, in fase costruttiva, il posizionamento delle travi, anch'esse prefabbricate in calcestruzzo armato, di lunghezza variabile a seconda degli interassi tra i pali. Esse costituiranno, a struttura ultimata, il graticcio di travi dell'impalcato. Su tale “griglia” di travi saranno allocate lastre prefabbricate tipo “predalles” e soletta di completamento.

L'impalcato sarà completato con idonea sovrastruttura all'interno della quale verranno alloggiati i cunicoli dei sottoservizi.

Ciascun palo sarà profondamente infisso nel complesso delle argille subappennine e dovrà assolvere, sin dalle prime fasi costruttive, alle esigenze di resistenza strutturale necessaria. A tal fine per ciascuno di essi è prevista una camicia a perdere in acciaio di spessore 14 mm che dovrà essere ammortata per un minimo di 2,00 m nel substrato di depositi limosi-argillosi consistenti.

Per ogni singolo modulo, i pali di fondazione saranno opportunamente progettati in funzione della stratigrafia dell'area di competenza ed eventualmente diversificati in funzione delle condizioni geotecniche locali.

Il costo per la realizzazione delle opere previste in progetto (dragaggio, nuovo molo “Chiapparo” e prolungamento del 4° pennello fregate, entrambi con struttura a giorno su pali) è stato stimato in € 105 000 000,00.

2.2 Interferenze con altri interventi nell’area

Come già anticipato in premessa, il Programma “BASI BLU” prevede il potenziamento e l’ammodernamento della Stazione Navale in Mar Grande di Taranto (S.N.M.G.) con lo scopo di assicurare un crescente numero di PP.OO. per le Unità Navali Maggiori.

Tali obiettivi saranno raggiunti attraverso la realizzazione, nella medesima area, di tre distinti interventi (Intervento A, Intervento B e Intervento C) che, seppur separati e funzionalmente autonomi, sono da considerarsi strettamente connessi e correlati tra di loro e, pertanto, è imprescindibile coordinare e omogeneizzare la progettazione delle opere civili e impiantistiche previste nell’ambito di ciascuno di essi.

In accordo alle previsioni della Marina Militare Italiana la realizzazione del “Nuovo Pontile Chiapparo” comporterà:

- l’incremento della ricettività in termini di banchinamenti e computo totale di PP.OO. per le UU.NN. di nuova generazione in linea con i piani di sviluppo e ammodernamento della Squadra Navale programmati da MARISTAT;
- la realizzazione di una darsena interna protetta dedicata al ricovero e all’ormeggio in condizioni di sicurezza del Naviglio Minore Locale in uso alla Stazione Navale di Taranto (MARISTANAV).
- il miglioramento della prontezza operativa del naviglio minore, attualmente dislocato in massima parte presso la Stazione Navale Mar Piccolo, che potrà beneficiare di una darsena dedicata quando opera nell’area di Mar Grande.

L’incremento della capacità ricettiva per FREMM/PPA e LSS/LHD scaturente dalla costruzione del nuovo “Chiapparo” consentirà presumibilmente di sopperire ai disagi connessi con l’esecuzione dei lavori in Darsena Grande previsti nell’ambito dell’Intervento A.

L’individuazione della “migliore” soluzione progettuale per l’Intervento C all’esame discende direttamente dal quadro conoscitivo acquisito e dall’esperienza maturata nell’ambito della progettazione dell’Intervento A, aspetti che hanno perseguito la più ampia compatibilità dei due distinti interventi in termini tipologici, strutturali, impiantistici.

La stesura del presente DOCFAP inerente l’Intervento C è stata implementata sulla base delle caratteristiche dei terreni e del modello geotecnico ricostruito nella pregressa esperienza progettuale inerente l’Intervento A, nonché in relazione agli studi effettuati a corredo della stessa.

La conoscenza sito-specifica e del quadro esigenziale ha consentito altresì di operare un aggiornamento del requisito tecnico operativo prevedendo per le Unità Navali Maggiori, in coerenza con l’Intervento A, parabordi distanziati di 12,50 m con dimensioni 2 m x 2 m.

Infine, è stata curata la compatibilità dell’Intervento C con gli interventi A e B per gli aspetti legati agli impianti elettrici e speciali, con riferimento all’adeguatezza delle infrastrutture di consegna e di distribuzione elettrica della Base, e per gli aspetti legati agli impianti meccanici, con riguardo all’adeguatezza delle infrastrutture di stoccaggio e di distribuzione delle reti carburanti, idroniche e di scarico della Base.

Ulteriori interferenze, discendenti dalla eventuale contemporaneità degli interventi A, B e C sull’area di interesse, dovranno essere adeguatamente coordinati e condivisi con la Committenza, sia in fase di progetto che di esecuzione, attraverso l’aggiornamento degli elaborati recanti lo studio delle interferenze e, quindi, dei cronoprogrammi.

3 ANALISI DELLO STATO DI FATTO

L'esistente pontile Chiapparo, la cui demolizione è prevista nell'ambito dell'Intervento B del Programma “Basi Blu” - Adeguamento e ammodernamento delle capacità di supporto logistico delle Basi della M.M.I. - Stazione Navale in Mar Grande di Taranto, presenta struttura in cemento armato gettato in opera ed è caratterizzato da un piano di calpestio che consente l'alloggiamento di un volume tecnico destinato a contenere le tubazioni a servizio degli impianti di approvvigionamento carburanti per le navi della Marina Militare.

Lungo il pontile sono sistemate le reti idriche a servizio dell'impianto antincendio, le linee elettriche di alimentazione dell'impianto di illuminazione e la tubazione di scarico a mare delle acque reflue depurate provenienti dall'impianto di depurazione Sud a servizio della Base Navale. Tale tubazione si estende lungo tutto il pontile e per altri 150 m oltre la testata dello stesso, appoggiata sul fondale marino.

Allo stato attuale il pontile risulta inagibile a causa dello stato di degrado strutturale che lo caratterizza.



Figura 1 – Area pontile Chiapparo allo stato attuale

3.1 Quadro conoscitivo indagini di caratterizzazione del sito

Il presente paragrafo rimanda agli esiti delle campagne disponibili per il sito in esame e per i siti ad esso limitrofi in relazione a rilievi, indagini ambientali, geologiche, geotecniche, geognostiche, bonifica da ordigni bellici già eseguiti nell’area di ricadenza dell’intervento denominato “C” (Allegato A.1).

Il progettista del PFTE dovrà adeguatamente implementare le indagini a disposizione ricostruendo così un quadro conoscitivo completo ed esaustivo finalizzato a caratterizzare compiutamente il sito di intervento in esame subordinatamente alla soluzione progettuale conclusivamente assunta.

4 INQUADRAMENTO TERRITORIALE AREA DI INTERVENTO

La Stazione Navale di Taranto (SNMG) si colloca al margine orientale del Mar Grande, in uno specchio acqueo protetto dalla diga foranea meridionale e dalla diga della Tarantola ed è ubicata sulla sponda Sud-Est del Mar Grande di Taranto.

L’attuale base sorge sull’area demaniale denominata “Chiapparo” e comprende le banchine Nord, Sud, “Chiapparo” e “Darsena Grande”, quattro pontili Fregate e il molo Rotundi.

La Stazione Navale comprende, oltre alle opere a mare che consentono l’ormeggio delle unità navali, infrastrutture logistiche, officine, magazzini, rete viaria; inoltre, lungo le banchine si sviluppano due gallerie dove sono allocate le reti di distribuzione di tutti i servizi necessari alle suddette unità navali ormeggiate.

Il pontile Chiapparo è collocato a Sud della base navale della Marina Militare ed è utilizzato per lo sbarco del gasolio destinato ai serbatoi della MM. Esso presenta forma a Y con i due bracci orientati, rispettivamente, a Ovest e a Nord e di lunghezza pari a 120 m.



Figura 2 – Inquadramento territoriale



Figura 3 – Inquadramento area di intervento

5 COROGRAFIA, STRALCI CARTOGRAFICI E COMPATIBILITÀ CON GLI STRUMENTI URBANISTICI, CON LA MAPPA ARCHEOLOGICA E CON I VINCOLI DI SETTORE

5.1 Corografia

La Stazione Navale Mar Grande di Taranto sorge sull’omonimo specchio acqueo sito nella parte settentrionale del Golfo di Taranto.

Il Mar Grande bagna la porzione di costa compresa tra il continente e le Isole Cheradi e comunica con il Mar Piccolo in soli due punti: il canale naturale di Porta Napoli e il canale artificiale navigabile che separa lo storico insediamento urbano dal resto della città.



Figura 4 – Carta Tecnica Regionale 2008 (SIT Puglia)

5.1 Compatibilità con gli strumenti urbanistici, con la mappa archeologica e con i vincoli di settore

Si riporta di seguito una ricognizione dei Piani e dei Programmi vigenti, nonché del regime vincolistico esistente in riferimento agli strumenti di pianificazione e programmazione nazionali, regionali, provinciali e comunali:

- **PIANIFICAZIONE E PROGRAMMAZIONE NAZIONALE E INTERNAZIONALE**
 - Siti di Interesse Nazionale (SIN)
 - Rete Natura 2000
 - Important Bird Area (IBA)
 - Documento Programmatico Pluriennale della Difesa per il triennio 2021-2023 (DPP)
 - Piano Stralcio per l’Assetto Idrogeologico (PAI)
 - Piano di Gestione del Rischio Alluvioni (PGRA)
 - Piano di Gestione delle Acque (PGA)
 - Piano Nazionale Integrato per l’Energia e il Clima
 - Strategia Nazionale di Sviluppo Sostenibile
 - Piano per la Transizione Ecologica
 - Piano Nazionale di Adattamento ai Cambiamenti Climatici (PNACC)
 - Codice dell’Ordinamento Militare
 - Piano di Gestione dello Spazio Marittimo Italiano
- **PIANIFICAZIONE E PROGRAMMAZIONE REGIONALE**
 - Piano di Tutela delle Acque (PTA)
 - Piano Paesaggistico Territoriale Regionale (PPTR)
 - Piano Operativo Regionale (POR)
 - Piano Regionale delle Coste (PRC)
 - Piano Regionale della Qualità dell’Aria (PRQA)
 - Piano Regionale di Gestione dei Rifiuti Speciali
 - Piano Regionale dei Trasporti
 - Regolamento Regionale 30 Dicembre 2010, n. 24
 - Piano Energetico Ambientale Regionale (PEAR)
 - Strategia Regionale di Sviluppo Sostenibile
 - Piano Faunistico Venatorio Regionale
 - Aree Naturali Protette
 - Quadro di Assetto Tratturi
 - Piano Regionale della Attività Estrattive (PRAE)
 - Pianificazione e Sviluppo della Pesca e dell’Acquacoltura regionale e FEAMP
 - Piano Regionale di Bonifica delle Aree Inquinata
- **PIANIFICAZIONE E PROGRAMMAZIONE PROVINCIALE**

- Piano di Disinquinamento per il Risanamento del Territorio della Provincia di Taranto
- **PIANIFICAZIONE E PROGRAMMAZIONE COMUNALE**
 - Piano Regolatore Generale del Comune di Taranto (PRG)
 - Piano Comunale delle Coste (PCC)
 - Piano Regolatore Portuale (PRP)
 - Piano di Gestione dei Sedimenti del Porto di Taranto (ISPRA)

5.1.1 Siti di Interesse Nazionale (SIN)

In Puglia sono presenti 4 SIN che ricadono per 10.552 ettari a terra e per 13.458 ettari a mare. Il SIN di Taranto, identificato con il n. 7, è stato istituito con la L. 426/98 dove viene incluso nelle aree industriali e siti ad alto rischio ambientale per cui effettuare i primi interventi di bonifica di interesse nazionale (art. 1 comma 4) e trova le sue Norme di Perimetrazione nel D.M. 10/01/2000 (G.U. 45 del 24/02/2000).

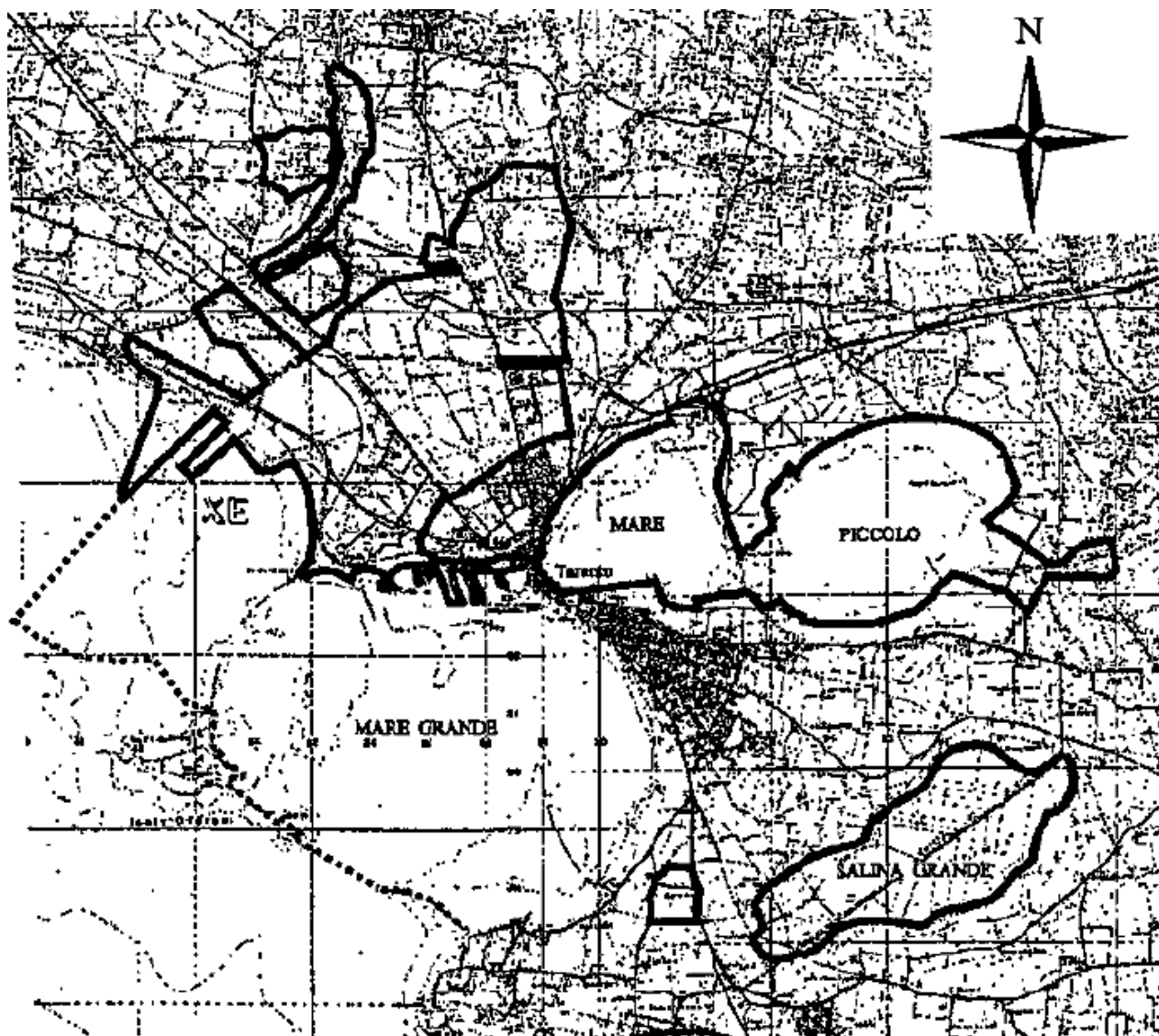


Figura 5 – Perimetrazione del sito di interesse nazionale “TARANTO” (Gazzetta Ufficiale - G.U. n. 45 del 24/02/2000)

La superficie interessata dal SIN è di circa 125 km², dei quali 73 km² in area marina (Mar Grande e Mar Piccolo). Nelle aree private, circa 22 km², le imprese interessate hanno effettuato una caratterizzazione di circa l'80% della superficie ma, tuttavia, con procedure spesso non del tutto definite in sede di conferenza dei servizi per prescrizioni ancora pendenti sui piani presentati.

5.1.2 Rete Natura 2000

Istituita ai sensi della Direttiva 92/43/CEE “Habitat”, la Rete Natura 2000 è una rete ecologica diffusa su tutto il territorio dell'Unione Europea al fine di garantire il mantenimento a lungo termine degli habitat naturali e si configura come strumento principale per la conservazione della biodiversità, ovvero delle specie di flora e fauna minacciati o rari a livello comunitario.

La Rete Natura 2000 è costituita da Siti di Interesse Comunitario (SIC), dalle Zone Speciali di Conservazione (ZSC) e dalle Zone di Protezione Speciale (ZPS); in particolare, SIC E ZSC sono designati a norma della Direttiva Habitat di cui sopra, mentre le ZPS sono designate a norma della Direttiva 79/409/CEE “Uccelli”.

All’interno dello specchio acqueo del Mar Grande di Taranto non sono presenti siti appartenenti alla Rete Natura 2000, come desumibile dalla figura sottostante. L’area oggetto di intervento, ubicata nei pressi della Base Navale di Mar Grande di Taranto, si trova a circa 3,3 km in linea d’aria dal SIC IT9130004 “Mar Piccolo” e a circa 4,7 km in linea d’aria dal SIC/ZSC IT9130008 “Posidonieto Isola di San Pietro – Torre Canneto” prospiciente capo San Vito. A circa 9 km, invece, si trova la ZSC IT9130002 “Masseria Torre Bianca”.



Figura 6 – Rete Natura 2000 (Geoportale Nazionale - Servizio di Consultazione WMS)

5.1.3 Important Bird Area (IBA)

Le IBA (Important Bird Area) sono aree di estrema rilevanza per le comunità di uccelli selvatici, individuate in tutto il mondo sulla base di criteri ornitologici applicabili su larga scala, per le quali sono previste delle misure di tutela particolari al fine di salvaguardare l’avifauna e la biodiversità in generale.

Nella zona oggetto di intervento non si rileva la presenza di IBA. La più vicina si trova a circa 11,5

km a nord-ovest, com'è possibile osservare nella figura sottostante.



Figura 7 – IBA - Important Bird Areas (Geoportale Nazionale - Servizio di Consultazione WMS)

5.1.4 Documento Programmatico Pluriennale della Difesa per il triennio 2021-2023 (DPP)

Con il Documento Programmatico Pluriennale 2021-2023 (DPP), il Ministro della Difesa presenta al Parlamento lo stato di previsione della spesa, per l'anno finanziario 2021 e per il triennio 2021-2023, approvato con la Legge di Bilancio 2021. Oltre al quadro finanziario di riferimento, il DPP fornisce un aggiornamento sulle attività che vedono impegnata la Difesa, in chiave tanto previsionale quanto consuntiva. Ciò in aderenza ai contenuti dei lineamenti programmatici del Dicastero e dell'Atto di Indirizzo 2024, che traccia le Linee di Indirizzo generali della Difesa, con un orizzonte programmatico triennale, definendo le Priorità Politiche che le aree Tecnico-Operativa e Tecnico-Amministrativa sono chiamate a seguire nell'utilizzo delle risorse finanziarie rese disponibili.

Il DPP rappresenta in primo luogo lo strumento con cui il Ministro illustra al Parlamento le previsioni di spesa per l'anno in corso e per il biennio a venire, ma assolve anche alla funzione di condividere con i cittadini le attività e le esigenze intrinseche dello Strumento militare, contribuendo ad aumentare nella collettività nazionale sia la consapevolezza del ruolo svolto dalle Forze Armate, sia il livello di partecipazione democratica alle scelte governative, in materia di sicurezza e difesa nazionale e internazionale.

Tra i programmi operanti del DPP per il triennio 2021-2023 è presente il “Programma d’interventi per l’ammodernamento delle infrastrutture operative, tecnico-logistiche ed alloggiative degli arsenali di Taranto, La Spezia, Augusta e del Centro di Munizionamento Avanzato (CIMA) di Aulla”. Avviato nel 2007, alimentato anche tramite risorse deliberate dal CIPE, il termine era previsto per il 2022, sono, tuttavia, in valutazione delle fasi successive.

5.1.5 Piano Stralcio per l’Assetto Idrogeologico (PAI)

Il PAI della Regione Puglia si pone come obiettivo immediato la redazione di un quadro conoscitivo generale dell’intero territorio di competenza dell’Autorità di Bacino, in termini di inquadramento delle caratteristiche morfologiche, geologiche e idrogeologiche, facendo riferimento anche agli eventi critici storici che consentono di individuare le aree soggette a dissesto idrogeologico di cui è possibile effettuare una prima valutazione del rischio.

L’area oggetto di intervento è situata nella parte centrale della Regione, caratterizzata dalla presenza del rilievo delle Murge, un altopiano che raggiunge i 686 m s.l.m. e da colline che non superano i 200 m di quota a nord-est di Taranto, le cosiddette Murge tarantine.

Per quanto riguarda la pericolosità geomorfologica la provincia di Taranto e quella di Brindisi non sono interessate da dinamica franosa. In merito alla pericolosità idraulica, invece, insistono aree a pericolosità sia bassa che media che elevata. Come emerge nelle figure sottostanti, l’area oggetto di intervento non è interessata da pericolosità idraulica e geomorfologica né da rischio; pertanto, per essa non sono previste particolari prescrizioni.



Figura 8 – Pericolosità geomorfologia e pericolosità idraulica (Autorità di Bacino Distrettuale dell'Appennino Meridionale)

PROGRAMMA “BASI BLU” - ADEGUAMENTO E AMMODERNAMENTO DELLE CAPACITÀ DI SUPPORTO LOGISTICO DELLE BASI DELLA M.M.I. – STAZIONE
NAVALE IN MAR GRANDE DI TARANTO – INTERVENTO “C”

INTEGRAZIONE, AGGIORNAMENTO E COORDINAMENTO DELLO STUDIO DI FATTIBILITÀ, ELABORATO DALL’A.D., PER LA
“REALIZZAZIONE DI UN NUOVO PONTILE CHIAPPARO” – CIG 9620109D13 – CUP D52F23000000001

Documento di Fattibilità delle Alternative Progettuali (DOCFAP) (Articolo 2 Allegato I.7 D.Lgs. n. 36/2023)

RELAZIONE TECNICO-ILLUSTRATIVA

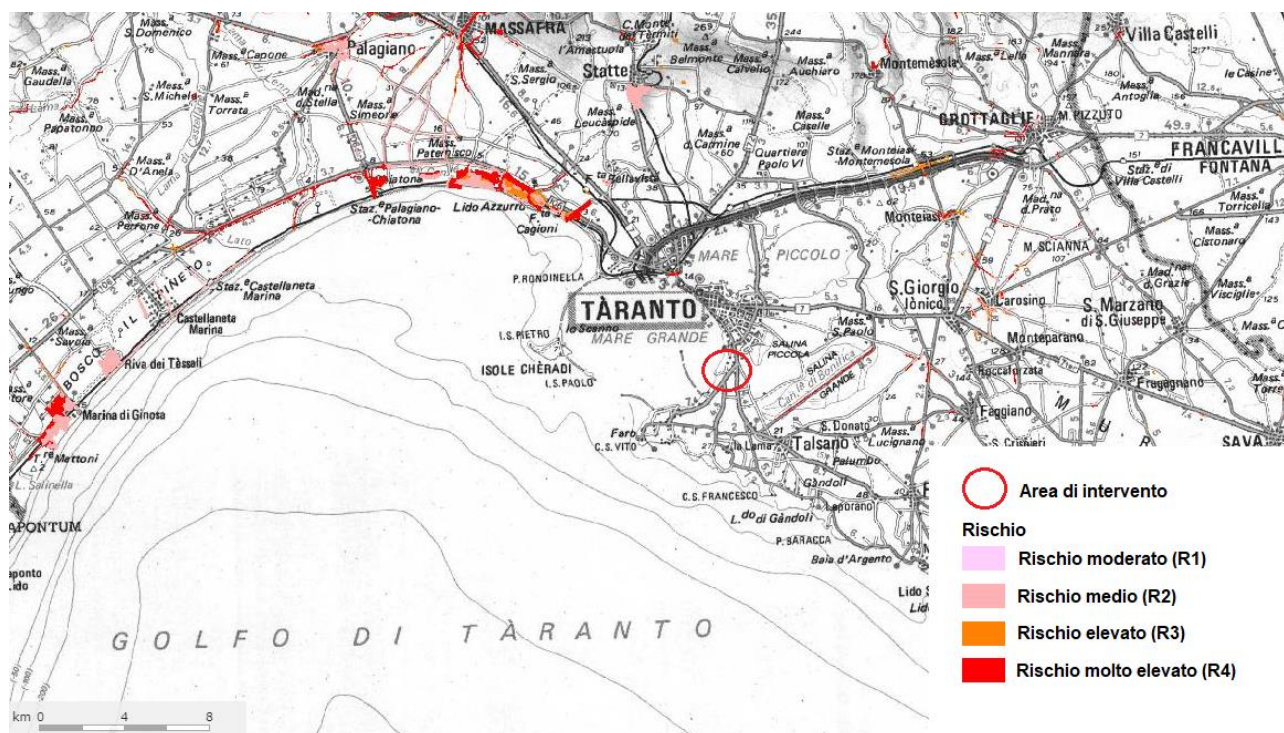


Figura 9 – Carta del rischio (Autorità di Bacino Distrettuale dell'Appennino Meridionale)

5.1.6 Piano di Gestione del Rischio Alluvioni (PGRA)

Il Piano di Gestione del Rischio delle Alluvioni rappresenta lo strumento con cui valutare e gestire il rischio alluvioni per ridurre gli impatti negativi per la salute umana, l'ambiente, il patrimonio culturale e le attività economiche. Sulla base delle criticità emerse dall'analisi delle mappe di pericolosità e rischio sono state individuate le misure di prevenzione, protezione, preparazione e recupero post-evento per la messa in sicurezza del territorio. In tale processo di pianificazione, il Piano permette il coordinamento dell'**Autorità di Bacino** e della **Protezione Civile** per la gestione in tempo reale delle piene, con la direzione del Dipartimento Nazionale.

L'ambito di applicazione del PGRA è caratterizzato dall'elevata estensione territoriali e dalla pluralità di elementi esposti a differenti tipologie di eventi alluvionali, per cui il PGRA è strutturato per ambiti territoriali definiti *Unit of Management – UOM*.

La Puglia rientra nella *UOM Regionale Puglia/Ofanto ITR161I020*, la quale è caratterizzata da un'estensione di circa 19.800 km² e coinvolge i territori interessati da eventi alluvionali contraddistinti da differenti meccanismi di formazione e propagazione dei deflussi di piena. Al fine di orientare meglio le scelte del piano la UOM Regionale Puglia/Ofanto è stata a sua volta suddivisa in 6 Ambiti Territoriali Omogenei, schematizzati nella figura sottostante.

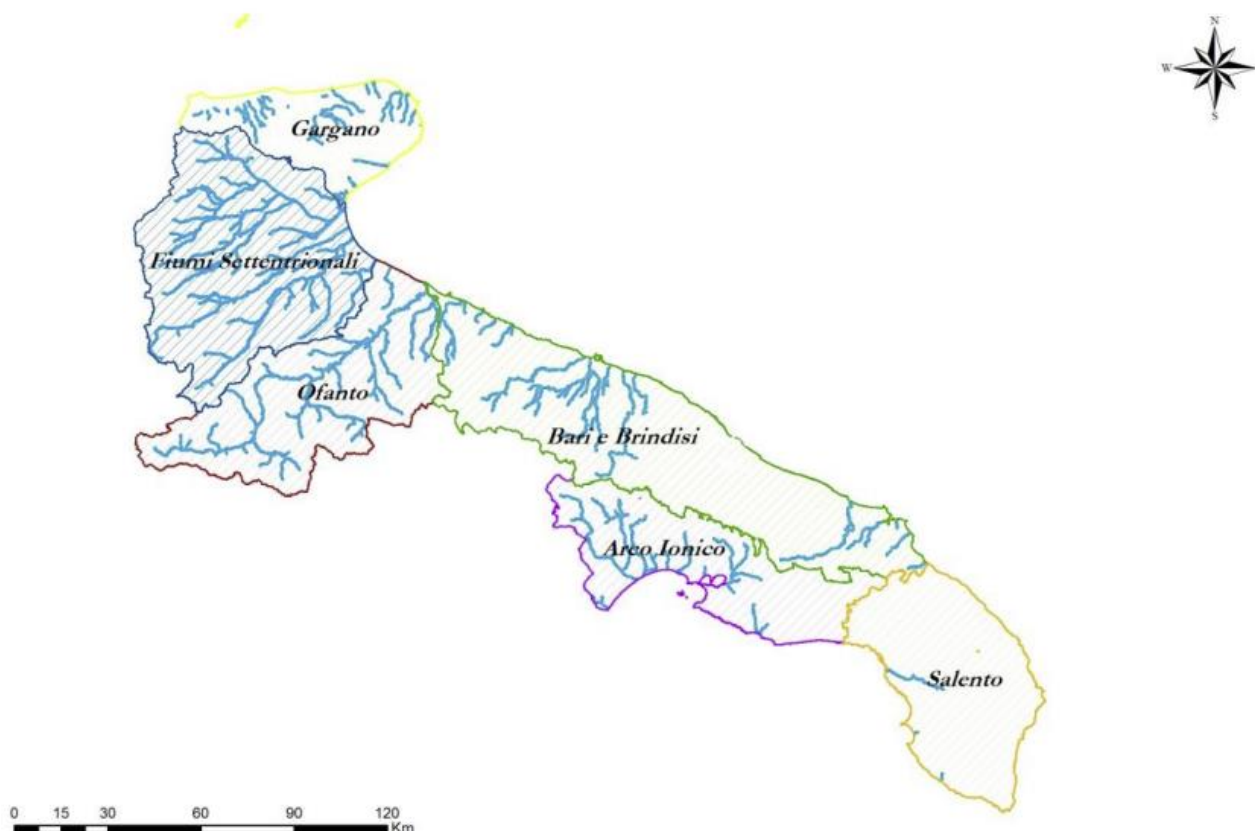


Figura 10 – Ambiti Territoriali Omogenei del territorio di competenza dell’Autorità di Bacino della Puglia

L’area oggetto di intervento ricade nell’Ambito Territoriale Omogeneo denominato “*Arco ionico*”, il quale insiste su una superficie di 2.530 km² ed è contraddistinto da una serie di corsi d’acqua che sfociano sul mar Ionio. Tali corsi d’acqua sono spesso caratterizzati, soprattutto nei tratti medio-montani, da sezioni di deflusso molto strette e profonde, localmente chiamate “gravine”. I corsi d’acqua più importanti in quest’Ambito sono: il Fiume Lato, il Fiume Lenne, il Canale d’Aiedda, il Fiume Patemisco e il Fiume Tara.

Sono stati realizzati ingenti interventi di bonifica e di sistemazione idraulica dei tratti terminali dei reticoli dei fiumi Lato, Lenne, Galaso e del Canale d’Aiedda che, tuttavia, non hanno definitivamente risolto il problema delle frequenti esondazioni fluviali e del frequente interrimento delle foci per accumulo e rimaneggiamento di materiale solido, favorito anche della contemporanea azione di contrasto provocata dal moto ondoso. In alcuni tratti del litorale tarantino, in virtù delle relazioni che intercorrono fra livelli litologici a differente grado di permeabilità, le acque di falda presenti nel sottosuolo, e alimentate per la natura prevalentemente carsica del territorio sotteso, vengono a giorno in prossimità del litorale, ove danno origine sia alle risorgive sottomarine caratteristiche del Mar Piccolo.

Circa il 7% del territorio è in aree a pericolosità idraulica, di cui circa 450 km² in alta pericolosità, 650 km² in media pericolosità e 235 km² in bassa pericolosità. L’ambito territoriale omogeneo che presenta la più alta percentuale delle aree a pericolosità idraulica mappate nel PAI è quella dei Fiumi

Settentrionali, con il 41%; segue l'Ofanto (18%), l'Arco Ionico e il territorio delle province di Bari e Brindisi (15%), il Salento (7%), ed infine Gargano (4,3%).

Gli obiettivi specifici del Piano, stabiliti a scala distrettuale, devono concorrere alla riduzione delle conseguenze negative delle alluvioni sui seguenti recettori: salute umana, ambiente, patrimonio culturale e attività economiche; per tale ragione, essi sono stati suddivisi in funzione dei recettori come riportato nella tabella successiva.

Come rappresentato nella figura sottostante, dal quadro d'unione delle mappe di pericolosità e rischio alluvione emerge che l'area di intervento non dispone delle stesse.

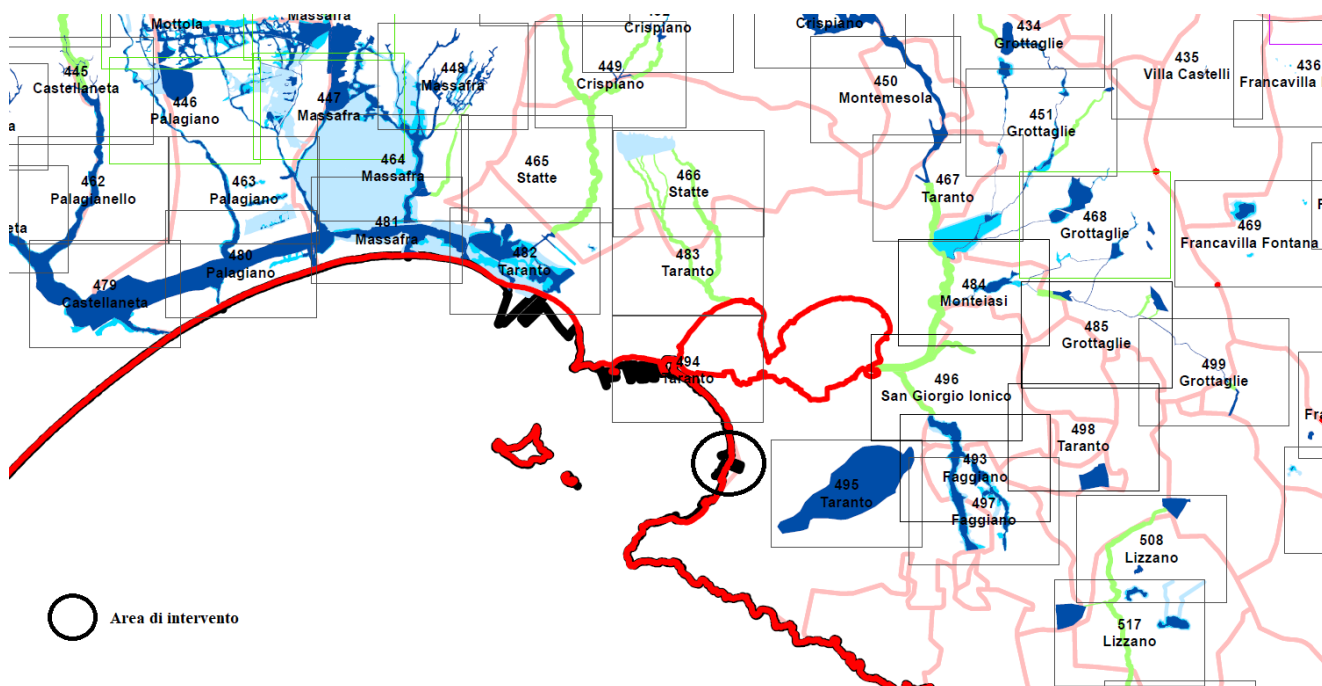


Figura 11 – Stralcio del Quadro di unione delle mappe di pericolosità e rischio (Allegato 2.1.0 del PGRA)

5.1.7 Piano di Gestione delle Acque (PGA)

Il Piano di Gestione delle Acque (PGA) è lo strumento di pianificazione introdotto dalla direttiva 2000/60/CE, recepita a livello nazionale con il D.Lgs. 152/2006 il quale, con l'art. 64, ha ripartito il territorio nazionale in 8 distretti idrografici. I Piani di Gestione delle Acque, redatti per ogni distretto, hanno lo scopo di ridurre l'inquinamento, impedire il deterioramento e migliorare lo stato ambientale dei sistemi acquatici, degli ecosistemi terrestri e delle aree umide sotto il profilo del fabbisogno idrico nonché di perseguire il raggiungimento di un buono stato ambientale di tutti i corpi idrici, sia superficiali che sotterranei.

L'intera Regione Puglia rientra nel Distretto Idrografico dell'Appennino Meridionale, il quale ha adottato il Piano di Gestione Acque I Fase ciclo 2009-2014 il 24 febbraio 2010 e lo ha approvato il 10 aprile 2013 e ha redatto la II Fase ciclo 2015-2021 nel 2016 e l'ha approvato il 27 ottobre 2016. Con la Delibera n.1 del 29 dicembre 2020 è stato adottato il progetto di secondo aggiornamento del Piano di Gestione delle Acque 2021-2027 – terzo ciclo di gestione.

L'area oggetto di intervento ricade all'interno dell'unità idrografica con codice 07 “*Bradano e minori entroterra Taranto*”, la quale si estende fra il territorio pugliese (con le province di Barletta-Andria, Bari, Brindisi e Taranto) e quello lucano (toccando entrambe le province), interessando un numero complessivo di 43 comuni e ricoprendo una superficie di 4.811,3 km². In tale unità idrografica ricadono 3 bacini idrografici principali, 3 invasi e 13 corpi idrici sotterranei. L'uso del suolo è rappresentato per il 3,7% da superfici artificiali, per il 78,2% da superfici agricole utilizzate, per il 17,6% da territori boscati ed ambienti semi-naturali e per lo 0,5% da zone umide e corpi idrici.

5.1.8 Piano Nazionale Integrato per l'Energia e il Clima

Il Piano Nazionale Integrato per l'Energia e il Clima (PNIEC) è stato inviato alla Commissione europea in attuazione del Regolamento (UE) 2019/1999 e stabilisce gli obiettivi nazionali al 2030 sull'efficienza energetica, sulle fonti rinnovabili e sulla riduzione delle emissioni di CO₂.

Il Piano di Azione Nazionale per le Energie Rinnovabili è stato redatto in conformità alla Direttiva 2009/28/CE sulla promozione dell'uso dell'energia da fonti rinnovabili e alla decisione della Commissione del 20 giugno 2009. La suddetta direttiva stabiliva che nel 2020 l'Europa dovesse coprire il 20% dei consumi di energia mediante fonti rinnovabili e che l'Italia dovesse coprirne il 17%. Gli obiettivi prefissati sono stati raggiunti nel quadro generale europeo e anche dall'Italia, la quale nel 2020 ha coperto il 20,36% dell'energia utilizzata attraverso le fonti rinnovabili. Gli unici Paesi europei che non hanno raggiunto l'obiettivo fissato sono stati la Francia, il Belgio, l'Olanda e la Slovenia.

5.1.9 Strategia Nazionale di Sviluppo Sostenibile

Con Deliberazione del C.I.P.E. n. 108 del 22 dicembre 2017 è stata approvata la “Strategia Nazionale di Sviluppo Sostenibile” che pone l'attenzione sulla sostenibilità quale valore imprescindibile su cui disegnare la visione di futuro. Tale strategia è strutturata in cinque aree, corrispondenti alle 5P dello sviluppo sostenibile proposte dall'Agenda 2030 delle Nazioni Unite: Persone, Pianeta, Prosperità, Pace e Partnership per la quali sono posti importanti obiettivi da raggiungere attraverso specifici Vettori di Sostenibilità. Di seguito viene riportato il quadro sintetico di aree, scelte e obiettivi strategici nazionali.

5.1.10 Piano per la Transizione Ecologica

Il Piano Nazionale per la Transizione Ecologica (PTE) ha la funzione di assicurare una crescita che preservi la salute, la sostenibilità e la prosperità del pianeta attraverso una serie di misure sociali, ambientali, economiche e politiche che hanno come obiettivi la neutralità climatica, l'azzeramento dell'inquinamento, l'adattamento ai cambiamenti climatici, il ripristino della biodiversità e degli ecosistemi, la transizione verso l'economia circolare e la bioeconomia. Il Piano prevede il raggiungimento degli obiettivi nel 2050 e le tematiche trattate sono suddivise in:

- 1) Decarbonizzazione
- 2) Mobilità sostenibile
- 3) Miglioramento della qualità dell'aria
- 4) Contrasto al consumo di suolo e al dissesto idrogeologico
- 5) Miglioramento delle risorse idriche e delle relative infrastrutture

- 6) Ripristino e rafforzamento della biodiversità
- 7) Tutela del mare
- 8) Promozione dell'economia circolare, della bioeconomia e dell'agricolture sostenibile.

5.1.11 Piano Nazionale di Adattamento ai Cambiamenti Climatici (PNACC)

I cambiamenti climatici rappresentano una delle sfide più rilevanti da affrontare a livello globale e sul territorio italiano, per cui si rende necessario attuare azioni di adattamento nel territorio per far fronte ai rischi provocati da tali cambiamenti. Già nel 2015 sono stati compiuti i primi passi a livello nazionale attraverso la Strategia nazionale di adattamento ai cambiamenti climatici (SNAC) che ha analizzato lo stato delle conoscenze scientifiche sugli impatti e sulla vulnerabilità ai cambiamenti climatici per i principali settori ambientali e socio-economici, presentando proposte e azioni per fronteggiare le conseguenze di tali cambiamenti e ridurre gli impatti. Nel 2021 la Commissione europea ha presentato la nuova Strategia di adattamento che mira a realizzare la resilienza ai cambiamenti climatici entro il 2050 e si basa su un adattamento più intelligente, più sistematico, più integrato e più rapido, nonché su un'intensificazione dell'azione internazionale. Il MiTE (Ministero della Transizione Ecologica), oggi MASE (Ministero dell'Ambiente e della Sicurezza Energetica), ha recepito gli indirizzi europei e ha intrapreso rilevanti iniziative in tema di adattamento climatico. Nell'ottobre 2022 è stata pubblicata la Piattaforma nazionale sull'adattamento ai cambiamenti climatici, un portale finalizzato a informare e sensibilizzare i cittadini sul tema, periodicamente aggiornato e arricchito con dati e informazioni.

Il PNACC è articolato in cinque capitoli:

- 1) Quadro giuridico di riferimento
- 2) Quadro climatico nazionale
- 3) Impatti dei cambiamenti climatici in Italia e vulnerabilità settoriali
- 4) Misure e azioni di adattamento
- 5) Governance dell'adattamento

Il Piano è inoltre corredato da due documenti di indirizzo per la definizione di strategie/piani regionali e locali.

Per quanto riguarda gli ambienti marini, la regione mediterranea è una delle aree più vulnerabili ai cambiamenti climatici a causa della sua posizione geografica, della sua estensione e delle sue caratteristiche che la rendono più incline a risposte a livello biologico più rapide rispetto ad altri sistemi su scala globale. I cambiamenti della temperatura e dell'intensità di precipitazioni hanno provocato importanti conseguenze nel biota mediterraneo. I cambiamenti climatici potrebbero portare a estinzioni ecologiche di specie a livello locale, regionale o addirittura pan-mediterraneo, con diffusi cambiamenti strutturali e di composizione delle comunità ecologiche fino ad arrivare a potenziali cambiamenti nel funzionamento degli ecosistemi. Possibili implicazioni socio-economiche potrebbero riguardare la perdita di specie target per la pesca, l'erosione dei servizi ecosistemici essenziali e la mortalità di massa di specie ecologicamente importanti. L'incremento della temperatura ha portato, negli ultimi 50 anni, all'aumento di specie non indigene che si sono stabilite nel bacino mediterraneo influenzando le specie indigene.

La variazione del livello del mare, seppur lenta, è oggetto di attenzione e monitoraggio anche a causa delle potenziali conseguenze sulle zone costiere nel medio-lungo termine. Questo vale specialmente per le aree caratterizzate da equilibri delicati tra terra e mare, soggiacenti a livello

marino o a scarsa elevazione e ad alta densità di popolazione. All'innalzamento del livello medio del mare a causa dei cambiamenti climatici si somma localmente anche la perdita di quota dovuta al compattamento degli strati argillosi e sabbiosi del sottosuolo (subsidenza). In questi casi aumenta il rischio di inondazione, di perdita di habitat e di riduzione della qualità dell'acqua.

L'impatto dei cambiamenti globali sull'ecosistema marino riguarda principalmente:

- Innalzamento della temperatura con conseguente scioglimento dei ghiacciai, aumento del livello del mare, approfondimento dello strato più caldo della colonna d'acqua, aumento della frequenza degli eventi estremi (tempeste, precipitazioni intense, uragani), variazioni delle correnti e dei cicli biogeochimici, variazione della produzione primaria, dei tassi metabolici degli organismi marini e delle dinamiche delle popolazioni.
- Acidificazione degli oceani a seguito dell'aumento esponenziale della concentrazione di CO₂ nell'atmosfera. Il mediterraneo sembra particolarmente sensibile all'abbassamento del pH e tale trasformazione rischia di incidere sulla struttura e sul funzionamento degli ecosistemi marini. Gli studi effettuati sull'acidificazione degli oceani sono solo a breve termine perché è difficile imitare condizioni di acidificazione in situ per periodi sufficienti a influenzare intere comunità marine.
- Ipossia e anossia dovute alla diminuzione del contenuto di O₂ disciolto negli oceani, che portano alla variazione dei cicli biogeochimici.
- Impatti sulla disponibilità delle risorse, con riduzione degli stock ittici e delle potenziali fonti di cibo a causa della sensibilità del plancton al riscaldamento globale.
- Impatti sugli areali di distribuzione sugli organismi endemici e sull'ingresso di specie invasive, con aumento di specie termofile e invasive che può avere effetto negativo sul funzionamento degli ecosistemi.
- Estinzione di specie principalmente ad affinità fredda.

Le azioni previste per gli ecosistemi marini riguardano:

- la conservazione, la ricostruzione e la rinaturalizzazione delle aree costiere;
- la salvaguardia della biodiversità costiera;
- il ripristino della vegetazione di piante acquatiche e di barriere vegetazionali a Canneto alla foce dei corsi d'acqua;
- la promozione della naturale ricostruzione delle strutture coralline;
- il network di aree marine protette;
- la protezione e la gestione degli habitat marini;
- la diffusione delle procedure di gestione proattiva (ed adattativa) degli ecosistemi marini;
- la promozione della ricerca sugli impatti e le risposte degli ecosistemi marini ai cambiamenti climatici;
- la divulgazione degli impatti alla popolazione;
- lo studio dell'impatto dei cambiamenti climatici sugli stock ittici e altre risorse rinnovabili, anche in connessione con le tecniche di prelievo;
- il monitoraggio della presenza e distribuzione di specie aliene e di specie che danno luogo a proliferazioni massive, come le alghe tossiche e le meduse, siano esse indigene o non indigene;

- l'identificazione di indicatori ecologici per valutare i cambiamenti in atto;
- la promozione della ricerca sugli effetti dell'acidificazione delle acque marine;
- la pianificazione e la gestione delle zone prossimali alle aree marine protette;
- la promozione della ricerca sugli impatti dei cambiamenti climatici sulle correnti marine;
- la promozione della ricerca sugli effetti dell'innalzamento del livello marino;
- la conoscenza degli effetti dei cambiamenti climatici sui cicli vitali delle specie marine;
- la pianificazione di interventi di assistenza all'adattamento delle specie vulnerabili;
- la creazione di aree tempone e di corridoi ecologici per aumentare la connettività degli ecosistemi marini fragili;
- la protezione degli ambienti costieri come entità connesse con gli ambienti profondi tramite celle di funzionamento ecosistemico;
- la creazione di reti di monitoraggio e banche dati sulle condizioni ambientali e nel Mar Mediterraneo;
- la standardizzazione delle metodologie di raccolta dati degli osservatori a scala di bacino;
- la creazione di strumenti di consultazione dei dati "open" sullo stato degli ecosistemi marini;
- l'istituzione di reti di aree marine protette per mantenere i servizi ecosistemici offerti;
- lo sviluppo di Integrated-Coastal Zone Management (ICZM) e di un Ecosystem Based Management (EBM) capaci di rispondere in modo dinamico ai cambiamenti in atto, attraverso l'individuazione di unità di gestione ecologicamente coerenti (celle di funzionamento ecosistemico);
- l'identificazione di procedure di decontaminazione di siti marini con utilizzo di eco-tecnologie;
- lo sviluppo di pratiche di recupero e restauro ecologico di ecosistemi marini compromessi o danneggiati;
- il supporto alle pratiche di sviluppo sostenibile nel Mediterraneo meridionale;
- la conoscenza delle alterazioni dovute a fenomeni di inquinamento e/o contaminazione e dei loro effetti ecologici;
- l'identificazione di strumenti opportuni per il rispetto della Water Framework Directive (Directive 2000/60/EC) e la Nitrates Directive (Directive 91/676/EEC).

Le azioni previste per le zone costiere sono le seguenti:

- la rinaturalizzazione delle aree costiere;
- l'identificazione delle aree più favorevoli all'espansione degli habitat esistenti;
- la riduzione dell'intensità dell'uso del suolo;
- il potenziamento della comunicazione e consapevolezza sugli impatti e le possibilità di adattamento;
- l'installazione di sistemi di allerta;
- lo sviluppo di efficaci sistemi di previsione e monitoraggio delle principali forzanti climatiche;
- la creazione e gestione di aree non edificabili;
- la costruzione di edifici e infrastrutture più resilienti;

- la creazione e gestione delle zone di "retreat";
- gli incentivi per l'abbandono di aree esposte all'innalzamento del livello del mare;
- la creazione di aree cuscinetto inondabili;
- la selezione di colture maggiormente tolleranti al sale;
- favorire una perenne copertura del suolo;
- la promozione della naturale ricostruzione delle strutture coralline;
- la salvaguardia della biodiversità costiera e delle specie "chiave";
- il mantenimento della vegetazione ripariale, estuariale e delle zone dunali;
- il mantenimento delle aree di interesse ecologico e Natura 2000;
- il rafforzamento degli argini e delle scogliere;
- il ripascimento del litorale;
- l'innalzamento della linea costiera;
- la costruzione di dune artificiali;
- l'installazione di barriere fisse e/o mobili;
- la creazione di strutture per contrastare l'intrusione salina;
- l'innalzamento delle infrastrutture di trattamento dei reflui;
- la riconversione terreni a zone umide costiere;
- lo sviluppo di un'assicurazione contro i rischi legati alla perdita di benefici ecosistemici.

5.1.12 Codice dell'Ordinamento Militare

Il Codice dell'Ordinamento Militare, D.Lgs. n.66 del 15 marzo 2010, disciplina l'organizzazione, le funzioni e l'attività di difesa e sicurezza militare e delle Forze Armate. Al Titolo VI del Codice vengono disciplinate le limitazioni a beni e attività altrui nell'interesse della difesa e, al comma 1 dell'art. 320, viene predisposto che in vicinanza delle opere e delle installazioni permanenti e semipermanenti di difesa, di segnalazione e riconoscimento costiero, delle basi navali, degli aeroporti, degli impianti e installazioni radar e radio, degli stabilimenti nei quali sono fabbricati, manipolati o depositati materiali bellici o sostanze pericolose, dei campi di esperienze e dei poligoni da tiro, il diritto di proprietà e di impresa può essere soggetto a limitazioni. Tali limitazioni sono stabilite, in linea generale, nella durata massima di cinque anni e sono imposte nella misura direttamente e strettamente necessaria per il tipo di opere o di installazioni di difesa. Ogni cinque anni dall'imposizione delle limitazioni si procede a revisione generale per accertare se le limitazioni stesse sono ancora necessarie per le esigenze di difesa nazionale. Le limitazioni possono essere ridotte o revocate, con decreto del Comandante territoriale, anche prima dello scadere del quinquennio.

Il progetto di imposizione delle limitazioni viene predisposto dal Comandante militare territoriale di regione, dal Comandante in capo di dipartimento militare marittimo o dal Comandante di regione aerea se l'opera è, rispettivamente, dell'Esercito Italiano o interforze, della Marina Militare o dell'Aeronautica Militare.

Le zone soggette a limitazioni e le limitazioni stesse sono indicate su mappe catastali da allegare al decreto impositivo, nelle quali devono risultare individuate le singole proprietà assoggettate.

Il Comune di Taranto rientra, ai sensi del comma 8 art. 333 del Codice, tra i comuni costieri militarmente importanti. In tali comuni, ai sensi del comma 2 dell’art. 333, le edificazioni e i lavori afferenti ai porti e ai porti turistici e alle opere marittime in genere non possono aver luogo senza la preventiva autorizzazione del Comandante territoriale.

L’area di intervento ricade, oltretutto, nella zona costiera compresa tra Punta Rondinella e Capo San Vito, la quale fa parte delle zone costiere in cui l’uso delle grotte, gallerie e altre cavità sotterranee, entro il limite di cento metri dal demanio marittimo o dal ciglio dei terreni elevati sul mare, non può aver luogo senza autorizzazione del Comandante territoriale (art. 333, comma 3 del Codice).

L’area di intervento è stata assunta in consegna dalla Marina Militare con i verbali (provvisori) di consegna n. 126/91 e n. 130/92, sottoscritti con la locale Capitaneria di Porto – rispettivamente – in data 13/11/1991 e 11/11/1992, preordinati proprio per la realizzazione della Nuova Stazione Navale di Mar Grande.

In merito ai vincoli militari presenti nell’area, l’area di intervento ricade interamente in “spazi aerei vietati” ed è nelle vicinanze di un’area con “spazi aerei regolamentati”.



Figura 12 – Vincoli militari (cerchiata in rosso l’area di intervento)

5.1.13 Piano di Gestione dello Spazio Marittimo Italiano

I Piani di Gestione dello Spazio Marittimo sono elaborati, per ogni area marittima individuata nelle Linee Guida di cui al comma 2 dell’art. 6 del D.Lgs. 201/2016, dal Comitato Tecnico istituito presso il Ministero delle infrastrutture e dei trasporti, ai sensi dell’art. 7, comma 1 dello stesso.

Le aree marittime individuate nelle Linee Guida sono: Il Mare Mediterraneo occidentale, il Mare Adriatico, il Mar Ionio e il Mare Mediterraneo centrale; ognuna di queste aree è suddivisa in sub-aree, per le quali viene definita una visione di medio-lungo periodo, coerente con la visione definita a livello nazionale e di area marittima, e vengono definiti degli obiettivi specifici di pianificazione coerenti con gli obiettivi strategici di livello nazionale e internazionale. Successivamente, vengono individuate, in ciascuna sub-area, le “Unità di Pianificazione” (UP), ovvero le aree alle quali vengono assegnate specifiche vocazioni d’uso, con l’obiettivo di regolarne e indirizzarne il funzionamento e l’evoluzione e per le quali vengono definite le misure, le raccomandazioni e gli indirizzi per lo

svolgimento delle attività.

Per tale ragione, a ciascuna UP viene assegnato un attributo tipologico tra quelli di seguito elencati:

- **Uso Generico (G):** aree in cui sono tendenzialmente consentiti tutti gli usi, con meccanismi di regolazione specifica e reciproca definiti o da definire nell’ambito delle norme nazionali ed internazionali o nei piani di settore, in modo da garantirne la sicurezza, ridurre e controllare gli impatti ambientali e favorire la coesistenza fra gli usi.
- **Uso Limitato (L):** aree per le quali viene indicato un uso prevalente, con altri usi che possono essere presenti, con o senza specifiche limitazioni, se e in quanto compatibili con l’uso prevalente.
- **Uso Riservato (R):** aree riservate ad uno specifico uso. Altri usi sono consentiti esclusivamente per le esigenze dell’uso riservato o salvo deroghe e concessioni da parte del soggetto responsabile o gestore dell’uso riservato.

Infine, alle UP di tipo Prioritario, Limitato e Riservato vengono attribuite specifiche indicazioni che riguardano i settori d’uso e/o temi prioritari con valenza trasversale, singolarmente o in modo congiunto. Questa attribuzione di vocazione non introduce di per sé divieti nell’esercizio dei vari usi rispetto a quanto già in essere.

L’area di intervento si inserisce all’interno dell’area marittima “Ionio-Mediterraneo Centrale” e, in particolare, nella sub-area IMC/4: Acque Territoriali Golfo di Taranto (Figura 13), il cui Piano di Gestione è stato redatto nell’agosto 2022.

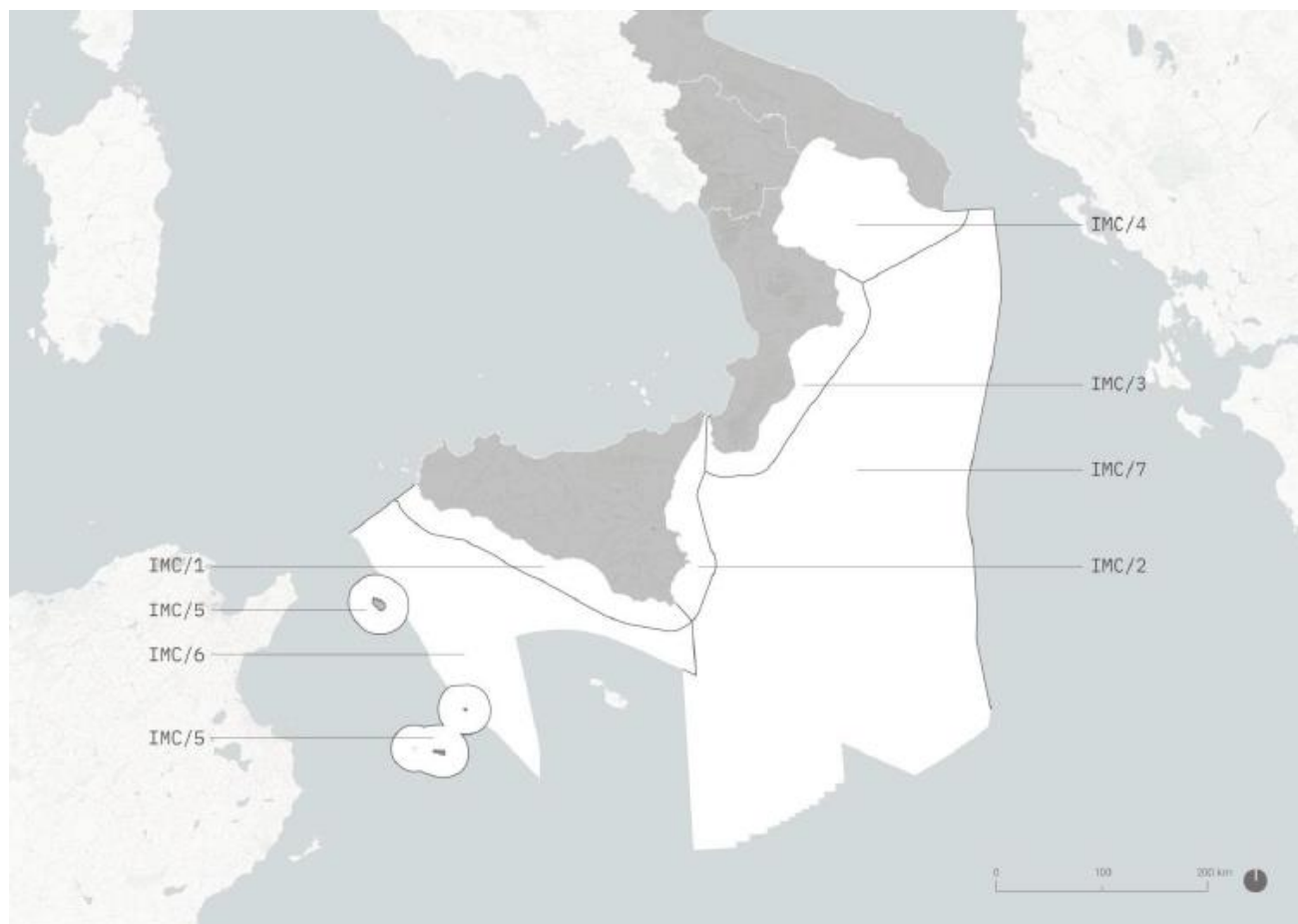


Figura 13 – Delimitazione e zonazione interna dell'Area Ionio-Mediterraneo Centrale

Taranto è considerata un hot-spot di interazione terra-mare di origine naturale legata alla natura carsica dei substrati (risorgive, sorgenti sottomarine). Tali elementi determinano la presenza di aree umide di importanza naturalistica e di condizioni di salinità particolarmente favorevoli per lo sviluppo della mitilicoltura - settore molto importante per l'economia dell'area. Le interazioni terra-mare di origine antropica sono dominate dalla presenza delle infrastrutture portuali che determinano traffici commerciali ed industriali di importanza nazionale, nonché dalla presenza dell'Arsenale militare marittimo. L'area industriale e le aree circostanti sono ricomprese nel SIN di Taranto di cui sono ben noti gli impatti negativi sull'ambiente e sulla salute umana. Caratteristica peculiare delle interazioni terra-mare nell'area la realizzazione, ancora in corso, di un parco eolico a mare.

Sebbene presenti impianti di acquacoltura nell'area, tale attività non è un uso prioritario ma è un uso ammesso purché compatibile. Essendo l'area di intervento all'interno della Base Navale della M.M.I. l'uso prioritario di difesa assume grande rilevanza, diventando dunque necessario consentire il mantenimento delle funzioni militari, riducendone i conflitti con gli altri usi presenti.

5.1.14 Piano di Tutela delle Acque (PTA)

Il Piano di Tutela delle Acque (PTA) rappresenta lo strumento di tutela dei corpi idrici individuato

a scala regionale, a differenza del Piano di Gestione delle Acque (PGA) che è individuato a scala di Distretto Idrografico. Lo strumento del Piano di Tutela delle Acque è individuato dalla Parte Terza, Sezione II del D.Lgs. 152/2006 recante norme in materia di tutela delle acque dall'inquinamento, come strumento prioritario per il raggiungimento e il mantenimento degli obiettivi di qualità ambientale per i corpi idrici significativi superficiali e sotterranei e degli obiettivi di qualità per specifica destinazione, nonché della tutela qualitativa e quantitativa del sistema idrico.

I Piani di Tutela delle Acque delle regioni appartenenti al Distretto Idrografico dell'Appennino Meridionale rappresentano il fondamento su cui predisporre il Piano di Gestione del Distretto idrografico quale strumento di pianificazione territoriale. Il Piano di Tutela delle Acque della Regione Puglia è stato approvato con D.C.R. n. 230/2009 ed è stato aggiornato, come previsto dall'art. 121 del D.Lgs. 152/2006, per tenere conto sia delle innovazioni normative sia delle nuove conoscenze acquisite negli anni attraverso i monitoraggi.

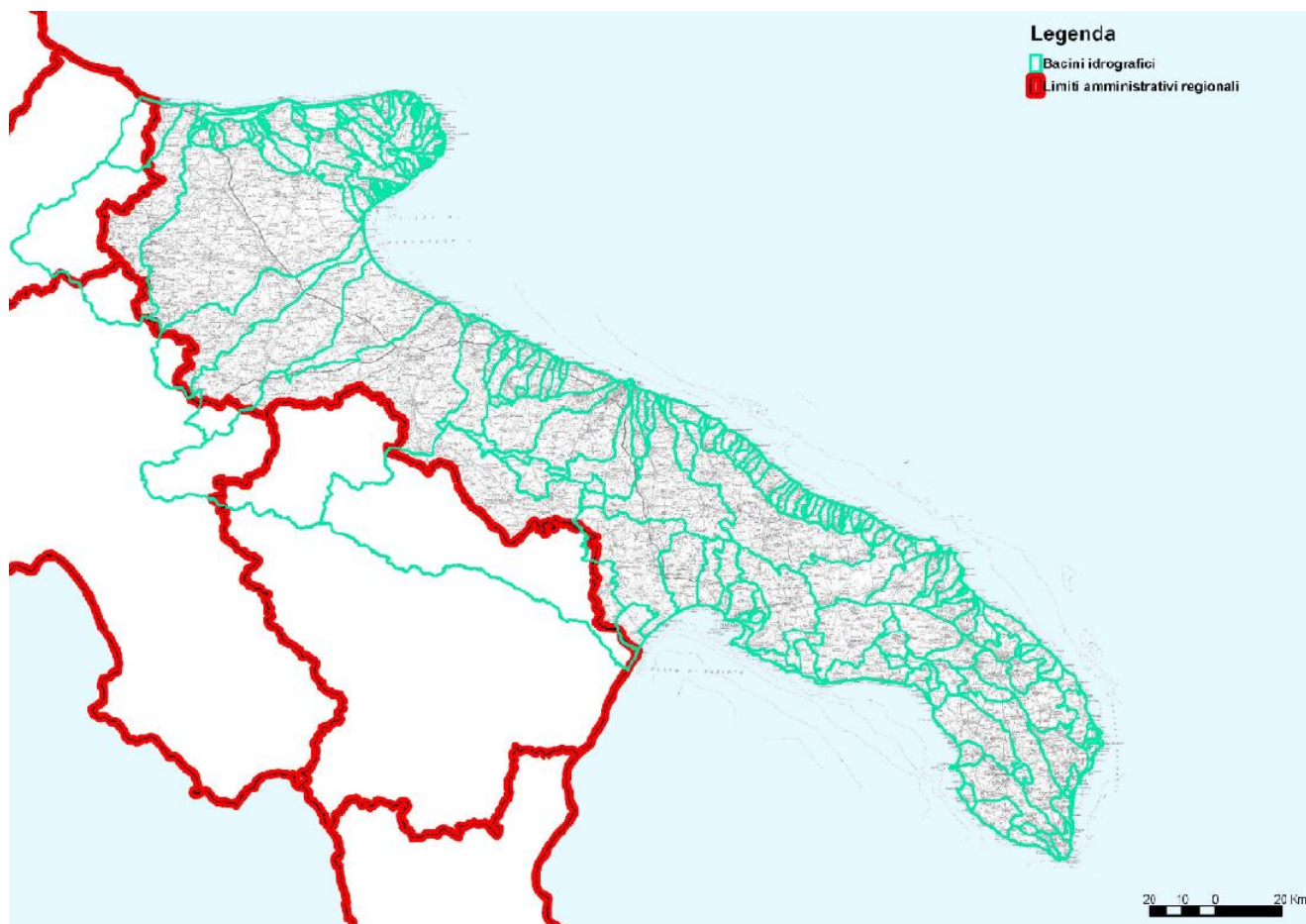


Figura 14 – Perimetrazione dei bacini idrografici

Attraverso gli studi avviati dalla Regione Puglia nel 2010 è stato possibile identificare e caratterizzare i corpi idrici superficiali pugliesi e associare a ciascuno di essi una classe di rischio (a rischio, non a rischio, probabilmente a rischio).

L'area oggetto di intervento risulta priva di corsi d'acqua e di laghi/invasi. Per quanto riguarda le

acque marino-costiere, è ubicata all'interno del tratto Capo S. Vito – Punta Rondinella.

Il tratto di acque marino-costiere tra Capo S. Vito e Punta Rondinella, in cui ricade l'area di intervento, è stato classificato a rischio. Si tratta della tipologia costiera classificata come Terrazzi/Bassa stabilità (natura del substrato immerso Misto) e riporta il codice ITR16-188ACB3.s3_16.

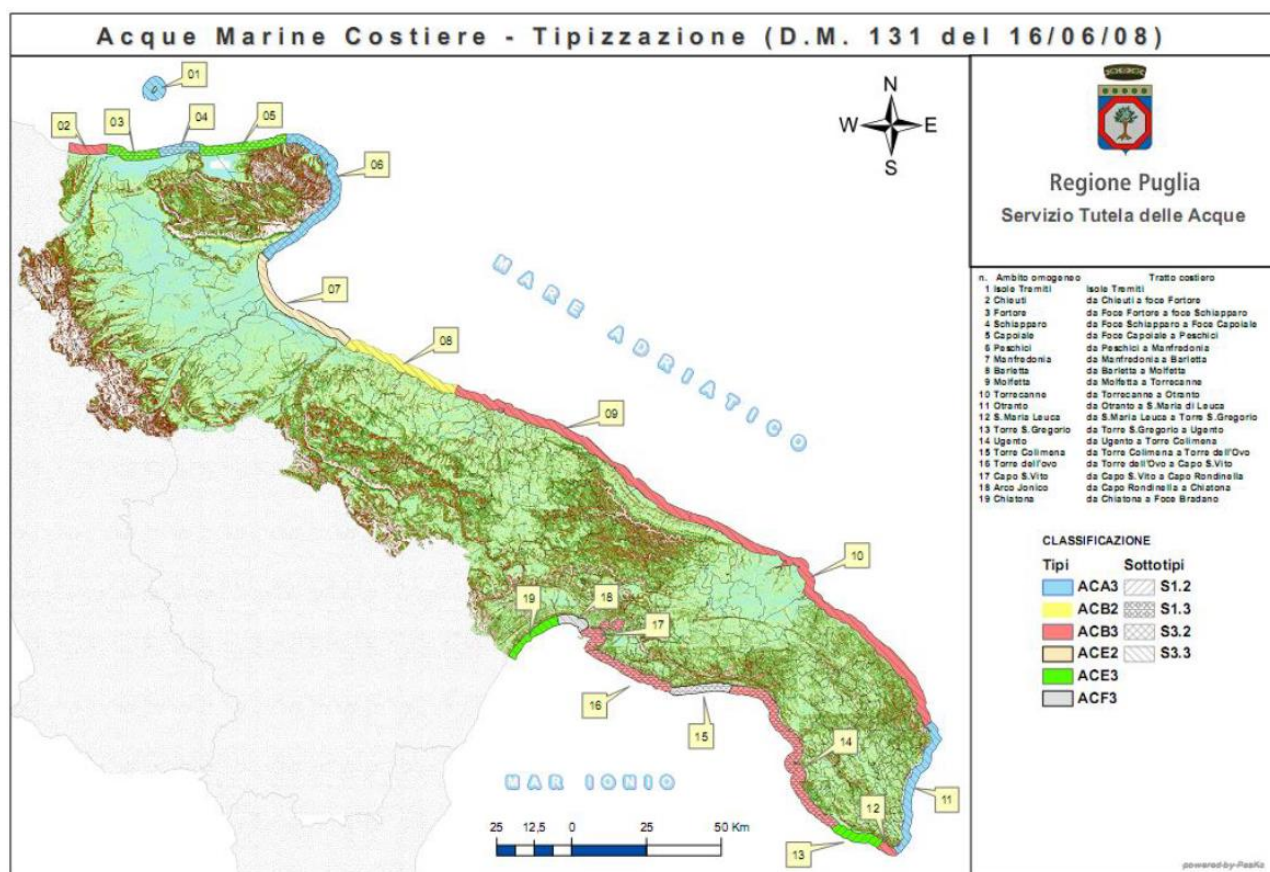


Figura 15 – Tipizzazione delle acque marino-costiere della Regione Puglia

5.1.15 Piano Paesaggistico Territoriale Regionale (PPTR)

Il Piano Paesaggistico Territoriale Regionale (PPTR) nasce al fine di superare i limiti concettuali e operativi, osservati negli anni, del Piano Urbanistico Territoriale Tematico per Paesaggio (PUTT/p). La portata di tali limiti era tale da indurre la giunta a produrre un nuovo Piano, anziché correggere e integrare quello precedente, per adeguarlo al nuovo sistema di governo del territorio regionale e al nuovo Codice dei beni culturali e paesaggistici.

Il PPTR risponde all'esigenza di recepimento della Convenzione europea del paesaggio e del Codice di beni culturali e del paesaggio. Secondo la Convenzione, infatti, la pianificazione paesaggistica ha il compito di tutelare il paesaggio quale contesto di vita quotidiana delle popolazioni e di gestire attivamente il paesaggio, garantendo l'integrazione degli aspetti paesaggistici nelle diverse politiche territoriali, urbanistiche e settoriali. Secondo il Codice, il Piano Paesaggistico si

configura come uno strumento dalle finalità complesse, non soltanto di tutela e mantenimento dei valori paesistici esistenti ma altresì di valorizzazione di questi paesaggi, di recupero e riqualificazione dei paesaggi compromessi e di realizzazione di nuovi valori paesistici.

La Regione è articolata in 11 ambiti di paesaggio, individuati attraverso la valutazione integrata di diversi fattori (la conformazione storica delle regioni geografiche, i caratteri ambientali ed ecosistemici, le tipologie insediative: città, reti di città, infrastrutture, strutture agrarie, l'insieme delle figure territoriali costitutive dei caratteri morfotipologici dei paesaggi).

L'area di intervento ricade all'interno dell'ambito “Arco Ionico Tarantino” e, in particolare, nella zona costiera del Mar Grande di Taranto. Le componenti principali, quindi, sono quelle costiere.

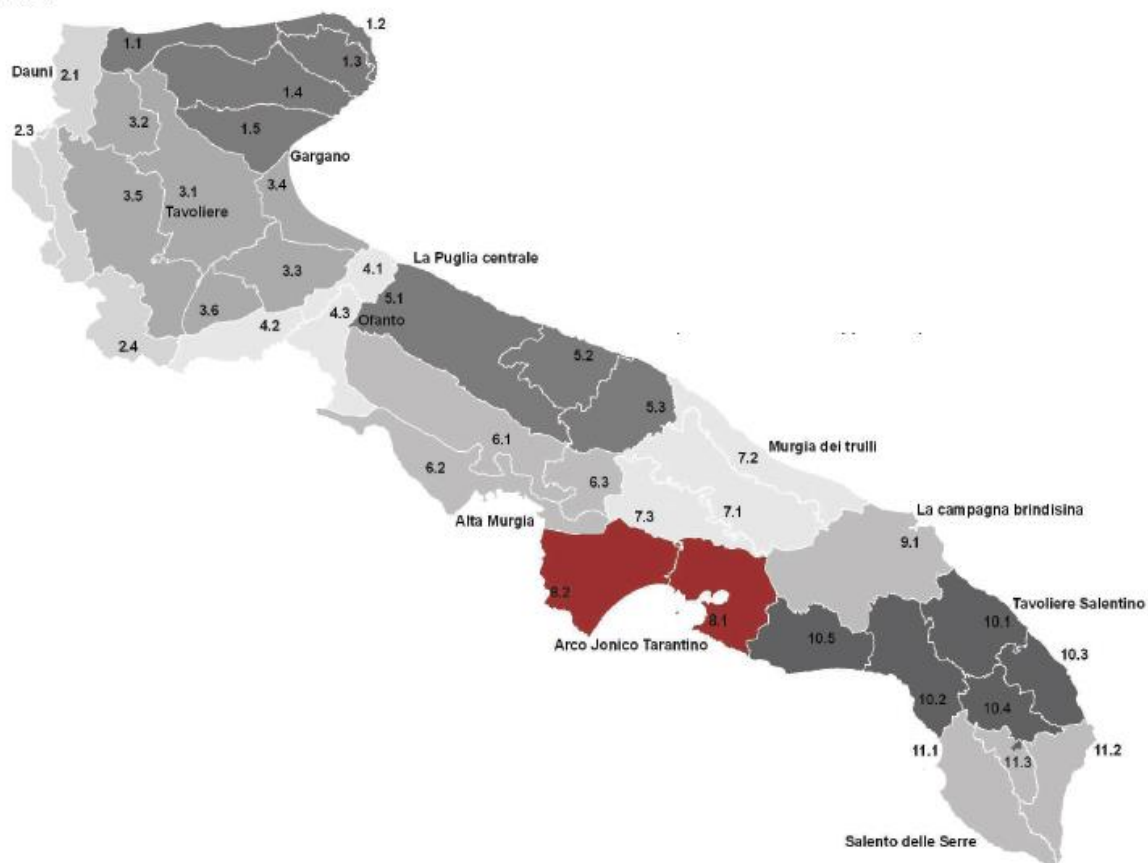


Figura 16 – Ambiti di paesaggio

L'area oggetto di intervento ricade all'interno del vincolo idrogeologico e paesaggistico in quanto appartenente alla fascia costiera ionica di notevole interesse pubblico e ai territori costieri. A monte dell'area di intervento, sebbene al di fuori delle aree oggetto di intervento, è presente un vincolo archeologico dovuto alla presenza di resti di epoca ellenistica - corso Annibale.

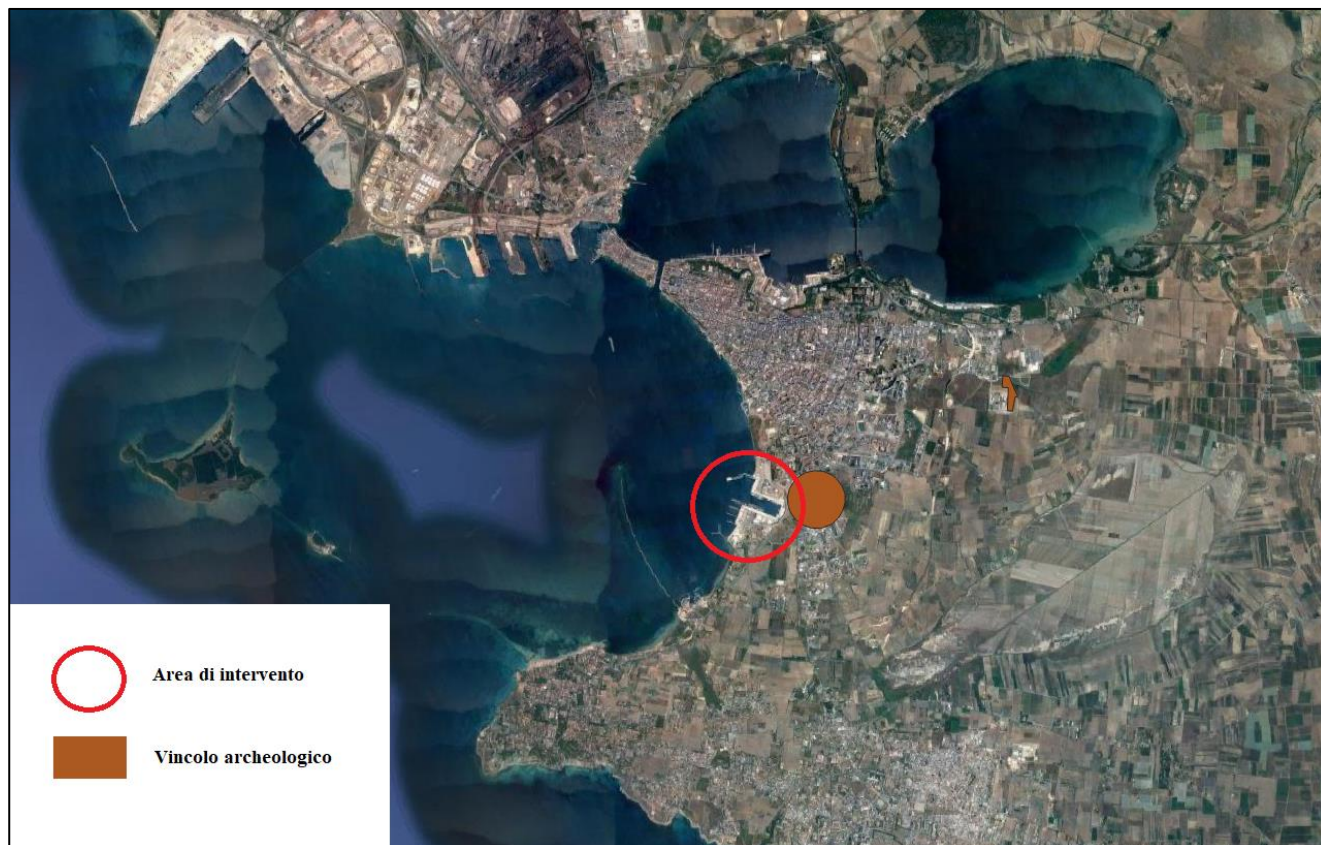


Figura 17 – Vincolo archeologico (*Beni Culturali*)



Figura 18 – Immobili e aree di notevole interesse pubblico (Beni Paesaggistici – PPTR)

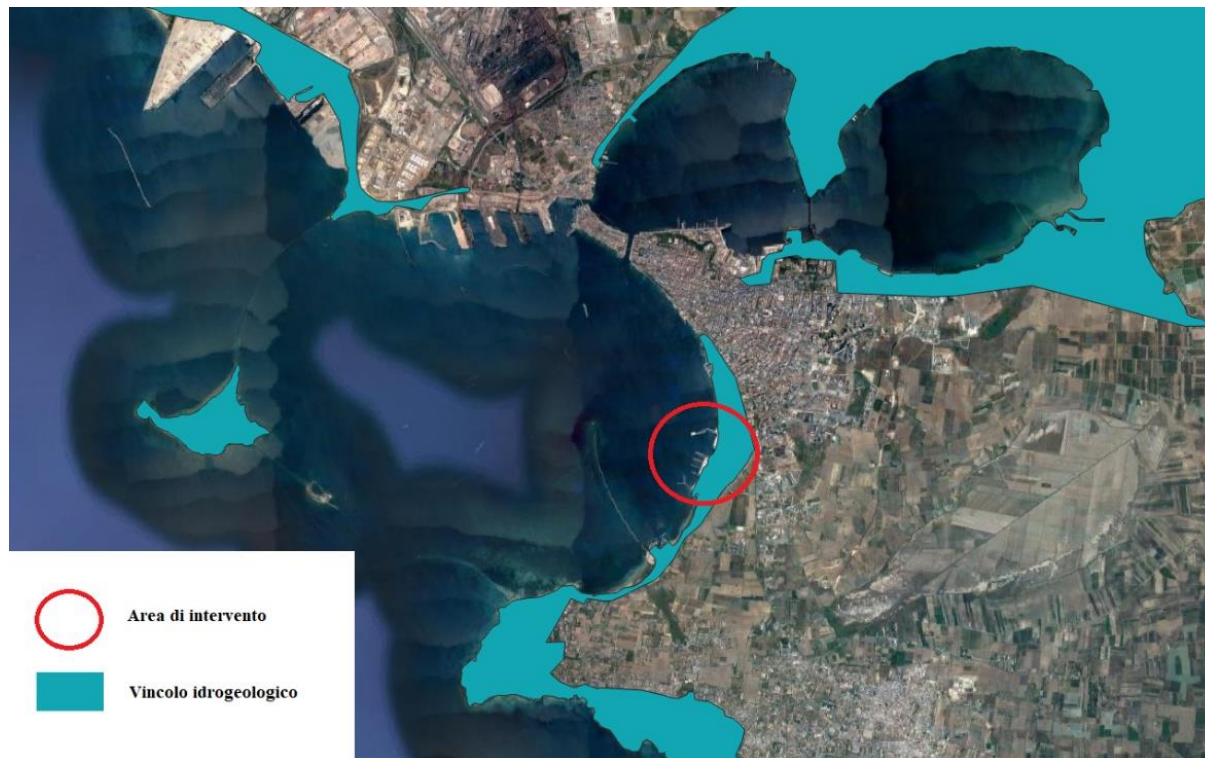


Figura 19 – Vincolo idrogeologico (Ulteriori Contesti Paesaggistici – PPTR)

Il vincolo idrogeologico limita l'uso di terreni di qualsiasi natura e destinazione che, per effetto di determinate forme d'utilizzazione, possono con danno pubblico subire denudazioni, perdere stabilità o turbare il regime delle acque. Il Regolamento Regionale 11 marzo 2015, n. 9 “Norme per i terreni sottoposti a vincolo idrogeologico”, al comma 1 dell'art. 3, prescrive che gli interventi su aree gravate da vincolo idrogeologico vengano progettati e realizzati in funzione della salvaguardia, della qualità ambiente e dell'assetto idrogeologico; al comma 1 dell'art. 4, invece, viene indicata la necessità di raccogliere, canalizzare e smaltire – senza determinare fenomeni di erosione dei terreni o di ristagno – tutte le acque provenienti da fabbricati, da altri manufatti e da aree comunque trasformate.

Per maggiori dettagli sui vincoli, gli obiettivi e le prescrizioni in merito ai Beni Culturali, ai Beni Paesaggistici, agli Ulteriori Contesti Paesaggistici, nonché sulla coerenza con i Cinque Progetti Territoriali per il Paesaggio Regionale, con la Sezione C2 della scheda d'ambito 8 e con la scheda PAE0141, si rimanda all'elaborato di Relazione Paesaggistica di cui il presente Studio di Impatto Ambientale si è servito per valutare, in modo compiuto, gli impatti sui beni culturali e paesaggistici.

5.1.16 Piano Operativo Regionale (POR)

Nel 2020 si è concluso il Programma Operativo Regionale (POR) Puglia FESR-FSE 2014-2020, approvato con Deliberazione della giunta regionale 6 ottobre 2015, n. 1735, che aveva come obiettivo quello di costruire una società più intelligente, sostenibile e inclusiva.

Il POR Puglia FESR-FSE 2014-2020 ha perseguito la strategia sopraelencata attraverso 13 Assi prioritari.

Nell'ambito dell'Asse prioritario 5, si fa riferimento in primo luogo agli interventi di messa in sicurezza di quella parte del territorio connotato da fenomeni di rischio idraulico e idrogeologico, così come di erosione delle coste che riguarda sia i tratti di costa alta aggredita dai moti ondosi che rischiano di provocare crolli delle falesie anche in aree urbanizzate, sia i tratti di costa sabbiosa interessati da arretramento costante della linea di battigia che danneggia anche le attività di balneazione e turistico-alberghiere. Gli interventi previsti, con riferimento all'erosione costiera, sono stati indirizzati alla definizione dei modelli di valutazione del rischio idrogeologico e del rischio coste, con relativo sviluppo dell'azione di monitoraggio funzionale al sistema di allerta precoce.

Nell'ambito dell'Asse prioritario 6, si fa riferimento all'arresto della perdita di biodiversità sia terrestre che marina, mantenendo e ripristinando i servizi eco sistemici, e al miglioramento delle condizioni e degli standard di offerta e fruizione del patrimonio nelle aree di attrazione naturale.

Dal 1° luglio 2021 sono entrati in vigore i regolamenti relativi al periodo di programmazione della politica di coesione 2021-2027. I regolamenti colgono la sfida di incrementare la transizione verde e digitale dell'Europa attraverso la semplificazione della normativa e innovazione tecnologica, traghettare l'Europa verso un'economia a zero emissioni nette di carbonio, migliorare la rete dei trasporti e digitali strategiche e attuare il Pilastro europeo dei diritti sociali.

5.1.17 Piano Regionale delle Coste (PRC)

Il Piano Regionale delle Coste (PRC) è lo strumento che disciplina l'utilizzo delle aree del Demanio Marittimo, con la finalità di garantire il corretto equilibrio fra la salvaguardia degli aspetti ambientali e paesaggistici del litorale pugliese, la libera fruizione e lo sviluppo delle attività turistico-ricreative. Esso persegue, in particolare, lo sviluppo economico e sociale delle aree costiere attraverso criteri di eco-compatibilità e rispetto dei processi naturali. Il PRC è anche uno strumento di conoscenza del territorio costiero e delle dinamiche geomorfologiche e meteomarine connesse al prioritario problema dell'erosione costiera e di pianificazione regionale che fornisce le linee guida, gli indirizzi e i criteri ai quali i Piani Comunali delle Coste (PCC) devono conformarsi. Tra gli interessi pubblici del Piano delle Coste emerge quello di protezione dell'ambiente naturale e di recupero dei tratti di costa che versano in stato di degrado o instabilità morfologica.

Il PRC definisce le Unità Fisiografiche e Sub-Unità, intesi quali ambiti marino-costieri omogenei e unitari. Le aree costiere sono, inoltre, classificate secondo dei livelli di criticità e sensibilità ambientale sulla base dei quali vengono rilasciate o meno le nuove concessioni.

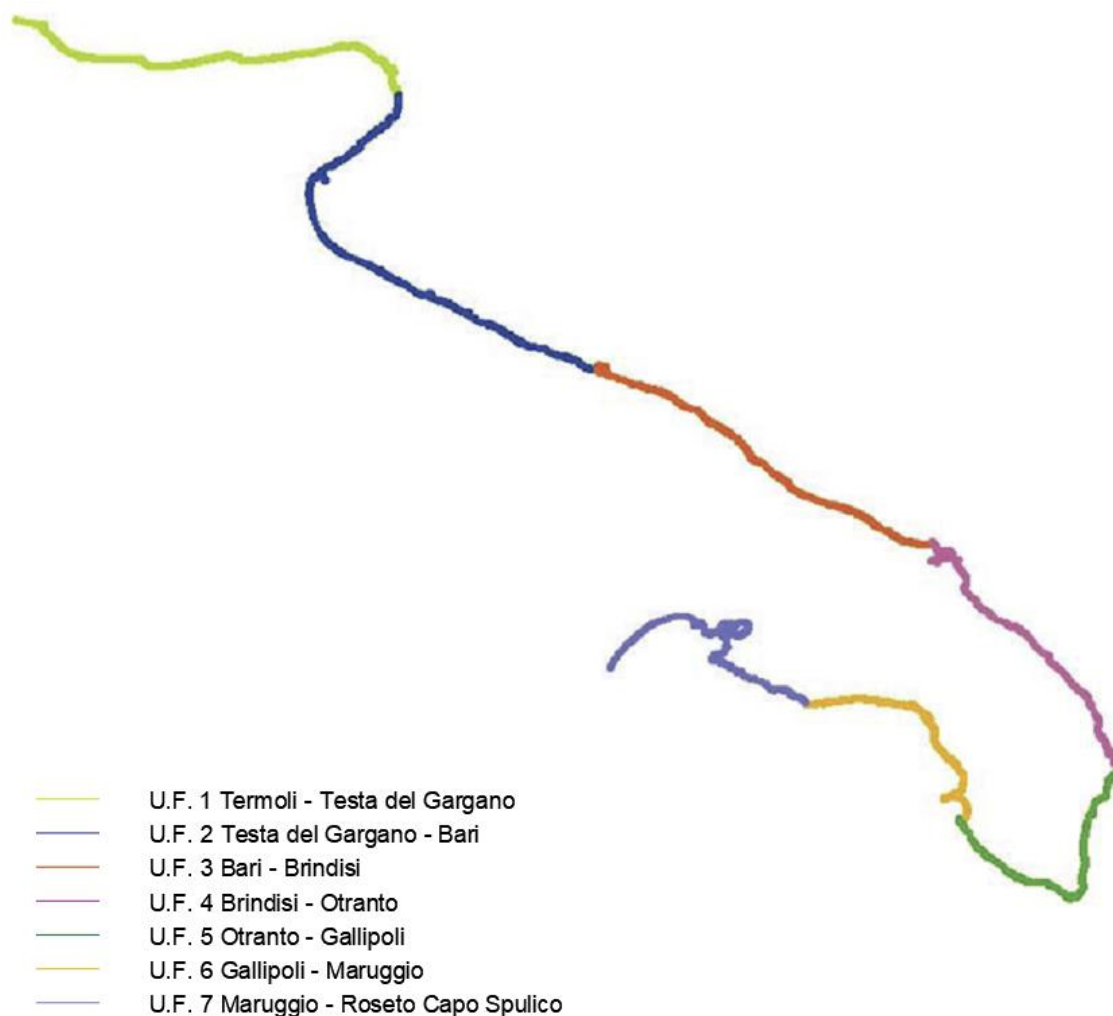


Figura 20 – Unità Fisiografiche della Puglia

L'area in esame è classificata come C3.S3, ossia Costa a bassa criticità (C3) e a bassa sensibilità ambientale (S3). Le Norme Tecniche di Attuazione, all'art. 6.2.9, specificano che per tale tipologia di costa non sono previste particolari restrizioni d'uso se non l'attività di monitoraggio che avvalori a livello locale la classificazione effettuata su base regionale. Possono essere rilasciate, inoltre, le concessioni demaniali senza particolari prescrizioni.



Figura 21 – Classificazione livello di criticità e sensibilità ambientale delle cose nell'area in esame (PRC)

Nel PCC devono essere previsti interventi di recupero e di risanamento costiero finalizzati al contenimento e alla riduzione della criticità all'erosione dei litorali sabbiosi e della sensibilità della costa per la ricostituzione delle spiagge, anche attraverso ripascimenti artificiali, la rinaturalizzazione della fascia costiera con interventi di tutela e ricostituzione della duna litoranea, la ricarica e il riordino delle opere di difesa esistenti nonché il ripristino di assetti costieri al fine di avere una maggiore naturalità, anche con rimozione di opere di urbanizzazione esistenti.

All'art. 10 delle NTA vengono esplicitate le concessioni per la marinocoltura. La loro allocazione deve essere compatibile alle indicazioni del REG. (CE) n.1198/2006, che istituisce il Fondo Europeo per la Pesca (FEP), e alle norme relative ai Piani di gestione nazionali e/o regionali o locali.

Infine, per quanto riguarda le opere di ingegneria costiera, all'art. 13 delle NTA viene disposto che la progettazione di un'opera marittima deve essere preceduta da studi, indagini e rilievi il cui livello di approfondimento sarà commisurato all'importanza dell'opera e alla fase di progettazione stessa. Gli studi devono riguardare la caratterizzazione della spiaggia emersa e di quella sommersa, il clima ondoso del paraggio e il regime delle correnti costiere; tali studi devono, inoltre, essere estesi all'intera Unità Fisiografica al fine di evitare che l'opera marittima da realizzarsi influenzi i tratti di litorale adiacenti.

5.1.18 Piano Regionale della Qualità dell'Aria (PRQA)

Il Piano Regionale della Qualità dell'Aria (PRQA), adottato con Regolamento Regionale n. 6/2008, aveva definito la zonizzazione del territorio pugliese, distinguendo i comuni in funzione della tipologia di emissioni presenti e delle conseguenti misure di mantenimento o risanamento da applicare.

Le zone si distinguevano in:

- zona A: inquinamento dovuto al traffico veicolare;
- zona B: inquinamento dovuto alla presenza di impianti industriali soggetti alla normativa IPPC;
- zona C: inquinamento dovuto sia al traffico veicolare che alla presenza di impianti industriali soggetti alla normativa IPPC;
- zona D: zone che non mostrano particolari criticità.

Il PRQA ha previsto delle misure di mantenimento per le zone D e misure di risanamento per le zone A, B e C. L'obiettivo principale è il conseguimento del rispetto dei limiti delle per gli inquinanti per i quali sono stati registrati dei superamenti, PM10, NO2 e ozono, concentrando le misure di risanamento su quattro linee di intervento:

- miglioramento della mobilità nelle aree urbane;
- riduzione delle emissioni da impianti industriali;
- sviluppo delle politiche di educazione e comunicazione ambientale;
- interventi per l'edilizia.

Obiettivo del PRQA è altresì quello di adottare misure di comunicazione e di educazione ambientale volte a sensibilizzare la popolazione sull'adozione di stili di vita che contribuiscono alla riduzione delle emissioni atmosferiche.

Nel comparto dell'edilizia, il PRQA promuove il ricorso a sistemi capaci di ridurre livelli di inquinamento dell'aria, attraverso processi capaci di degradare gli inquinanti già emessi in atmosfera. Un suggerimento consiste nella possibilità di introdurre, negli appalti pubblici, l'obbligo da parte dell'appaltante di attenersi al contenuto delle Linee Guida per l'utilizzo dei sistemi innovativi nelle Valutazioni di Impatto Ambientale.

Infine, è emersa la necessità di revisionare la rete di monitoraggio che, sebbene adeguata in termini di quantità di stazioni, risulta distribuita in modo non omogeneo con aree non coperte dal sistema di monitoraggio e aree con un numero eccessivo di stazioni di monitoraggio che generano situazioni di ridondanza.

Dall'inventario delle emissioni emerge che le principali fonti di emissione responsabili dei diversi tipi di inquinamento sono:

- industria seguita dai trasporti per il monossido di carbonio, i composti organici volatili, gli ossidi di azoto e le polveri;
- industria seguita dal settore energia per gli ossidi di zolfo;
- l'agricoltura seguita da trasporti e industria per il protossido di azoto e per l'ammoniaca;
- i rifiuti e l'agricoltura per il metano.

A seguito dell'entrata in vigore del D.Lgs. 155/2010 recante "Attuazione della direttiva 2008/50/CE

relativa alla qualità dell’aria ambiente e per un’aria più pulita in Europa”, la Regione Puglia ha adottato una nuova zonizzazione corredata alla classificazione ai sensi del D.Lgs. 155/2010 sopracitato, approvata dal Ministero dell’Ambiente (oggi MiTE) con nota DVA-2012-0027950 del 19/11/2012. La Regione Puglia ha individuato quattro zone:

- zona IT1611: zona collinare;
- zona IT1612: zona di pianura;
- zona IT1613: zona industriale, costituita da Brindisi, Taranto e dai Comuni di Statte, Massafra, Cellino S. Marco e Sa Pietro Vernotico;
- zona IT1614: agglomerato di Bari, comprendente l’area del Comune di Bari e dei Comuni limitrofi di Modugno, Bitritto, Valenzano, Capurso e Triggiano.

La Regione Puglia ha, inoltre, redatto il suo Programma di Valutazione, revisionato nel Giugno 2012, in cui sono indicate le stazioni di misurazione della rete, le tecniche di modellizzazione e le tecniche di stima obiettiva. Gli inquinanti monitorati sono: PM10, PM2,5, B(a)P, benzene, piombo, SO2, NO2, Nox, CO, ozono, arsenico, cadmio e nichel.

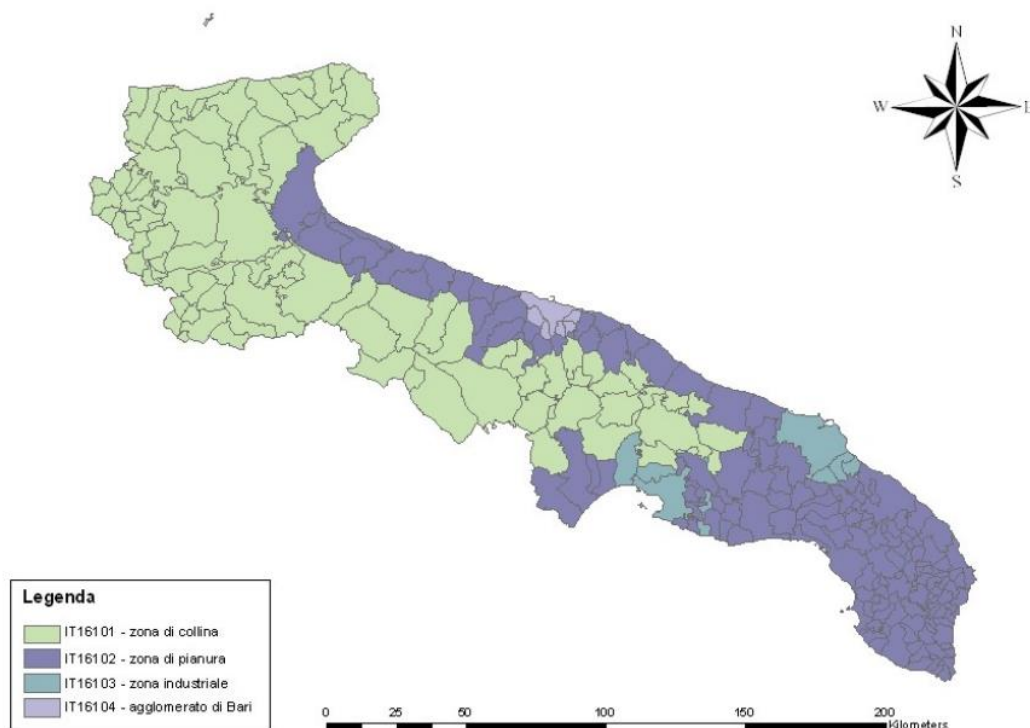


Figura 22 – Zonizzazione del territorio regionale della Puglia ai sensi del D.Lgs. 155/2010

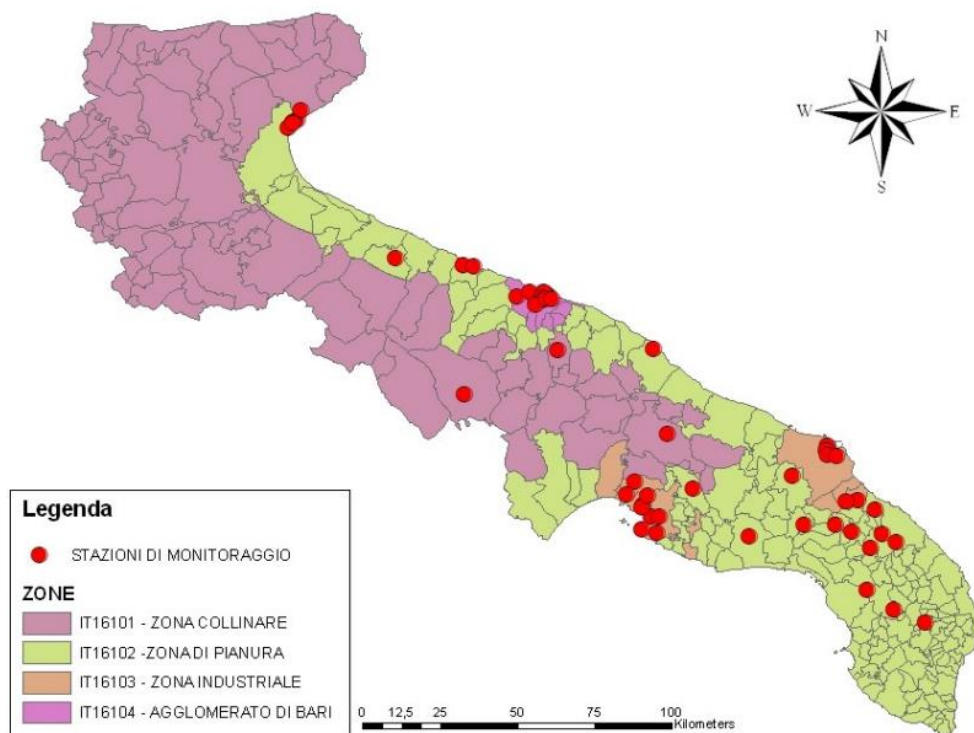


Figura 23 – Reti di monitoraggio di qualità dell’aria utilizzate per la classificazione delle zone

Con la Legge Regionale n. 52 del 30/11/2019 la Regione Puglia ha stabilito che “il Piano regionale per la qualità dell’aria (PRQA) è lo strumento con il quale la Regione Puglia persegue una strategia regionale integrata ai fini della tutela della qualità dell’aria nonché ai fini della riduzione delle emissioni dei gas climalteranti”.

5.1.19 Piano Regionale di Gestione dei Rifiuti Speciali

Il Piano di Gestione è uno degli strumenti previsti dall’art. 7 della direttiva comunitaria 2006/12/CE ed è finalizzato alla tutela della salute e dell’ambiente dagli effetti nocivi della raccolta, del trasporto, del trattamento, dell’ammasso e del deposito di rifiuti nonché a preservare le risorse naturali. Esso individua, come previsto dal D.Lgs. 152/2006, le misure organizzative, normative, di programmazione e pianificazione al fine di:

- garantire che la gestione dei rifiuti si svolga in condizioni di sicurezza;
- attuare i principi di prevenzione, responsabilità e del “chi inquina paga”;
- gestire i rifiuti secondo criteri di efficacia, efficienza, economicità e trasparenza;
- disciplinare la conclusione di accordi di programma finalizzati ad attuare gli obiettivi previsti dalla normativa nazionale e per favorire la prevenzione e il recupero dei rifiuti.

In merito ai fanghi di dragaggio, al capitolo 12 del Piano, si dispone che - al fine di limitare la produzione dei rifiuti provenienti dalle attività di dragaggio - tutti i progetti per la realizzazione dei nuovi porti siano predisposti in modo che l’opera non necessiti di frequenti interventi di dragaggio mentre, per i porti esistenti, gli interventi dovranno essere programmati a livello regionale al fine di

coordinare le operazioni e pianificare gli interventi di recupero o smaltimento dei fanghi prodotti.

Si dispone, inoltre, che venga favorito il riutilizzo in loco dei fanghi per la realizzazione delle opere previste dai piani regolatori portuali oppure la reimmissione in mare, qualora il fango abbia caratteristiche analoghe al fondo naturale e non pregiudichi l'ecosistema marino. I rifiuti non riutilizzabili per la realizzazione delle opere previste o non rifluibili in mare perché non adeguati, dovranno essere gestiti secondo quanto previsto dal D.Lgs. 152/2006 e s.m.i., dalla L. 84/94 e dal DM Ambiente del 7 Novembre 2008. Tra le diverse tecniche di riutilizzo dei sedimenti dragati vengono riportate nel Piano di Gestione:

- riutilizzo per produzione di clinker di Portland;
- riutilizzo per produzione di laterizi;
- riutilizzo per produzione di aggregati leggeri;
- riutilizzo per produzione di materiali ceramici;
- riutilizzo in ambito civile nell'ambito di: opere civili, interventi di natura ambientale, materiali da costruzione, agricoltura;
- riutilizzo per opere in terra;
- riutilizzo per recupero ambientale di cave dismesse;
- riutilizzo per copertura di rifiuti in discarica.

Tra i più importanti esempi di riutilizzo in opere civili si distinguono:

- ricostruzione o ripascimento di litorali erosi;
- apporto di materiali addensati per costruire terrapieni, banchine, colline artificiali, rimodellazione del territorio, rilevati e sottofondi stradali e coperture per discariche;
- riempimento di vasche di colmata, vasche di contenimento o di altri ambienti più o meno conterminati;
- berme subacquee o isole artificiali fuori costa per ripopolamento ittico o protezione del litorale;
- barene artificiali per ricostruzione morfologica di lagune e stagni;
- creazione di zone umide per ripopolamento ittico ed oasi faunistiche;
- materiale da costruzione (sabbia-ghiaia);
- bonifica di terre basse, periodicamente allagate per insediamenti urbani o espansione di aree industriali;
- topsoil per uso agricolo.

5.1.20 Piano Regionale dei Trasporti

In Puglia, le politiche in tema di mobilità e trasporti sono predisposte mediante i seguenti strumenti di pianificazione e programmazione:

- il Piano Attuativo del Piano Regionale dei Trasporti (PRT), con durata quinquennale, che individua le infrastrutture e le politiche finalizzate ad attuare gli obiettivi e le strategie definite nel PRT;
- il Piano Triennale dei Servizi (PTS), inteso come piano attuativo del PRT, che attua gli obiettivi e le strategie di intervento relative ai servizi di trasporto pubblico regionale locale individuate

e ritenute prioritarie.

Il Piano Regionale dei Trasporti, approvato con Legge Regionale 23 giugno 2008 n. 16, è il documento programmatico settoriale volto a realizzare sul territorio regionale un sistema di trasporto delle persone e delle merci globalmente efficiente, sicuro, sostenibile e coerente con i piani di assetto territoriale e di sviluppo socio-economico regionali e sovraregionali.

Il PRT predispone obiettivi e strategie per i porti di II categoria, per cui non sono presenti disposizioni per i porti militari.

Alla luce di quanto riportato nel Piano Regionale dei Trasporti e dei relativi Piani Attuativi, gli interventi di progetto non presentano elementi di incompatibilità con gli obiettivi e le strategie dei suddetti strumenti di programmazione.

5.1.21 Regolamento Regionale 30 Dicembre 2010, n. 24

Il Regolamento Regionale 30 Dicembre 2010, n. 24, così come modificato dal Regolamento Regionale 30 novembre 2012, n. 29 è lo strumento attuativo del Decreto del Ministero per lo Sviluppo Economico del 10 settembre 2010, "Linee Guida per l'autorizzazione degli impianti alimentati da fonti rinnovabili", recante la individuazione di aree e siti non idonei alla installazione di specifiche tipologie di impianti alimentati da fonti rinnovabili nel territorio della Regione Puglia.

Ai sensi dell'art. 2 del Regolamento Regionale 30 novembre 2012, n. 29, nelle zone territoriali omogenee a destinazione industriale o mista industriale e commerciale, che abbiano mantenuto la destinazione urbanistica, comprese all'interno delle aree non idonee di cui all'allegato 3, sono consentite tutte le tipologie di impianti individuati nell'allegato 2, purché dette aree siano ubicate all'esterno del perimetro delle zone territoriali omogenee a destinazione prevalentemente residenziale, con esclusione degli impianti di tipologia E.4 a), b), c), d), per le quali è imposta una distanza di 1 km dalle aree edificabili.

Le aree non idonee all'installazione di FER sono:

- aree naturali protette nazionali;
- aree naturali protette regionali;
- zone umide Ramsar;
- Siti di Importanza Comunitaria (SIC);
- Zone a Protezione Speciale (ZPS);
- Important Birds Area (IBA);
- altre aree ai fini della conservazione della biodiversità;
- siti UNESCO;
- beni culturali + 100 m (parte II D.Lgs. 42/2004) (vincolo L.1089/1939);
- immobili e aree dichiarati di notevole interesse pubblico (art. 136 D.Lgs. 42/2004) (vincolo L. 1497/1939);
- aree tutelate per legge (art. 142 D.Lgs. 42/2004): territori costieri fino a 300 m; laghi e territori contermini fino a 300 m; fiumi, torrenti e corsi d'acqua fino a 150 m; boschi + buffer di 100 m; zone archeologiche + buffer di 100 m; tratturi + buffer di 100 m;
- aree a pericolosità idraulica;

- aree a pericolosità geomorfologica;
- ex ambito A (PUTT);
- ex ambito B (PUTT);
- area edificabile urbana + buffer di 1 km;
- segnalazioni carta dei beni + 100 m;
- coni visuali;
- grotte + buffer di 100 m;
- lame e gravine;
- versanti;
- aree agricole interessate da produzioni agro-alimentari di qualità (biologico, DOP, IGP, STG; DOC, DOCG).

L'area oggetto di intervento ricade nei territori costieri fino a 300 m (D.Lgs. 42/2004) e aree dichiarate di notevole interesse pubblico (art. 136 D. Lgs. 42/2004); secondo l'allegato 3 del Regolamento in esame la realizzazione di FER, è intesa come trasformazione e artificializzazione della fascia costiera che potrebbe compromettere i caratteri storico-identitari e la unicità dei paesaggi costieri, contrastando con gli obiettivi di connessione e conservazione degli elementi di naturalità e di miglioramento della qualità ecologica e percettiva dei paesaggi costieri, nonché compromettere l'integrità dei peculiari valori paesaggistici che determinano il notevole interesse pubblico.

Sia nel caso dei territori costieri fino a 300 m che nel caso delle aree di notevole interesse pubblico le tipologie di impianti non compatibili sono F.3a e F.3b (Impianti fotovoltaici realizzati su edifici o sulle loro pertinenze, con modalità differenti da quelle di F.1 e F.2), F.4a e F.4b (Impianti fotovoltaici con moduli ubicati al suolo), F.5 (Impianti fotovoltaici con moduli ubicati al suolo, proposti su aree agricole, solo se specificatamente previsti da un piano di miglioramento aziendale approvato dagli organi competenti, a garanzia della funzionalità dell'impianti, alla salvaguardia e valorizzazione del paesaggio rurale e delle tradizioni agro- alimentari locali), F.6 (Impianto con moduli ubicati al suolo, di tipologia diversa da F.5), F.7 (Impianto con moduli ubicati al suolo), B.3 e B.4 (operanti in assetto cogenerativo alimentati a biomasse differenti dalle tipologie precedenti), B.5a, B.5b, B.5c e B.5d (alimentati a biomasse non ricadenti nelle categorie precedenti), B.6 (alimentati da gas di discarica, gas residuati dai processi di depurazione e biogas), E.2a, E.2b e E.2c (Impianti per minieolico con aereo generatori di altezza complessiva non superiore a 30 metri o con un diametro del rotore non superiore a 18 metri, se: i) proposti su aree agricole, ii) se specificatamente previsti da un piano di miglioramento aziendale approvato dagli organi competenti, a garanzia della funzionalità dell'impianti, alla salvaguardia e valorizzazione del paesaggio rurale e delle tradizioni agro-alimentari locali.; iii) numero di aerogeneratori n° 3), E.3a e E.3b (Tipologie differenti da E.2), E.4a,b,c,d (Parchi eolici o singoli aerogeneratori (diversi da E2-c)), IG.1 (Impianti idroelettrici e geotermoelettrici realizzati in edifici esistenti, sempre, che non alterino i volumi e le superfici, non comportino modifiche delle destinazioni di uso, non riguardino le parti strutturali dell'edificio, non comportino aumento del numero delle unità immobiliari e non implicino incremento dei parametri urbanistici), IG.2 (Alimentati a fonte idraulica), IG.3 (Impianti idroelettrici e geotermoelettrici diversi da IG.1 e IG.2).

5.1.22 Piano Energetico Ambientale Regionale (PEAR)

La Regione Puglia è dotata di uno strumento programmatico adottato con Delibera di G.R. n. 827 del 08 giugno 2007, che contiene indirizzi e obiettivi strategici in campo energetico in un orizzonte temporale di dieci anni. Con Deliberazione della Giunta Regionale 28 marzo 2012, n. 602 sono state individuate le modalità operate per l'aggiornamento del PEAR. La revisione del PEAR è stata disposta anche dalla Legge Regionale n. 25 del 24 settembre 2012 che ha disciplinato le modalità per l'adeguamento e l'aggiornamento e ha previsto l'adozione da parte della Giunta Regionale e la successiva approvazione da parte del Consiglio Regionale.

Con Deliberazione della Giunta Regionale n. 1181 del 27 maggio 2015 si è disposta l'adozione del documento di aggiornamento e sono state avviate le consultazioni della procedura di Valutazione Ambientale Strategica (VAS).

In tale documento viene evidenziato che la collocazione geografica della Puglia assicura rilevanti potenzialità del territorio in termini di sviluppo delle FER e del settore solare in particolare ma che è necessario sfruttarle in modo equilibrato per contenere gli effetti negativi sul consumo di suolo e sul paesaggio.

5.1.23 Strategia Regionale di Sviluppo Sostenibile

A valle dell'approvazione della Strategia Nazionale di Sviluppo Sostenibile, sono stati avviati una serie di incontri con le Regioni ai fini della definizione delle Strategie Regionali per lo Sviluppo Sostenibile. Il 19 aprile 2019 la Regione Puglia ha costruito il progetto di SSvS sulla base delle seguenti categorie:

- Categoria A: Costruzione della governance della Strategia regionale;
- Categoria B: Coinvolgimento della società civile;
- Categoria C: Elaborazione del documento di SRSvS.

Le tre categorie sono state a loro volta declinate in azioni di intervento:

- A1. Istituzione di una cabina di regia istituzionale;
- A2. Definizione Assistenza Tecnica;
- A3. Comitato Tecnico Scientifico;
- A3_bis. Rafforzamento della struttura di coordinamento regionale;
- B1. Istituzione di un Forum Regionale per lo Sviluppo Sostenibile;
- B2. Azioni di divulgazione ed Educazione Ambientale e alla Sostenibilità;
- C1. Aggiornamento del quadro delle conoscenze;
- C2. Identificazione degli obiettivi di sostenibilità;
- C3. Definizione delle azioni da monitorare
- C4. Definizione degli indicatori di sostenibilità per la; SRSvS utili al monitoraggio degli effetti delle azioni individuate;
- C5. Analisi dei risultati e produzione dei rapporti di monitoraggio;
- C5_bis. Integrazione delle politiche e delle pianificazioni di settore regionali nello scenario di sviluppo sostenibile: focus su obiettivi di adattamento ai cambiamenti climatici;

- C6. Attività di raccordo tra obiettivi regionali e strumenti di programmazione e pianificazione territoriale: linee guida regionali per la VAS.

Alle Strategie Regionali di Sviluppo Sostenibile è richiesto di introdurre nuove modalità per costruire, orientare e definire le politiche e le azioni delle Regioni al fine di "assicurare la dissociazione fra la crescita economica ed il suo impatto sull'ambiente, il rispetto delle condizioni di stabilità ecologica, la salvaguardia della biodiversità ed il soddisfacimento dei requisiti sociali connessi allo sviluppo delle potenzialità individuali quali presupposti necessari per la crescita della competitività e dell'occupazione".

Nel tema ambientale uno strumento fondamentale per la sensibilizzazione del territorio regionale allo Sviluppo Sostenibile è la rete In.F.E.A. (rete di Informazione, Formazione ed Educazione Ambientale) che si articola su una scala nazionale e regionale.

5.1.24 Piano Faunistico Venatorio Regionale

Con Deliberazione della Giunta Regionale n. 1198 del 20 luglio 2021 viene approvato definitivamente il Piano Faunistico Venatorio Regionale 2018/2023, comprensivo della relativa Dichiarazione di Sintesi. Tale Piano istituisce:

- ATC (Ambiti Territoriali di Caccia)
- Oasi di protezione
- Zone di ripopolamento e cattura
- Centri pubblici di riproduzione della fauna selvatica

Inoltre, individua, conferma e revoca gli istituti a gestione privatistica come centri privati di riproduzione della fauna selvatica allo stato naturale o allevamenti di fauna selvatica, zone di addestramento cani, Aziende Faunistico Venatorie, Aziende agri-turistico-venatorie.

Il calcolo del territorio agro-silvo-pastorale (TASP) e delle superfici venabili è stato eseguito sottraendo alla superficie amministrativa di ciascuna Provincia le aree antropizzate ovvero quelle inidonee alla sosta, riproduzione e rifugio della fauna selvatica.

L'elaborazione è stata poi perfezionata confrontando i perimetri delle aree urbane e le aree urbane rappresentate nel Piano di Tutela delle Acque (PTA); a completamento delle informazioni relative alle superfici delle "aree non idonee" sono stati inseriti gli areali provenienti dalla ricognizione degli impianti eolici e fotovoltaici.

Gli ATC (Ambiti Territoriali di Caccia) devono comprendere, al loro interno, aree a vocazione faunistica diversa. Il territorio agro-silvo-pastorale viene ripartito in 6 ambiti territoriali di caccia: Capitanata, Ofantino, Murgiano, Arco Jonico, Messapico, Salento.

Le OdP (Oasi di Protezione) sono istituti vocati alla sosta, al rifugio, alla riproduzione naturale della fauna selvatica attraverso la difesa e il ripristino degli habitat per le specie selvatiche dei mammiferi e uccelli. Esse assicurano la sopravvivenza delle specie faunistiche in diminuzione o particolarmente meritevoli di conservazione e consentono la sosta e la produzione della fauna selvatica, con particolare riferimento alla fauna migratoria lungo le principali rotte di migrazione. Nelle OdP è vietata ogni forma di esercizio venatorio e ogni altro atto che rechi danno alla fauna selvatica.

Le ZRC (Zone di Ripopolamento e Cattura) sono destinate alla riproduzione della fauna selvatica

allo stato naturale, al suo irradimento nelle zone circostanti e alla cattura della stessa mediante i piani previsti nel programma annuale di intervento per l'immissione sul territorio in tempi e condizioni utili all'ambientamento, fino alla costituzione e stabilizzazione della densità faunistica ottimale per territorio. Nelle ZRC è vietata ogni forma di esercizio venatorio e tali aree devono avere una superficie non inferiore a 500 ettari.

I centri pubblici di riproduzione della fauna selvatica sono le aree destinate a riprodurre, con metodi sperimentali, esemplari di fauna stanziale allo stato libero al fine della ricostituzione delle popolazioni autoctone, conservandone la naturale selvatichezza. In tali centri è vietata ogni forma di esercizio venatorio ma sono autorizzate catture delle specie stanziali protette e prelievo della sola selvaggina che risulti non idonea alle azioni di ripopolamento.

I centri privati di riproduzione della fauna selvatica sono i territori destinati alla produzione, allo stato naturale, di fauna appartenente alle specie cacciabili per fini di ripopolamento e attività cinofile. Tali centri devono essere localizzati in ambienti idonei e avere dimensioni tali da assicurare il soddisfacimento delle esigenze biologiche dei selvatici. In tali centri è vietata ogni forma di esercizio venatorio ma è consentita la cattura per la commercializzazione per fini di ripopolamento e attività cinofile. I centri privati non possono estendersi su una superficie complessivamente superiore all'1% del territorio agro-silvo-pastorale del territorio provinciale interessato e sono soggetti a tassa di concessione regionali.

Le ZAC (Zone per l'Addestramento, l'allenamento e le gare Cinofile) sono zone destinate all'allenamento, all'addestramento e alle gare dei cani da caccia e possono occupare massimo il 4% del territorio agro-silvo-pastorale.

Il 10% del territorio agro-silvo-pastorale può essere destinato alle aziende faunistico-venatorie (5%) e alle aziende agro-turistico-venatorie (5%). Le prime sono finalizzate alla conservazione d'ambiente naturale e della fauna selvatica con particolare riferimento alla fauna acquatica e alla tipica fauna appenninica; l'esercizio venatorio è consentito solo al titolare o a chi è da quest'ultimo autorizzato mentre non è consentito immettere o liberare fauna selvatica successivamente alla data del 31 agosto. Le seconde sono istituite al fine di impresa agricola e turistica e devono essere situate preferibilmente in territori di scarso rilievo ambientale e faunistico; è consentita l'immissione e l'abbattimento per tutta la stagione venatoria di fauna di allevamento ma l'abbattimento è consentito solo al titolare o a chi è da quest'ultimo autorizzato.

I fondi chiusi sono recintati con muro o rete metallica di altezza non inferiore a 1,20 m o circondati da corsi o specchi di acqua perenni il cui letto abbia la larghezza di almeno 3 m e profondità di almeno 1,50 m. Nei fondi chiusi l'esercizio venatorio è vietato.

Come illustrato nell'immagine successiva, l'area di intervento non ricade nei pressi di zone tutelate del Piano Faunistico Venatorio Regionale. Le più vicine sono una zona di addestramento cani a circa 4 km di distanza e un'oasi di protezione a circa 6 km.



Figura 24 – Piano Faunistico Venatorio Regionale 2018-2023 (ATC Provincia di Taranto)

5.1.25 Aree Naturali Protette

In attuazione dei principi generali della Legge 6 dicembre 1991 n. 394 (Legge Quadro sulle Aree Protette), la Regione Puglia ha definito le norme per l’istituzione e la gestione delle aree naturali protette al fine di promuovere la conservazione e la valorizzazione del patrimonio naturale e ambientale della Regione.

La Legge Quadro 394/1991 fu istituita al fine di dettare i principi fondamentali per l’istituzione e la gestione delle aree naturali protette in modo da garantire e promuovere la conservazione e la valorizzazione del patrimonio naturale del paese. Essa dà disposizioni in merito all’istituzione di parchi nazionali, parchi regionali, riserve naturali e aree protette marine.

Nelle aree naturali protette, definite dalla Legge Quadro come i territori nei quali siano presenti formazioni fisiche, geologiche, geomorfologiche e biologiche di rilevante valore naturalistico e ambientale, la Regione Puglia salvaguarda e valorizza le attività agro-silvo-pastorali e tradizionali nonché le altre economie locali. I territori regionali sottoposti a tutela sono classificati sulla base delle caratteristiche e delle destinazioni come parchi naturali regionali e riserve naturali regionali.

Nella provincia di Taranto sono state individuate le seguenti aree a preminente interesse naturalistico, ambientale e paesaggistico:

- Gravine dell’Arco jonico;
- Bosco delle Pianelle;
- Lago Salinella;
- Palude la Vela;
- Mar Piccolo;
- Dune di Campomarino e Torrente Borraco;

- Foce del Chidro;
- Salina e dune di Torre Colimena;
- Pinete dell’Arco Jonico;
- Palude del Conte e duna costiera;
- Boschi Cuturi e Rosa Marina;
- Zona collina e boschi di Massafra.

Le misure di salvaguardia prevedono il divieto, nelle aree perimetrate, di:

- a) aprire nuove cave;
- b) esercitare l’attività venatoria;
- c) effettuare opere di movimento terra tali da modificare consistentemente la morfologia del terreno;
- d) costruire nuove strade e ampliare le esistenti se non in funzione delle attività agricole, forestali e pastorali.

L’area di intervento non ricade all’interno di parchi naturali o riserve, naturali o regionali, né di aree marine o riserve marine protette (Figura 25).

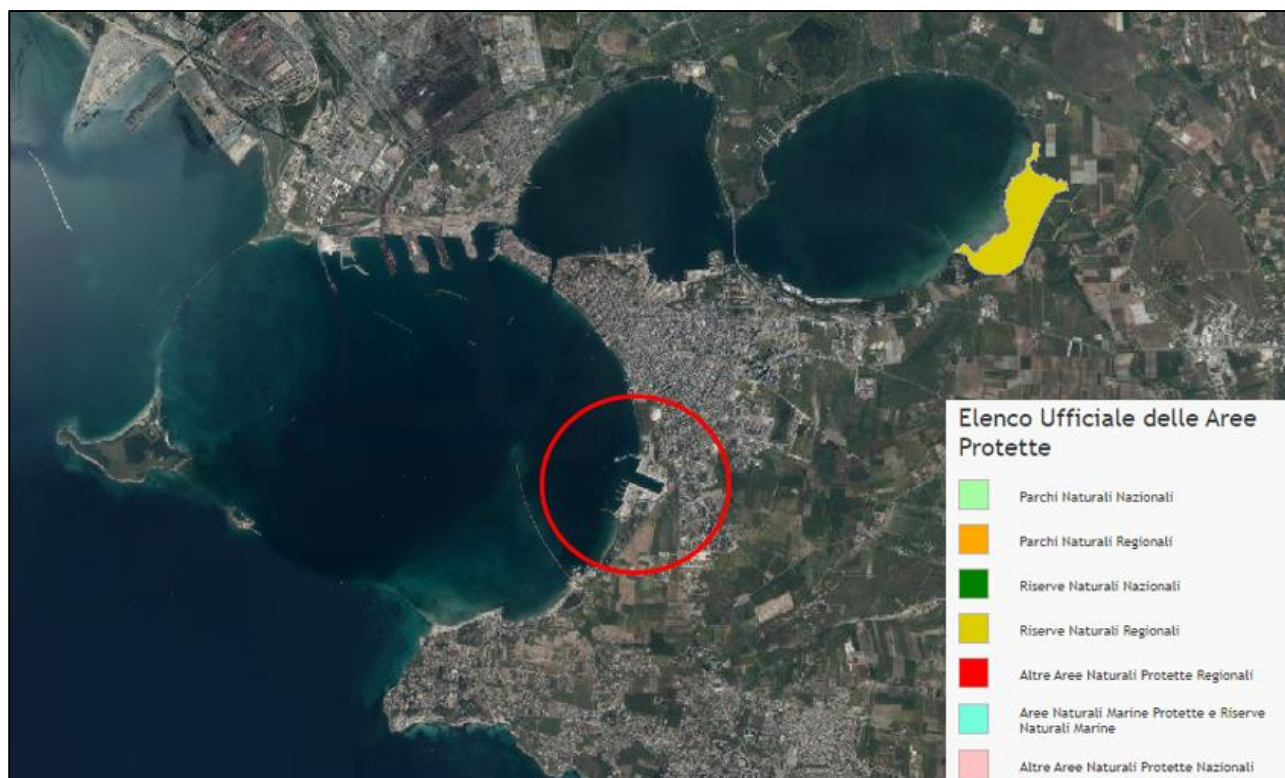


Figura 25 – Aree protette (Geoportale Nazionale)

5.1.26 Quadro di Assetto Tratturi

Con Deliberazione della Giunta Regionale n. 819 del 2 maggio 2019 è stato approvato

definitivamente il Quadro di Assetto dei Tratturi, il quale prevede l'assetto definitivo delle destinazioni dei tratturi regionali, attraverso l'individuazione e la perimetrazione di:

- tratturi che conservano l'originaria consistenza o che possono essere alla stessa recuperati, da conservare e valorizzare per il loro attuale interesse storico, archeologico e turistico-ricreativo;
- aree tratturali idonee a soddisfare esigenze di carattere pubblico;
- aree tratturali che hanno subito permanenti alterazioni, anche di natura edilizia.

I tratturi, sono sottoposti a vincolo archeologico ai sensi del D.Lgs. 42/2004.

L'area di intervento non ricade nei pressi di aree tratturali, come illustrato nell'immagine seguente.



Figura 26 – Rete tratturi (cerchiata in rosso l'area di intervento)

5.1.27 Piano Regionale della Attività Estrattive (PRAE)

Il PRAE è lo strumento settoriale generale strategico di indirizzo, programmazione e pianificazione territoriale delle attività estrattive nella Regione Puglia e persegue la valorizzazione dei giacimenti dei materiali di cava, con particolare riferimento ai materiali di pregio, cercando di rendere compatibili le esigenze di carattere produttivo con la salvaguardia dei valori ambientali, naturalistici e paesaggistici.

L'area di intervento non si trova nei pressi di attività estrattive, come illustrato nell'immagine successiva.

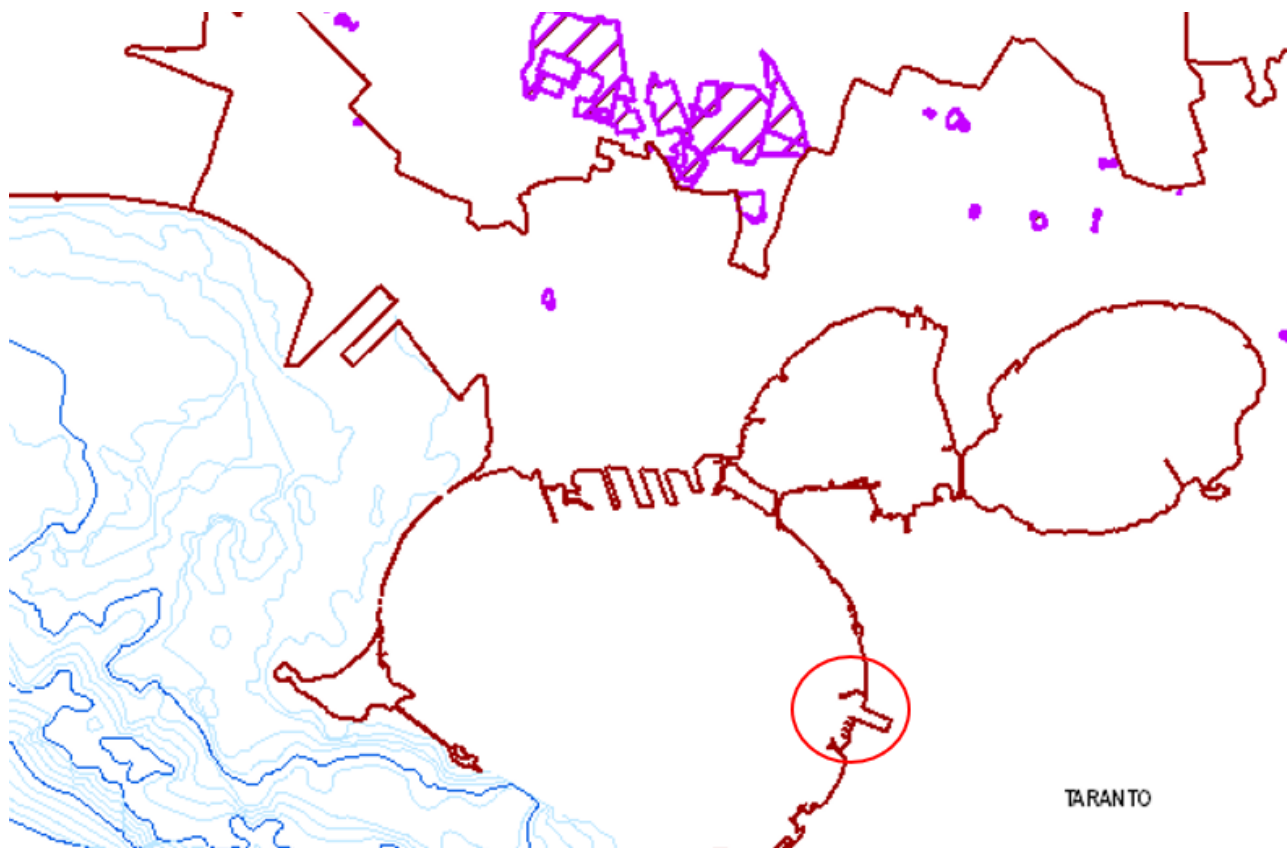


Figura 27 – Attività estrattive - Cerchiata in rosso l'area di intervento (*Webgis Puglia*)

5.1.28 Pianificazione e Sviluppo della Pesca e dell'Acquacoltura regionale e FEAMP

Con la Legge Regionale 3 novembre 2017 n. 43, la Regione Puglia sostiene azioni di innovazione e sviluppo ambientale, economico e sociale nei settori della pesca e dell'acquacoltura, promuovendo e favorendo:

- a) la salvaguardia, l'utilizzo razionale e il riequilibrio biologico degli ecosistemi acquatici, della fauna e della flora ittica;
- b) lo sviluppo socio-economico e la modernizzazione della pesca e dell'acquacoltura;
- c) la valorizzazione, la qualità e la sicurezza alimentare dei prodotti ittici e della loro filiera;
- d) la ricerca scientifica e la sperimentazione sul campo;
- e) la diversificazione e l'internalizzazione delle imprese e delle pratiche produttive;
- f) lo sviluppo delle infrastrutture di filiera, ivi compresi i mercati dei produttori, i mercati ittici all'ingrosso, porti e punti di sbarco.

In applicazione delle disposizioni di cui al D.Lgs. 154/2004 la Regione Puglia adotta il Piano Regionale della Pesca e dell'Acquacoltura, che ha durata triennale. Tale Piano indica le priorità e disciplina gli aspetti in merito all'analisi dello stato dell'economia ittica pugliese, all'analisi dello stato dell'ambiente e delle risorse, alle criticità e dei punti forza dei settori della pesca e dell'acquacoltura, all'analisi dei fabbisogni e dell'individuazione degli strumenti/misure di intervento nonché in merito

al piano finanziario e al cronoprogramma delle attività. Il piano individua altresì gli interventi regionali di sostegno e incentivazione della pesca e dell’acquacoltura e i fabbisogni del settore, promuovendo interventi di aggiornamento e qualificazione professionale.

Per le acque interne la Regione si dota di un Piano Ittico Regionale.

Ai fini della tutela, dell’incremento e della valorizzazione delle risorse biologiche marine e lacustri, il Direttore del Dipartimento Agricoltura, Sviluppo Rurale e Ambientale della Regione Puglia individua le aree oggetto di interesse produttivo e pianificazione gestionale.

Con il Programma FEAMP (Fondo Europeo per gli Affari Marittimi e la Pesca) si è proceduto con l’identificazione e la mappatura delle zone più idonee per lo sviluppo dell’acquacoltura. La strategia di identificazione e mappatura ha previsto una caratterizzazione iniziale dell’area di studio con la mappatura dei vincoli e degli usi incompatibili con l’acquacoltura al fine di individuare, per sottrazione, le aree marine libere e potenzialmente idonee. Conseguentemente, si è proceduto con una valutazione spaziale delle aree marine libere tramite l’analisi dei parametri oceanografici-ambientali che influenzano la produzione per il calcolo del Grado di Idoneità che ha permesso la realizzazione della carta delle idoneità socio-economico-ambientali del sistema marino costiero per l’itticoltura e la molluschicoltura, di cui si riporta il dettaglio dell’area di progetto che non rientra nelle aree potenzialmente idonee in quanto vincolata e non idonea all’itticoltura e alla molluschicoltura.

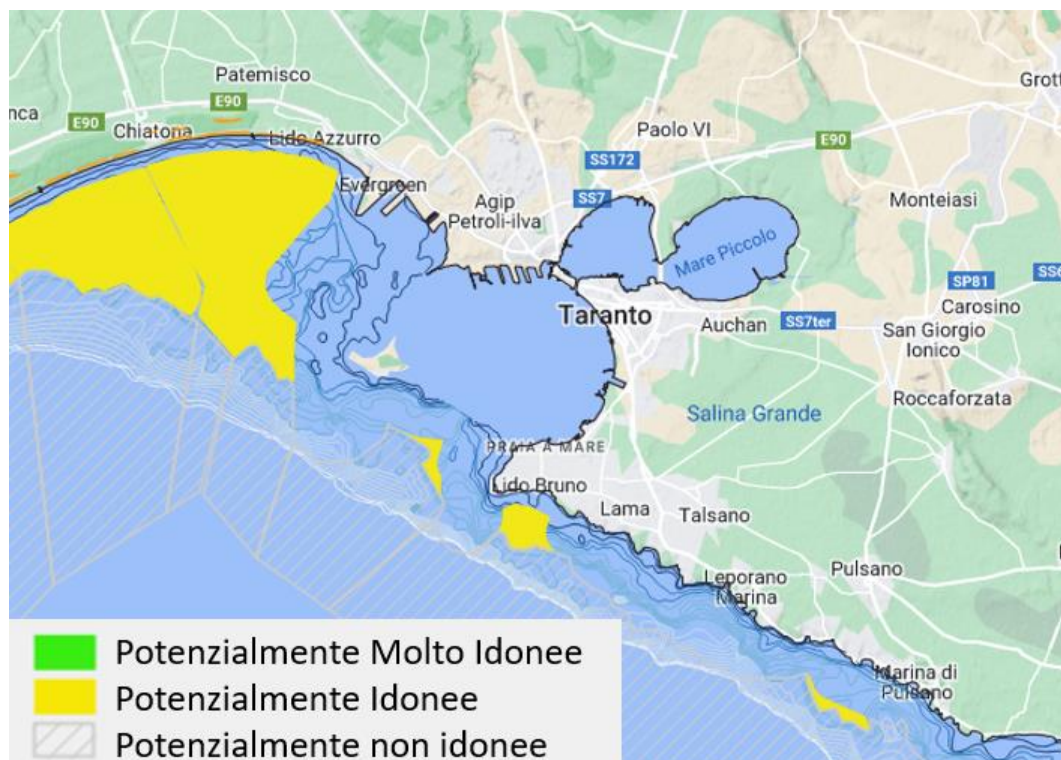


Figura 28 – Aree potenzialmente idonee per la molluschicoltura

PROGRAMMA “BASI BLU” - ADEGUAMENTO E AMMODERNAMENTO DELLE CAPACITÀ DI SUPPORTO LOGISTICO DELLE BASI DELLA M.M.I. – STAZIONE
NAVALE IN MAR GRANDE DI TARANTO – INTERVENTO “C”

INTEGRAZIONE, AGGIORNAMENTO E COORDINAMENTO DELLO STUDIO DI FATTIBILITÀ, ELABORATO DALL’A.D., PER LA
“REALIZZAZIONE DI UN NUOVO PONTILE CHIAPPARO” – CIG 9620109D13 – CUP D52F23000000001

Documento di Fattibilità delle Alternative Progettuali (DOCFAP) (Articolo 2 Allegato I.7 D.Lgs. n. 36/2023)

RELAZIONE TECNICO-ILLUSTRATIVA

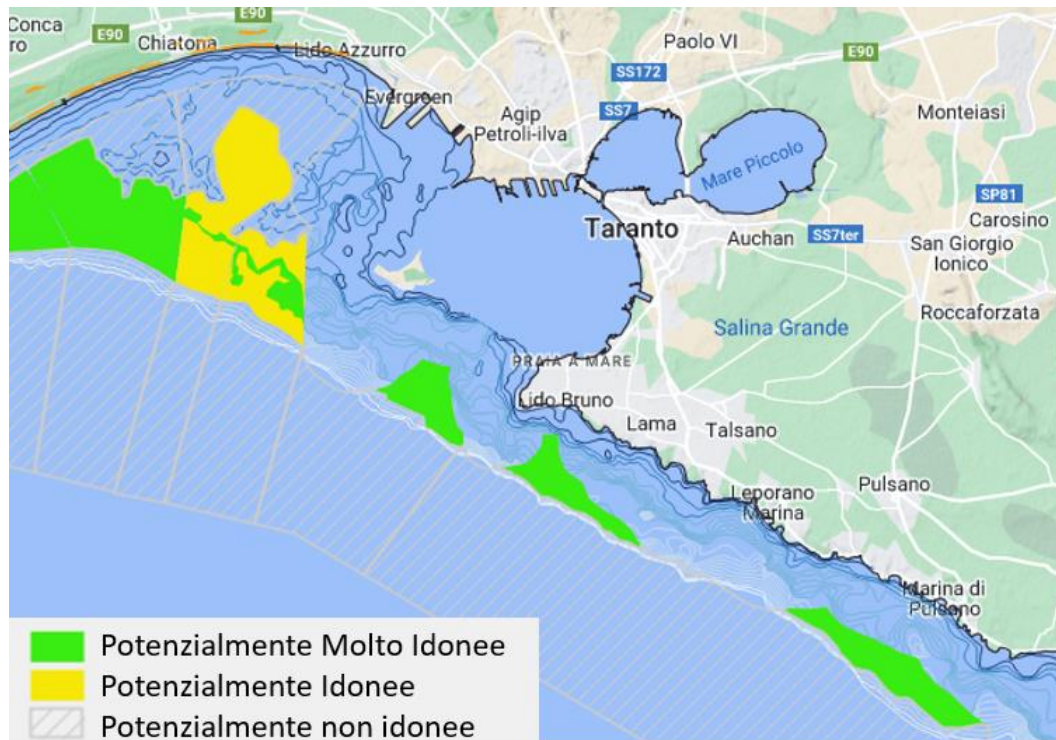


Figura 29 – Aree potenzialmente idonee per l’itticoltura

L’area di intervento, di fatto, rientra tra le aree vincolate non idonee all’itticoltura e alla molluschicoltura.

PROGRAMMA “BASI BLU” - ADEGUAMENTO E AMMODERNAMENTO DELLE CAPACITÀ DI SUPPORTO LOGISTICO DELLE BASI DELLA M.M.I. – STAZIONE
NAVALE IN MAR GRANDE DI TARANTO – INTERVENTO “C”

INTEGRAZIONE, AGGIORNAMENTO E COORDINAMENTO DELLO STUDIO DI FATTIBILITÀ, ELABORATO DALL’A.D., PER LA
“REALIZZAZIONE DI UN NUOVO PONTILE CHIAPPARO” – CIG 9620109D13 – CUP D52F23000000001

Documento di Fattibilità delle Alternative Progettuali (DOCFAP) (Articolo 2 Allegato I.7 D.Lgs. n. 36/2023)

RELAZIONE TECNICO-ILLUSTRATIVA



Figura 30 – Aree vincolate e non idonee all'itticoltura (cerchiata in nero l'area di intervento)



Figura 31 – Aree vincolate e non idonee alla molluschicoltura (cerchiata in nero l'area di intervento)

Per tale ragione, le aree del Mar Grande e le aree del Mar Piccolo in cui sono presenti impianti di acquacoltura, rientrano nel progetto di riclassificazione delle acque destinate alla molluscoltura, come rappresentato nell’immagine seguente.



Figura 32 – Progetto di riclassificazione delle acque destinate alla molluscoltura

5.1.29 Piano Regionale di Bonifica delle Aree Inquinare

Nel 2021 è stata effettuata la revisione del Piano Regionale di Bonifica delle Aree Inquinare della Regione Puglia, approvato con Deliberazione del Consiglio Regionale del 12 luglio 2011 n. 39. Il Piano di Bonifica è elaborato in stretta connessione con il Piano Rifiuti, con il Piano di Gestione delle Risorse Idriche, con la pianificazione territoriale e urbanistica, con la pianificazione delle aree protette e con le procedure per il rilascio della VIA e dell’AIA.

Al fine di individuare le emergenze ambientali, su cui intervenire prioritariamente con fondi pubblici, la Regione ha adottato tre criteri, nel piano 2011, sulla base dei quali sono stati individuati tre gradi di priorità:

- Priorità 1: siti già oggetto di finanziamento Ecotassa, FAS o POR per la caratterizzazione che necessitano di bonifica o messa in sicurezza permanente e presenti negli elenchi di segnalazione delle Province;
- Priorità 2: siti già oggetto di finanziamento Ecotassa, FAS o POR per la caratterizzazione o mise che necessitano di bonifica o messa in sicurezza permanente o presenti negli elenchi di segnalazione delle Province;

- Priorità 3: siti segnalati dalle amministrazioni comunali nell’ambito della fase di consultazione relativa alla procedura di VAS del piano.

Il sito di Taranto, compreso all’interno dell’area dichiarata ad “elevato rischio di crisi ambientale”, interessa una vasta area pianeggiante. La superficie interessata dagli interventi di bonifica e ripristino ambientale è pari a 22,0 km² (aree private), 10,0 km² (aree pubbliche), 22,0 km² (Mar Piccolo), 51,1 km² (Mar Grande), 9,8 km² (Salina Grande). L’area perimetrata comprende: un polo industriale di rilevanti dimensioni, lo specchio di mare antistante l’area industriale comprensiva dell’area portuale (Mar Grande), alcune discariche, lo specchio marino rappresentato dal Mar Piccolo, la Salina Grande e diverse cave dismesse.

Al giugno 2020, lo stato delle procedure per la bonifica nel SIN di Taranto è esplicita nelle immagini successive.



Figura 33 – Stato delle procedure di bonifica dei terreni giugno 2020 (giallo: piano di caratterizzazione presentato; arancione: piano di caratterizzazione attuato; rosso: misure di prevenzione attuate; blu: progetto di bonifica presentato; verde: progetto di bonifica approvato; azzurro: aree non contaminate)



Figura 34 – Stato delle procedure per la bonifica della falda giugno 2020 (giallo: piano di caratterizzazione presentato; arancione: piano di caratterizzazione attuato; rosso: misure di prevenzione attuate; blu: progetto di bonifica presentato; verde: progetto di bonifica approvato; azzurro: aree non contaminate)

5.1.30 Piano di Disinquinamento per il Risanamento del Territorio della Provincia di Taranto

Con Decreto del Presidente della Repubblica 23 aprile 1998 è stato approvato il piano di disinquinamento per il risanamento del territorio della Provincia di Taranto che comprende i comuni di Taranto, Statte, Crispiano, Massafra e Montemesola. Tale piano costituisce un atto di indirizzo e coordinamento per le amministrazioni statali, gli enti pubblici anche economici, la regione Puglia e gli enti locali.

Obiettivo del piano è quello di disporre le misure dirette volte alla riduzione o all'eliminazione dei fenomeni di squilibrio ambientale e di inquinamento, all'impiego di apparati per l'eliminazione o la riduzione dell'inquinamento, alla vigilanza sulle attività produttive e sull'utilizzazione degli apparati sopracitati nonché sullo stato dell'ambiente e sull'attuazione degli interventi. Il piano definisce altresì i metodi, i criteri e le misure di coordinamento della spesa ordinaria dello Stato, delle regioni e degli enti locali.

Gli obiettivi di qualità del piano devono tendere a garantire il miglioramento progressivo dello stato di qualità dell'ambiente per ogni componente ambientale, a salvaguardare le risorse ambientali disponibili, evitandone il depauperamento, e a salvaguardare le risorse paesaggistiche e naturalistiche.

Dalla carta delle aree di interesse ambientale e paesaggistico emerge come la zona oggetto di intervento ricada nell'ambito di agglomerati urbani e industriali, di cui non viene espresso particolare

PROGRAMMA "BASI BLU" - ADEGUAMENTO E AMMODERNAMENTO DELLE CAPACITÀ DI SUPPORTO LOGISTICO DELLE BASI DELLA M.M.I. – STAZIONE NAVALE IN MAR GRANDE DI TARANTO – INTERVENTO "C"

INTEGRAZIONE, AGGIORNAMENTO E COORDINAMENTO DELLO STUDIO DI FATTIBILITÀ, ELABORATO DALL'A.D., PER LA "REALIZZAZIONE DI UN NUOVO PONTILE CHIAPPARO" – CIG 9620109D13 – CUP D52F23000000001

Documento di Fattibilità delle Alternative Progettuali (DOCFAP) (Articolo 2 Allegato I.7 D.Lgs. n. 36/2023)

RELAZIONE TECNICO-ILLUSTRATIVA

interesse ambientale e/o paesaggistico.

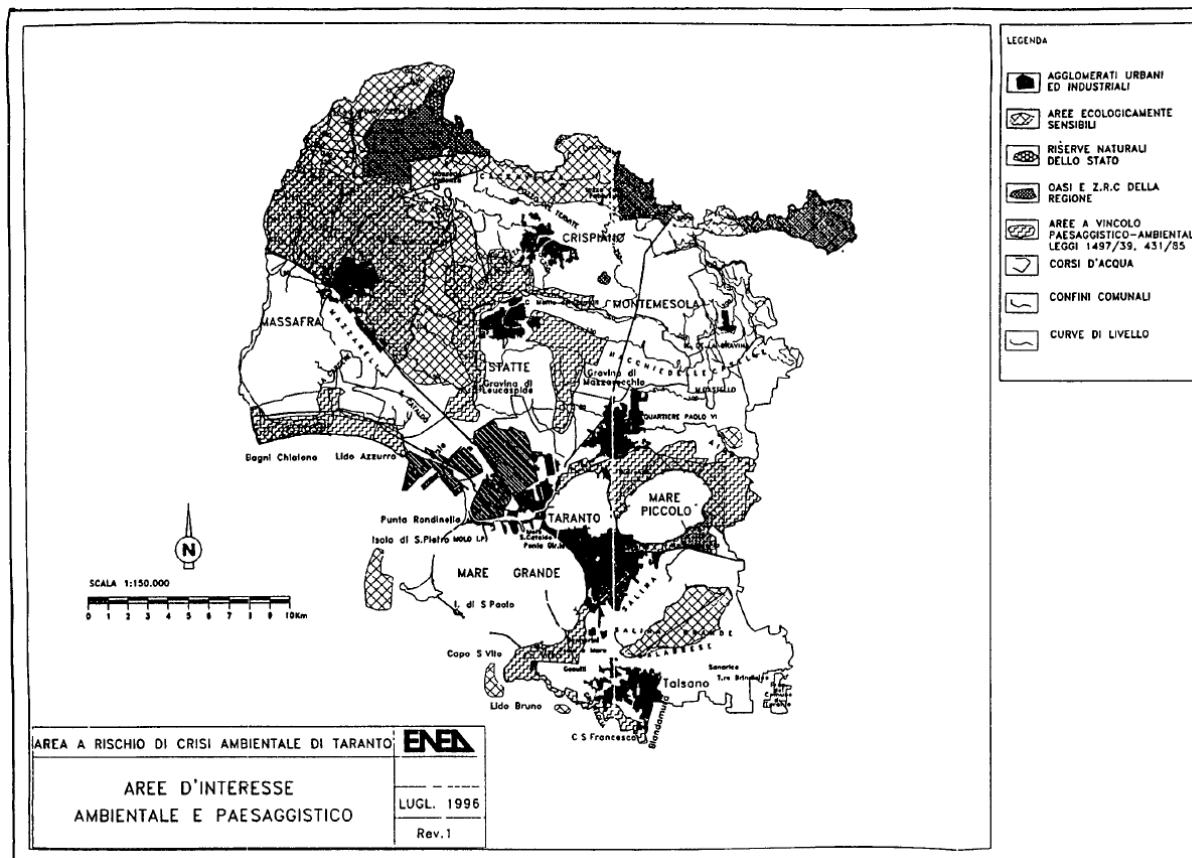


Figura 35 – Aree di interesse ambientale e paesaggistico

5.1.31 Piano Regolatore Generale del Comune di Taranto (PRG)

Il Piano Regolatore Generale attualmente vigente è la Variante Generale approvata con DGR n. 421 del 20/03/1978, la quale è stata oggetto di modifiche nel corso degli anni e adeguata all'art. 55 della L.R. 31/05/1980 n. 56. I piani di sviluppo portuale risalenti alla fine degli anni '70 sono notevolmente differenti dal presente per cui tale strumento urbanistico risulta ormai superato.

Con Legge n. 20 del 27/07/2001, la Regione Puglia ha disciplinato come strumento di pianificazione comunale che definisce le linee generali dell'assetto del territorio il PUG, fissando nuove procedure di formazione e approvazione. Ai sensi dell'art. 4, comma 3, lett. b) della L.R. 20/2001, il Documento Regionale di Assetto Generale (DRAG) determina gli indirizzi, i criteri e gli orientamenti per la formazione, il dimensionamento e il contenuto degli strumenti di pianificazione provinciale e comunale, nonché i criteri per la formazione e la localizzazione dei Piani urbanistici esecutivi (PUE).

Come riportato all'Allegato A del Documento Programmatico Preliminare (DPP), la nuova base navale della Marina Militare ha determinato profondi cambiamenti della zona limitrofa negli ultimi anni, soprattutto nell'assetto viario. È previsto che le azioni in corso, dunque, tengano conto

dell'influenza di una struttura di tale importanza sulle trasformazioni territoriali; risulta necessario prestare attenzione all'elaborazione delle strategie di rigenerazione urbana al fine di garantire un riequilibrio urbanistico nel rispetto delle esigenze reciproche. Lo stesso documento specifica, inoltre, che occorre valorizzare le potenzialità che esprime il patrimonio territoriale, sia in ambito urbano che rurale, partendo proprio dal carattere identitario di Taranto quale “città di mare sul mare” e arcipelago di isole, una realtà che storicamente è legata alla cantieristica navale anche militare che attualmente ha sede nel Mar Grande.

PROGRAMMA “BASI BLU” - ADEGUAMENTO E AMMODERNAMENTO DELLE CAPACITÀ DI SUPPORTO LOGISTICO DELLE BASI DELLA M.M.I. – STAZIONE
NAVALE IN MAR GRANDE DI TARANTO – INTERVENTO “C”

INTEGRAZIONE, AGGIORNAMENTO E COORDINAMENTO DELLO STUDIO DI FATTIBILITÀ, ELABORATO DALL’A.D., PER LA
“REALIZZAZIONE DI UN NUOVO PONTILE CHIAPPARO” – CIG 9620109D13 – CUP D52F23000000001

Documento di Fattibilità delle Alternative Progettuali (DOCFAP) (Articolo 2 Allegato I.7 D.Lgs. n. 36/2023)

RELAZIONE TECNICO-ILLUSTRATIVA

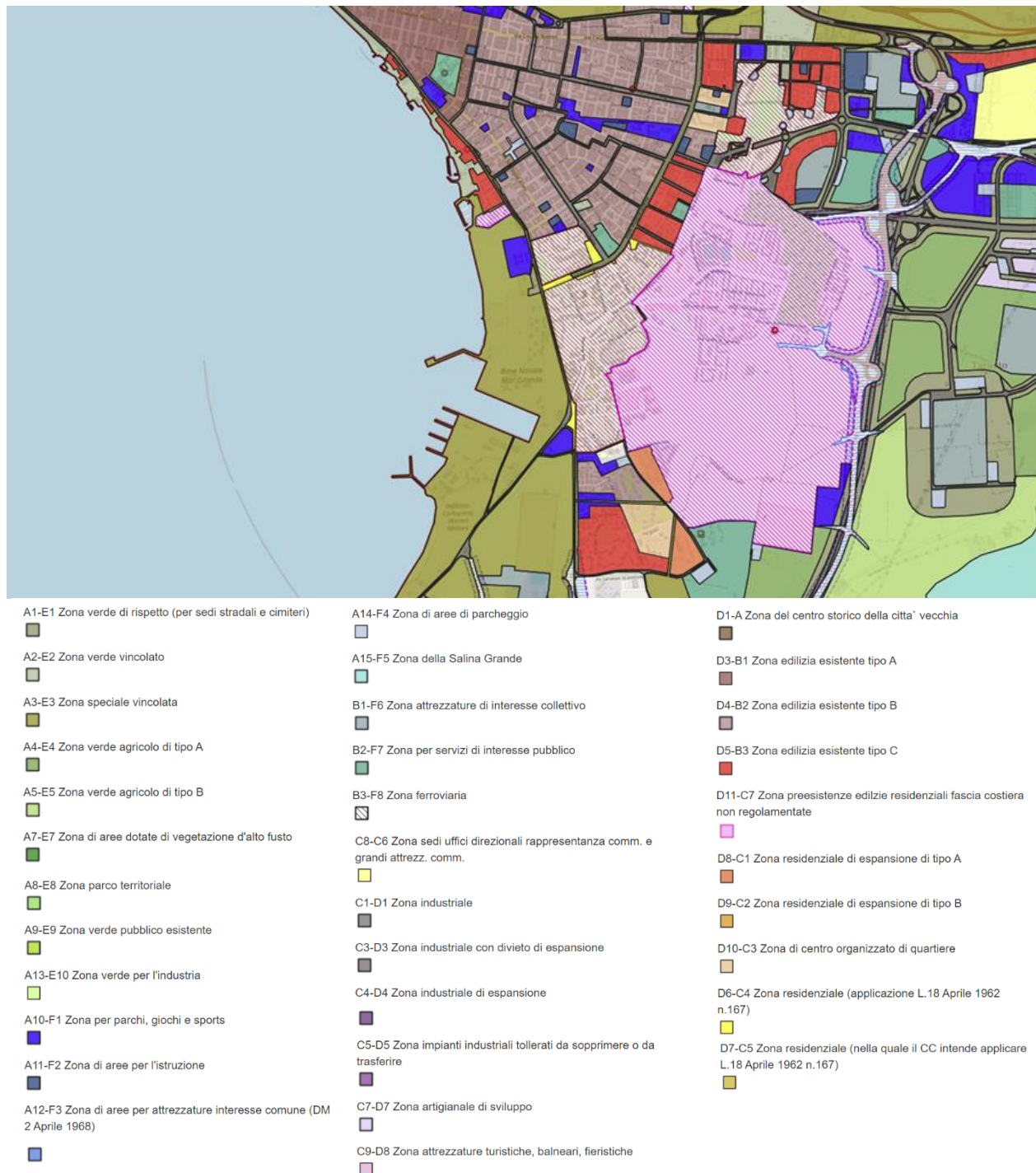


Figura 36 – Stralcio Piano Regolatore Generale (SIT Puglia)

L'area oggetto di intervento ricade in Zona speciale vincolata A3-E3 che comprende le aree assoggettate a vincoli speciali in quanto riservate alle destinazioni d'uso specifiche affermate dai vincoli stessi. In caso di decadimento a qualunque titolo del vincolo considerato le aree che si

renderanno disponibili hanno le destinazioni previste dal D.M. 2 aprile 1968 e non si potrà considerare altra destinazione d’uso.

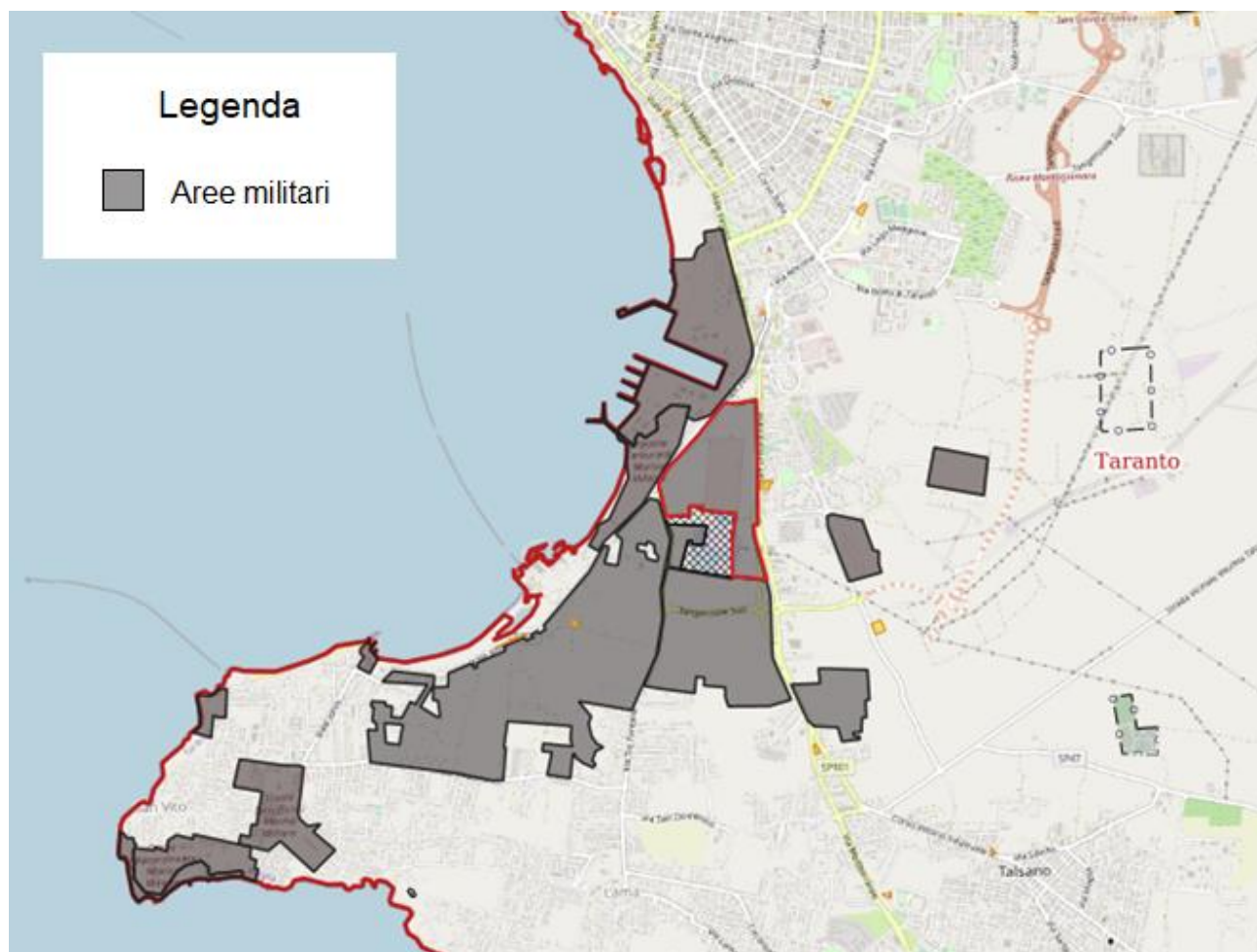


Figura 37 – Stato funzionale DPP (SIT Puglia)

5.1.32 Piano Comunale delle Coste (PCC)

Il Piano Comunale delle Coste (PCC) del Comune di Taranto è stato adottato con Delibera di Giunta Comunale n. 373 del 28/12/2020, ai sensi dell’art. 4 della L.R. n. 17 del 10 aprile 2015 “Disciplina della tutela e dell’uso della costa”.

Il PCC è lo strumento di assetto, gestione, controllo e monitoraggio del territorio costiero comunale in termini di tutela del paesaggio, di salvaguardia dell’ambiente, di garanzia del diritto dei cittadini all’accesso e alla libera fruizione del patrimonio naturale pubblico, nonché di disciplina per il suo utilizzo sostenibile ed eco-compatibile. Esso persegue l’obiettivo di sviluppo economico-sociale delle aree costiere attraverso l’affermazione della qualità e della sostenibilità dello stesso e di perseverare gli interessi pubblici connessi allo sviluppo del settore turistico, al godimento del bene da parte della collettività e alla protezione dell’ambiente naturale e al recupero dei tratti di costa che versano in stato di degrado o instabilità morfologica.

Il PCC parte dalle conoscenze e dagli indirizzi contenuti nel PRC (Piano Regionale delle Coste) per approfondire le conoscenze fisico-giuridiche di dettaglio delle aree costiere di competenza; prevede, inoltre, strategie di difesa, di riqualificazione ambientale e di monitoraggio e prospetta azioni rivolte alla soluzione dei problemi indotti dai fattori che concorrono allo squilibrio morfodinamico della fascia costiera.

L'obiettivo principe del PCC è quello di perseguire uno sviluppo improntato sulla sostenibilità ambientale, economica e sociale, individuando le azioni volte al contrasto del degrado, alla riqualificazione e al recupero delle aree degradate nonché eliminando i fattori di criticità ambientale e antropica, proteggendo e valorizzando le aree e il patrimonio e definendo le regole per l'uso e le attività che si svolgono nell'area demaniale.

Nell'ottica di una visione integrata, le conoscenze acquisite per l'elaborazione del PCC e le ipotesi progettuali hanno coinvolto territori più ampi e aspetti di pianificazione e gestione che vanno al di là delle disposizioni per la sola fascia demaniale.

Secondo il PRC l'area in esame ricade nell'Unità Fisiografica n.7.

All'interno di tale Unità sono state individuate delle sub-unità fisiografiche: sub-unità 7.1, sub-unità 7.2 e sub-unità 7.3. L'area di interesse ricade nella sub-unità 7.2.



Figura 38 – Sub-unità dell'Unità Fisiografica n. 7



Figura 39 – Concessioni esistenti

L'area oggetto di intervento, comunque, non rientra tra le aree con divieto assoluto di concessione dettato dalla presenza di vincoli in cui è vietata la realizzazione di manufatti.

PROGRAMMA “BASI BLU” - ADEGUAMENTO E AMMODERNAMENTO DELLE CAPACITÀ DI SUPPORTO LOGISTICO DELLE BASI DELLA M.M.I. – STAZIONE
NAVALE IN MAR GRANDE DI TARANTO – INTERVENTO “C”

INTEGRAZIONE, AGGIORNAMENTO E COORDINAMENTO DELLO STUDIO DI FATTIBILITÀ, ELABORATO DALL’A.D., PER LA
“REALIZZAZIONE DI UN NUOVO PONTILE CHIAPPARO” – CIG 9620109D13 – CUP D52F23000000001

Documento di Fattibilità delle Alternative Progettuali (DOCFAP) (Articolo 2 Allegato I.7 D.Lgs. n. 36/2023)

RELAZIONE TECNICO-ILLUSTRATIVA



Figura 40 – Aree con divieto assoluto di concessione

All'interno del territorio comunale di Taranto sono presenti diverse installazioni militari, alcune delle quali interessano la fascia costiera (Aeronautica militare, Cantieri navali di Buffoluto, Ex SARAM, Stazione Torpediniere, Base Navale Chiapparo, Isole Cheradi, Lega Navale – Praia a mare).

Per la definizione della linea di costa utile, **le aree interessate da interdizione sono state inserite quali aree non concedibili**, tuttavia va tenuta in considerazione la natura amministrativa suscettibile alla possibilità di modifica nel tempo di tale condizione.

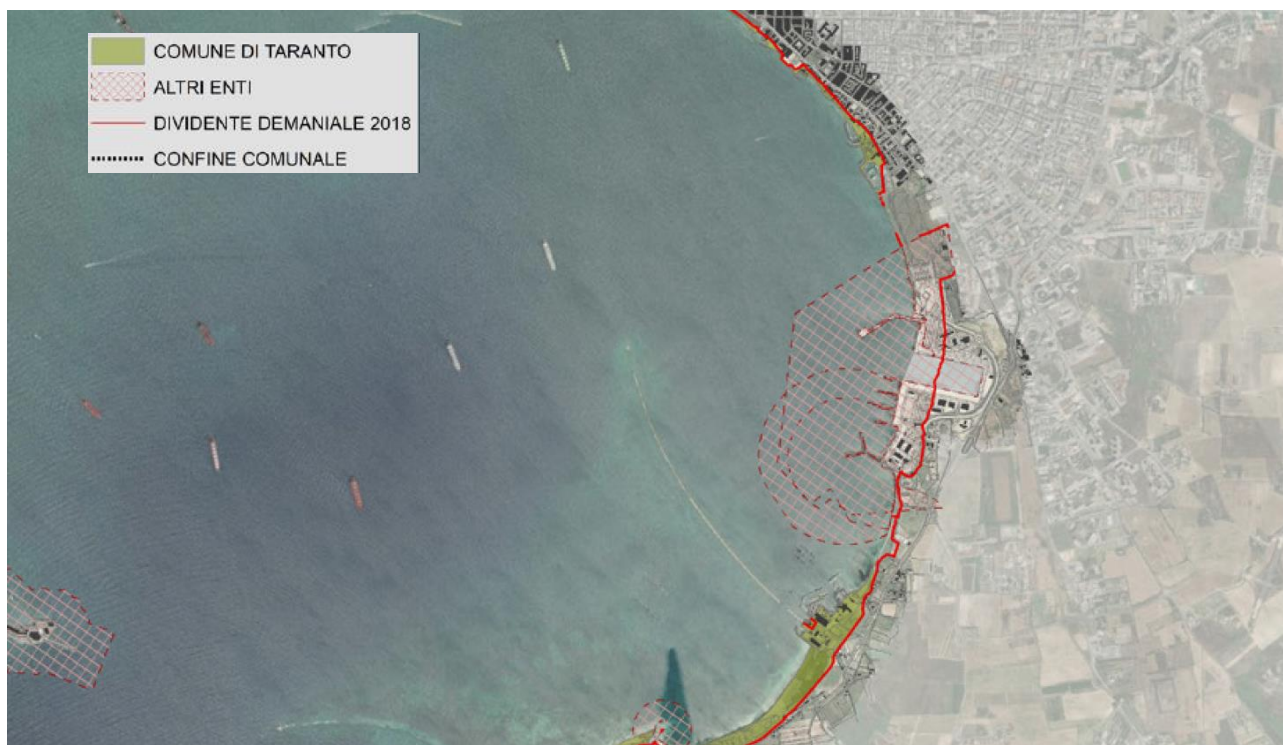


Figura 41 – Zonizzazione della fascia demaniale marittima

Nell'individuazione delle aree con finalità diverse è stata individuata un'area per campi ormeggio a nord del Molo Rotundi.

Nell'ambito degli interventi di recupero costiero, per l'area in esame sono previsti interventi di rigenerazione costiera.

PROGRAMMA “BASI BLU” - ADEGUAMENTO E AMMODERNAMENTO DELLE CAPACITÀ DI SUPPORTO LOGISTICO DELLE BASI DELLA M.M.I. – STAZIONE
NAVALE IN MAR GRANDE DI TARANTO – INTERVENTO “C”

INTEGRAZIONE, AGGIORNAMENTO E COORDINAMENTO DELLO STUDIO DI FATTIBILITÀ, ELABORATO DALL’A.D., PER LA
“REALIZZAZIONE DI UN NUOVO PONTILE CHIAPPARO” – CIG 9620109D13 – CUP D52F23000000001

Documento di Fattibilità delle Alternative Progettuali (DOCFAP) (Articolo 2 Allegato I.7 D.Lgs. n. 36/2023)

RELAZIONE TECNICO-ILLUSTRATIVA



Figura 42 – Aree sottoposte a vincoli territoriali

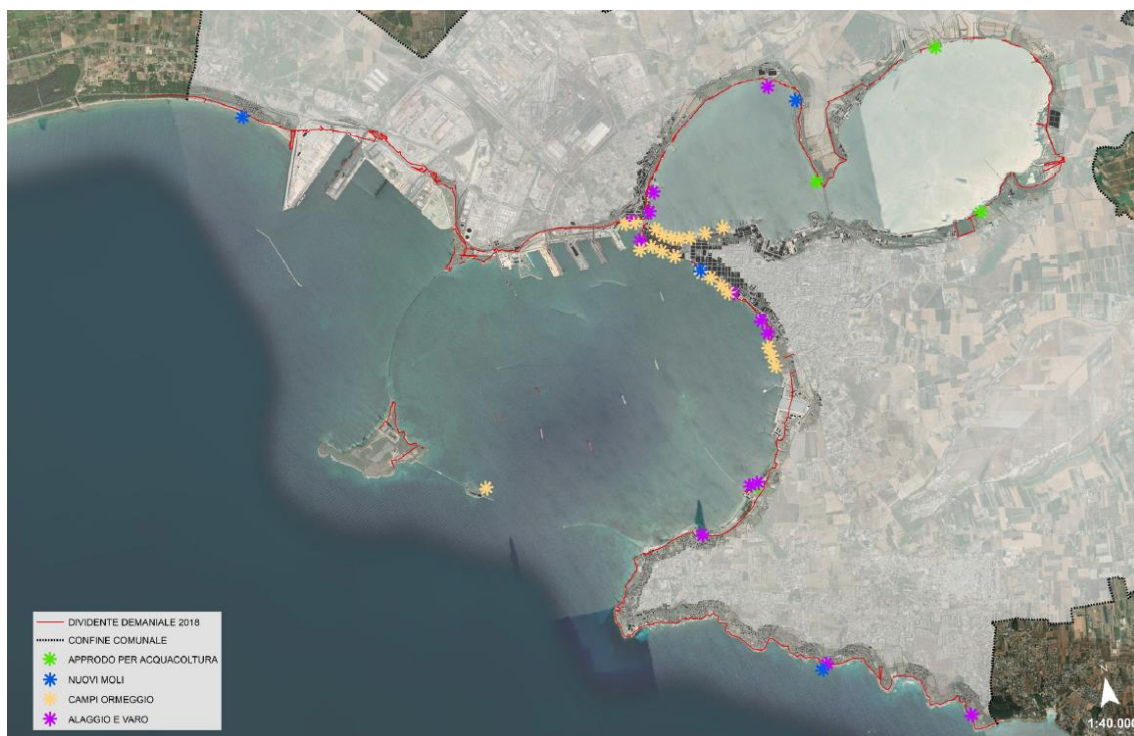


Figura 43 – Aree con finalità diverse



Figura 44 – Interventi di recupero costiero

5.1.33 Piano Regolatore Portuale (PRP)

Con Deliberazione della Giunta Regionale n.1384 del 23/07/2019 è stato approvato il Nuovo Piano Regolatore del Porto.

Come si evince dalla Tav. C2.1 del PRP “Delimitazioni dell’ambito del PRP”, l’area oggetto di intervento non ricade all’interno della circoscrizione territoriale dell’Autorità Portuale di Taranto. Nella fattispecie, l’opera in esame è stata assunta in consegna dalla Marina Militare con i verbali (provvisori) di consegna n. 126/91 e n. 130/92, sottoscritti con la locale Capitaneria di Porto – rispettivamente – in data 13/11/1991 e 11/11/1992 e preordinati a favorire proprio la realizzazione della Nuova Stazione Navale di Mar Grande.

PROGRAMMA “BASI BLU” - ADEGUAMENTO E AMMODERNAMENTO DELLE CAPACITÀ DI SUPPORTO LOGISTICO DELLE BASI DELLA M.M.I. – STAZIONE NAVALE IN MAR GRANDE DI TARANTO – INTERVENTO “C”

INTEGRAZIONE, AGGIORNAMENTO E COORDINAMENTO DELLO STUDIO DI FATTIBILITÀ, ELABORATO DALL’A.D., PER LA “REALIZZAZIONE DI UN NUOVO PONTILE CHIAPPARO” – CIG 9620109D13 – CUP D52F23000000001

Documento di Fattibilità delle Alternative Progettuali (DOCFAP) (Articolo 2 Allegato I.7 D.Lgs. n. 36/2023)

RELAZIONE TECNICO-ILLUSTRATIVA

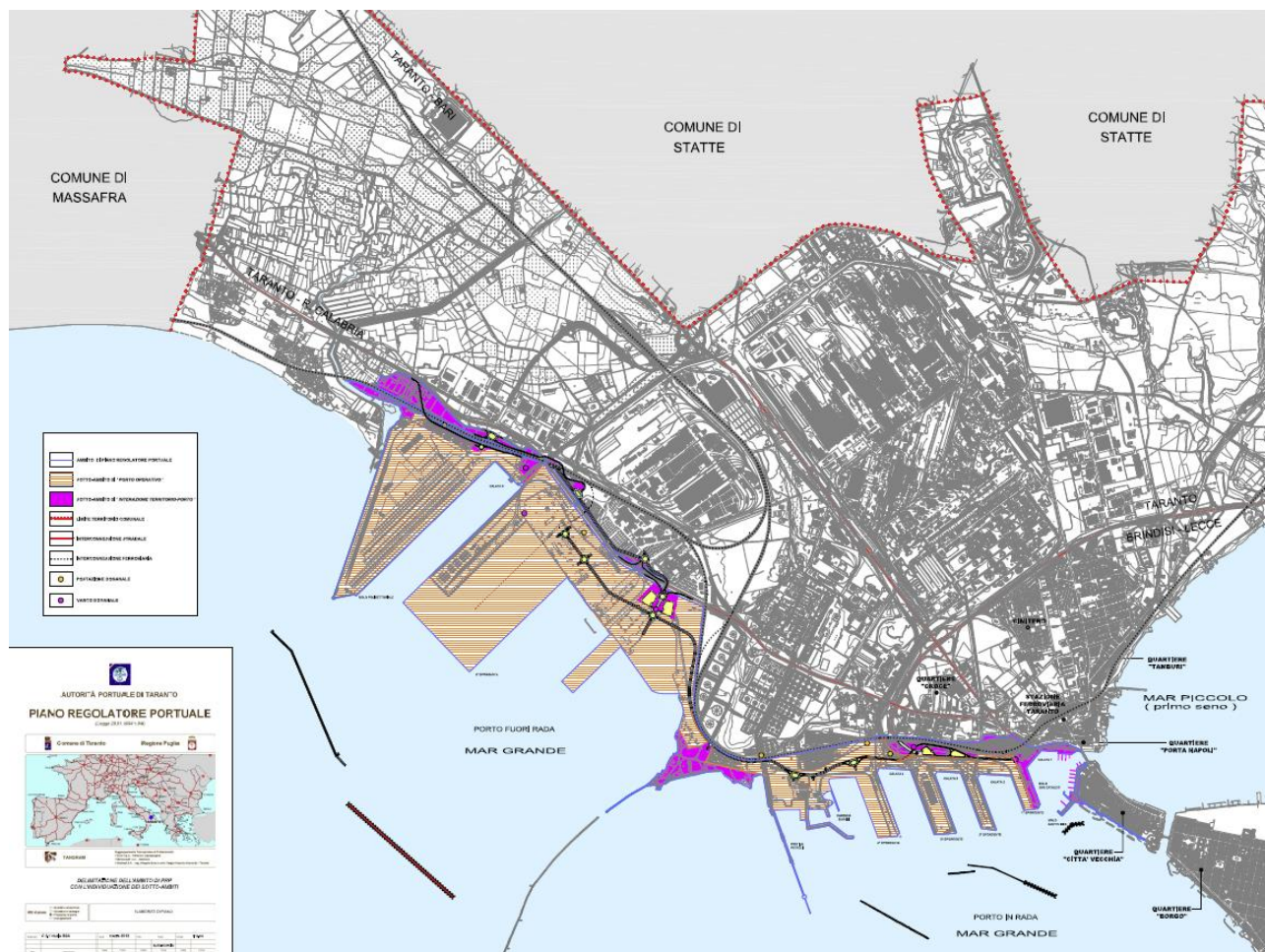


Figura 45 – Tav. C2.1 Delimitazioni dell'ambito del PRP

5.1.34 Piano di Gestione dei Sedimenti del Porto di Taranto (ISPRA)

Il Piano di Gestione dei Sedimenti nel Porto di Taranto è stato realizzato nel 2009 a seguito della sottoscrizione dell'Autorità Portuale con ICRAM (oggi ISPRA) di un Accordo Quadro che disciplina le attività di collaborazione tra i due enti in relazione alle attività di:

- completamento della caratterizzazione ambientale dei fondali;
- studio dello stato di qualità dell'ambiente marino nelle aree portuali;
- studio finalizzato alla tutela, al recupero e alla bonifica di ambienti marini e salmastri;
- predisposizione di piani di gestione dei sedimenti rinvenuti dagli escavi portuali per effetto della realizzazione di opere e/o bonifiche, con l'individuazione di soluzioni di escavo, gestione, riutilizzo, deposito e smaltimento dei sedimenti e di monitoraggio degli interventi;
- predisposizione di schede di bacino portuale.

Tale collaborazione nasce a seguito della necessità da parte dell'Autorità Portuale di procedere, per dare attuazione a quanto previsto dal P.R.P., ad attività di dragaggio mediante soluzioni

compatibili con l'ambiente ed economicamente sostenibili e che possano essere considerate come Linee Guida per le successive attività di progettazione.

Analogamente all'area di intervento, il Porto di Taranto è inserito nel contesto del SIN di Taranto, per tale ragione i progetti a esso relativi vanno presentati ai sensi dell'art. 5 della L. 84/94 e i progetti di dragaggio vanno redatti secondo le specifiche e con i contenuti previsti dal Decreto 7 novembre 2008 "Disciplina delle operazioni di dragaggio nei siti di bonifica di interesse nazionale, ai sensi dell'art. 1, comma 996, della legge 27 dicembre 2006, n. 269".

Il Piano in esame prescrive che tutte le attività di movimentazione dei sedimenti vengano condotte secondo opportune modalità, in modo da minimizzare gli impatti sull'ambiente che possono interessare il comparto abiotico e il comparto biotico. In particolare, sul comparto abiotico i principali effetti sono: aumento della torbidità associata alla risospensione dei sedimenti, mobilitazione dei contaminanti associati alle particelle in sospensione, diminuzione temporanea della concentrazione di ossigeno disciolto nella colonna d'acqua, variazione della concentrazione dei nutrienti nella colonna d'acqua nonché solubilizzazione di contaminanti in seguito al cambiamento delle condizioni chimico-fisiche del sedimento. Gli effetti sul comparto biotico, invece, sono: effetti dei contaminanti rimessi in circolo dalle attività di dragaggio su differenti organismi marini ed eventuale ingresso nella catena alimentare delle particelle contaminate (particolarmente critico nel caso di attività di pesca e impianti di acquacoltura), possibile contaminazione microbiologica degli organismi presenti nell'area nonché possibile alterazione qualitativa delle biocenosi sensibili presenti nell'area potenzialmente influenzata dall'aumento di torbidità.

Nel caso di dragaggio di sedimenti contaminati, il Piano suggerisce l'adozione di un dragaggio di tipo ambientale, ossia che risponda ai requisiti di:

- elevata selettività e precisione nel posizionamento e nel taglio;
- prevenzione della perdita di materiale (spill);
- prevenzione dell'incremento di torbidità e dispersione delle sostanze dannose;
- ottimizzazione della concentrazione del materiale dragato, in relazione alla sua destinazione finale (trattamento e recupero);
- sicurezza.

Negli anni sono state sviluppate numerosi sistemi di rimozione che consentono un dragaggio selettivo, preciso, ambientalmente corretto e sicuro, sia adattando draghe già esistenti sia progettando vere e proprie draghe di tipo ambientale.

Secondo il Piano redatto da ISPRA, le attività di rimozione dei sedimenti contaminati devono prevedere adeguate misure di mitigazione degli eventuali impatti. Tali mitigazioni possono agire sulla sorgente dei potenziali impatti ambientali (accorgimenti costruttivi o d'uso delle draghe, prescrizioni sulla frequenza delle attività di manutenzione e sulle modalità di esecuzione delle attività di dragaggio, limitazioni temporali delle attività di dragaggio, utilizzo di barriere anti-torbidità attorno alla draga), possono agire sui possibili bersagli (limitazioni temporanee d'uso dell'area, barriere anti-torbidità a protezione degli obiettivi sensibili) oppure possono riguardare in generale la modalità di gestione e controllo delle operazioni di dragaggio attraverso una pianificazione attenta delle attività e un controllo costante delle operazioni, anche attraverso un piano di monitoraggio degli effetti del dragaggio e dell'efficacia delle misure di mitigazione.

Tra gli strumenti più conosciuti di mitigazione degli impatti vi è l'utilizzo di barriere fisiche per

limitare la diffusione dei sedimenti movimentati dall'attività di dragaggio, che possono essere strutturali o non-strutturali. L'efficacia delle barriere è strettamente legata al corretto dimensionamento nonché all'adozione di tutti gli accorgimenti tecnici e operativi necessari a garantire la piena operatività delle barriere.

Il Piano prescrive, altresì, la previsione di un piano di monitoraggio che sia in grado di verificare e quantificare le eventuali alterazioni a breve e a lungo termine del comparto biotico al fine di poter essere adottate tempestivamente misure idonee di mitigazione.

La scelta della tecnologia di dragaggio, secondo il Piano, deve essere fatta in funzione della tipologia dei sedimenti, della qualità, dei volumi coinvolti e della destinazione finale oltre che da considerazioni di tipo ambientale. Se la destinazione dei sedimenti è la cassa di colmata, il sistema idraulico sarà da preferire perché, oltre a garantire tempi di dragaggio minori, consentirà anche un refluento diretto del materiale in vasca tramite un sistema di tubazioni, eliminando o minimizzando i trasporti e gli stoccaggi intermedi. Se, però, i sedimenti sono destinati a gestioni a terra, con il sistema meccanico si potranno ottenere sedimenti con un contenuto d'acqua confrontabile con quello in situ e in tempi coerenti con quelli di realizzazione dell'opzione di gestione (trasporto a terra per stoccaggio provvisorio, eventuale trattamento del materiale, conferimento a destinazione a mezzo autocarri, sistemazione nell'area di destinazione).

La compatibilità degli interventi previsti nell'ambito del presente studio con gli strumenti urbanistici è illustrata sinteticamente nella tabella che segue.

PIANIFICAZIONE REGIONALE	Piano di Tutela delle Acque (PTA)	Gli interventi previsti non risultano interferenti.
	Piano Paesaggistico Territoriale Regionale (PPTR)	L'intervento in esame non rientra tra quelli non ammissibili secondo il PPTR che considera ammissibili i piani, i progetti e gli interventi di realizzazione di porti, infrastrutture marittime, sistemazioni idrauliche e relative opere di difesa se inserite in organici piani di assetto.
	Piano Operativo Regionale (POR)	Tra gli obiettivi del POR vi è quello di un'Europa più connessa, dotata di reti di trasporto strategiche.
	Piano Regionale delle Coste (PRC)	Il tratto di costa oggetto di intervento è classificato C3.S3 (bassa criticità e bassa sensibilità ambientale) e, pertanto, le NTA non prevedono particolari restrizioni d'uso.
	Piano Regionale dei Trasporti	Il PRT predispone obiettivi e strategie per i porti di II categoria e non per i porti di I categoria. L'intervento è in contrasto con quanto previsto dallo stesso.
	Piano Energetico Ambientale Regionale (PEAR)	Il PEAR ha come indirizzo la riduzione delle installazioni di fotovoltaico di taglia industriale sul suolo a favore di impianti di fotovoltaico diffuso su edifici esistenti e/o integrato.
	Piano Faunistico Venatorio Regionale	L'area, in quanto portuale, è esclusa dalle superfici di territorio agro-silvo-pastorale (TASP) e dalle superfici venabili. Inoltre,

		dall'esame cartografico non sono presenti altre zone tutelate dal Piano Faunistico Venatorio Regionale.
	Aree Naturali Protette	L'area non ricade all'interno di Aree Naturali Protette.
	Quadro di Assetto Tratturi	L'area non è ricompresa nella rete dei tratturi.
	Piano Regionale delle Attività Estrattive (PRAE)	L'area di intervento non ricade nei pressi di attività estrattive.
	Pianificazione e Sviluppo della Pesca e dell'Acquacoltura regionale e FEAMP	L'area di intervento non rientra tra le aree idonee all'itticoltura e alla molluschicoltura.
	Piano Regionale di Bonifica delle Aree Inquinare	Il Piano propone di privilegiare, nei progetti di bonifica, tecniche tendenti a trattare e riutilizzare il suolo nel sito.
PIANIFICAZIONE PROVINCIALE	Piano di Disinquinamento per il Risanamento del Territorio della Provincia di Taranto	L'area ricade in agglomerati urbani e industriali senza particolare interesse paesaggistico.
PIANIFICAZIONE COMUNALE	Piano Regolatore Generale del Comune di Taranto (PRG)	L'area ricade in Zona speciale vincolata A3-E3 (Aree militari).
	Piano Comunale delle Coste (PCC)	Il sito non ricade tra le aree con vincolo di realizzazione di manufatti. Tuttavia fa parte dei tratti costieri in cui sono previsti interventi di rigenerazione costiera.
	Piano Regolatore Portuale (PRP)	L'area non ricade all'interno della circoscrizione territoriale dell'Autorità Portuale di Taranto ma è stata assunta in consegna dalla Marina Militare.

La compatibilità degli interventi previsti con la mappa archeologica si può desumere, come appresso illustrato, attraverso la successiva figura estrapolata dal Piano Paesaggistico Territoriale della Regione Puglia, ove l'area di intervento ricade tra le aree di notevole interesse pubblico (BP) e risulta limitrofa ad aree a rischio archeologico (UCP).

RELAZIONE TECNICO-ILLUSTRATIVA

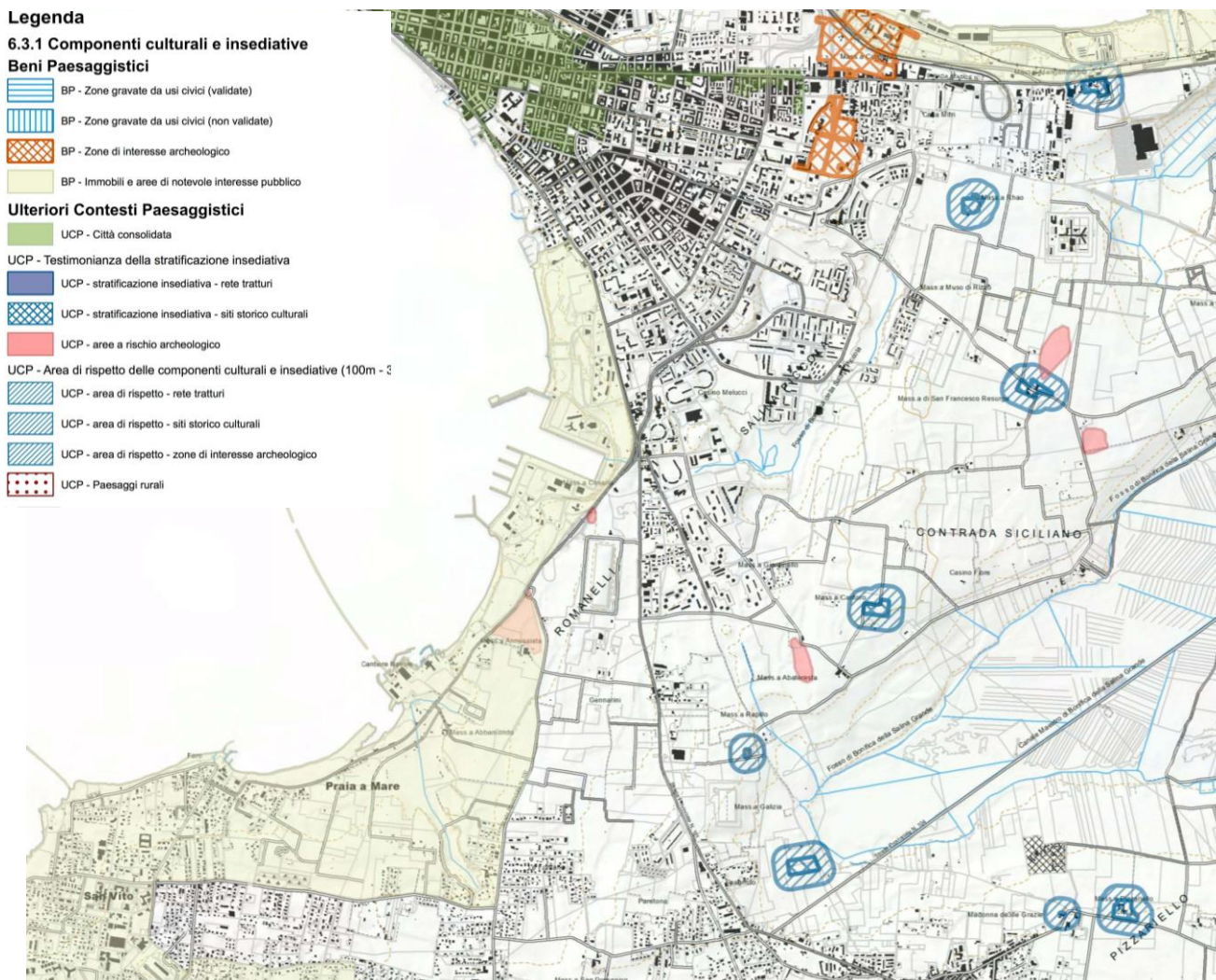


Figura 46 – Piano Paesaggistico Territoriale: Il Sistema delle tutele: beni paesaggistici e ulteriori contesti paesaggistici – Struttura antropica e storico-culturale – Componenti culturali e insediative (Regione Puglia)

Si riporta a seguire la Carta dei siti e delle segnalazioni archeologiche da PPTR prodotta, nell'ambito della redazione del PFTE dell'Intervento A, a corredo della Relazione di verifica preventiva dell'interesse archeologico che aveva stimato per l'area limitrofa a quella interessata dagli interventi di cui al presente studio un grado di rischio archeologico assoluto medio, vista la presenza di una area archeologica vincolata nota da bibliografia e distante meno di 150 m in linea d'aria, e un grado di rischio archeologico relativo medio, non essendo state individuate aree di frammenti fittili nelle immediate vicinanze e constatata la forte urbanizzazione dell'area di costa e la manomissione del fondale marino in anni passati e recenti sia con dragaggi che con colmate.

PROGRAMMA “BASI BLU” - ADEGUAMENTO E AMMODERNAMENTO DELLE CAPACITÀ DI SUPPORTO LOGISTICO DELLE BASI DELLA M.M.I. – STAZIONE
NAVALE IN MAR GRANDE DI TARANTO – INTERVENTO “C”

INTEGRAZIONE, AGGIORNAMENTO E COORDINAMENTO DELLO STUDIO DI FATTIBILITÀ, ELABORATO DALL’A.D., PER LA
“REALIZZAZIONE DI UN NUOVO PONTILE CHIAPPARO” – CIG 9620109D13 – CUP D52F23000000001

Documento di Fattibilità delle Alternative Progettuali (DOCFAP) (Articolo 2 Allegato I.7 D.Lgs. n. 36/2023)

RELAZIONE TECNICO-ILLUSTRATIVA

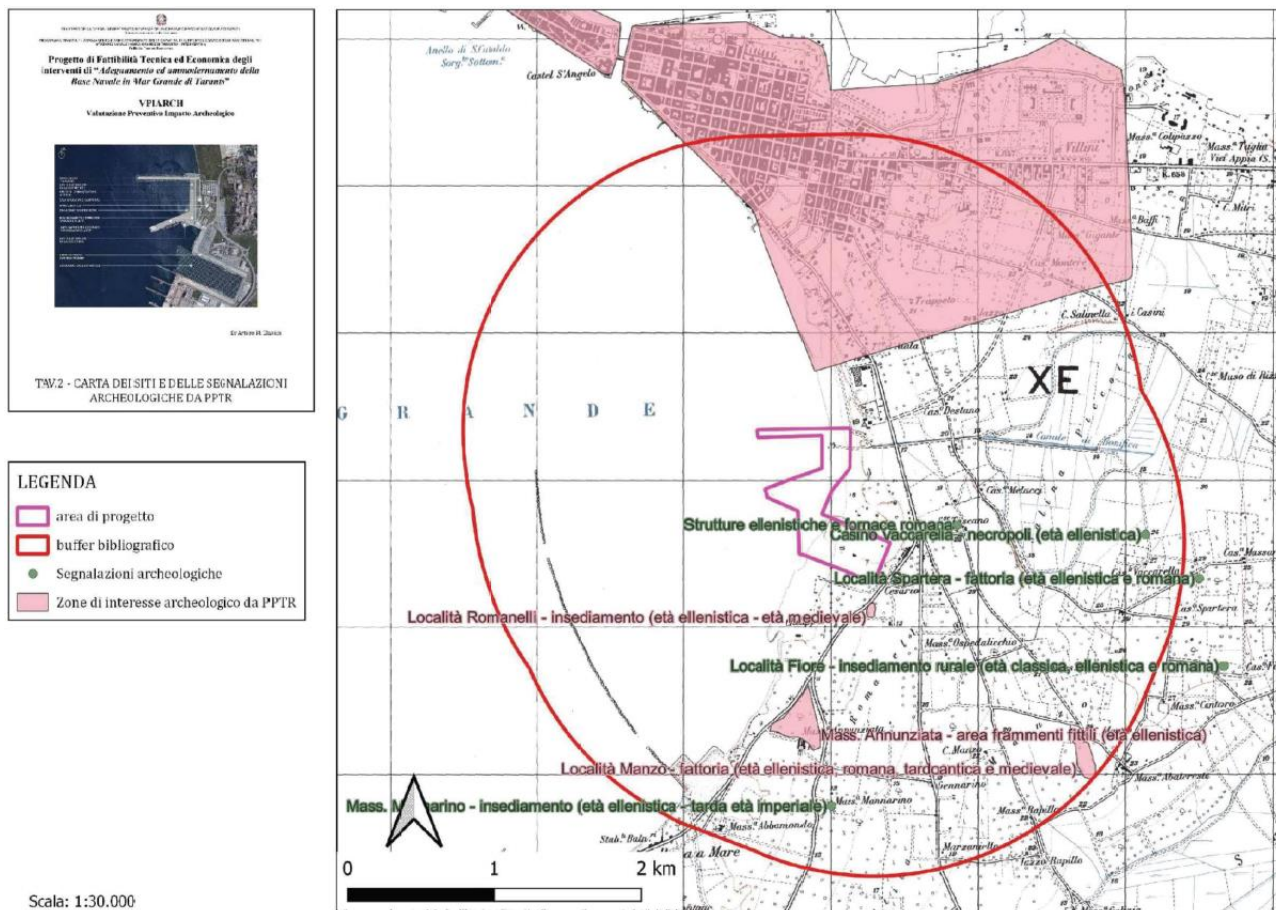


Figura 47 – Carta dei siti e delle segnalazioni archeologiche da PPTR

PROGRAMMA “BASI BLU” - ADEGUAMENTO E AMMODERNAMENTO DELLE CAPACITÀ DI SUPPORTO LOGISTICO DELLE BASI DELLA M.M.I. – STAZIONE
NAVALE IN MAR GRANDE DI TARANTO – INTERVENTO “C”

INTEGRAZIONE, AGGIORNAMENTO E COORDINAMENTO DELLO STUDIO DI FATTIBILITÀ, ELABORATO DALL’A.D., PER LA
“REALIZZAZIONE DI UN NUOVO PONTILE CHIAPPARO” – CIG 9620109D13 – CUP D52F23000000001

Documento di Fattibilità delle Alternative Progettuali (DOCFAP) (Articolo 2 Allegato I.7 D.Lgs. n. 36/2023)

RELAZIONE TECNICO-ILLUSTRATIVA

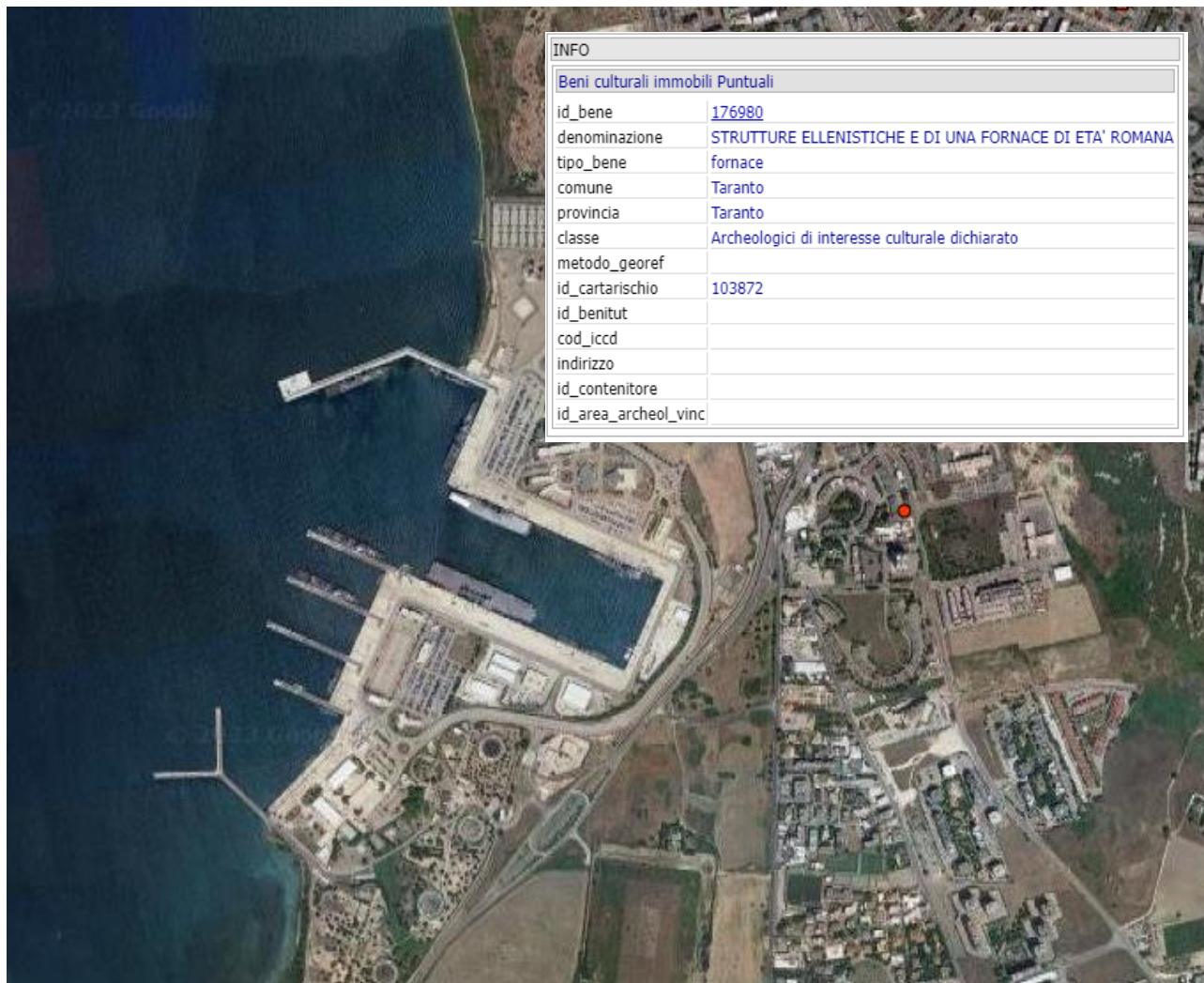


Figura 48 – Stralcio cartografico Vincoli in Rete (<http://vincoliinrete.beniculturali.it/vir/vir/vir.html>)

6 STUDIO DI FATTIBILITÀ: SINTESI ORIGINARIE PREVISIONI PROGETTUALI E REQUISITO OPERATIVO

6.1 Descrizione sintetica degli interventi previsti nello Studio di Fattibilità agli atti dell’Amministrazione

Lo Studio di Fattibilità, già agli atti dell’Amministrazione, che precede la stesura del presente DOCFAP è stato redatto dalla S.T.I. di MARISTANAV Taranto in collaborazione con la locale Direzione del Genio con la finalità di realizzare un “Nuovo Pontile Chiapparo” nella medesima area di quello esistente per il quale è prevista la demolizione congiuntamente al consolidamento della omonima Banchina nell’ambito del “Programma BASI BLU” – Intervento B.

In armonia con le finalità connesse con gli interventi A e B, anche l’intervento C si prefigge lo scopo di incrementare la ricettività in termini di banchinamenti e computo totale di PP.OO. per le UU.NN. di nuova generazione in linea con i piani di sviluppo e ammodernamento della Squadra Navale programmati da MARISTAT nonché di realizzare una darsena interna protetta dedicata al ricovero e l’ormeggio del Naviglio Minore Locale (N.M.L.) in uso alla Stazione Navale di Taranto.

Considerato che, come detto, la nuova opera dovrà risultare compatibile con le previsioni degli interventi A e B del Programma Basi Blu, lo Studio di Fattibilità individua le predisposizioni strutturali e impiantistiche da prevedere nel tratto di banchina adiacente alla radice del “Nuovo Pontile Chiapparo”, nonché la porzione di specchio acqueo alla quale estendere le operazioni di dragaggio e le relative quote minime utili per l’opera in relazione con la progettazione dell’Intervento B del programma “BASI BLU”.

Lo Studio prevede che il nuovo pontile Chiapparo abbia un andamento lineare con forma a “V” rovesciata (sviluppo complessivo di circa 700 m lineari) in modo da delimitare il lato Sud della Stazione Navale Mar Grande e proteggere un ampio specchio acqueo dell’avamposto dal moto ondoso che sarà destinato alle soluzioni d’ormeggio delle Unità minori. Il pontile consentirà altresì, sul lato esterno delle nuove banchine esposte verso Mar Grande, l’ormeggio delle UU.NN. maggiori (ipotesi nr.2 UU.NN. tipo FREMM/PPA e nr.1 UU.NN. tipo LSS/LHD).

l'estradosso calpestabile posto ad una distanza dal livello medio del mare di circa 2,80 m per consentire l'ormeggio delle UU.NN. maggiori (Settori A e B); mentre si prevede sul lato interno un molo avente una larghezza di circa 7,00 m con l'estradosso calpestabile posto a una distanza dal livello medio del mare di circa 1,20 metri per consentire l'ormeggio del Naviglio Minore (Settore C e D). Sul bordo tra le due banchine verrà installato un dispositivo di sicurezza e di ritenuta passiva una barriera stradale – guardrail in acciaio in modo da garantire la massima protezione e la sicurezza per il transito delle persone e dei veicoli.

Nella parte terminale del pontile, per consentire l'accessibilità e la manovrabilità degli automezzi (autocelle, autoarticolati etc.) a servizio delle UU.NN., è stato previsto un allargamento del pontile realizzando un'area di manovra di dimensioni 50,00 m x 32,00 m per garantire gli spazi di manovra necessari per effettuare l'inversione di marcia in sicurezza.

Inoltre è stata ipotizzata sul lato interno del gomito fra i due moli la realizzazione di una rampa di alaggio (SCIVOLO- Settore F) idonea allo sbarco/imbarco di gommoni direttamente da carrello rimorchio in modo da consentire il rimessaggio e la rapida movimentazione dei gommoni per le attività manutentive a cura del Naviglio Minore/esigenze Nucleo OSSALC, svincolando in tal modo i vari servizi dall'impiego dei carrelli, mezzi per il traino e relativo personale abilitato alla condotta dei suddetti mezzi. Per tale scopo è ritenuta necessaria anche l'installazione di una gru a bandiera con capacità di carico e movimentazione di 20 t.

Mentre sul lato esterno del medesimo gomito si prevede invece una banchina di dimensioni 20 x 12 m idonea per quota/altezza di circa 1,20 m s.l.m.m., per imbarco automezzi su Unità ausiliarie dotate di rampa poppiara (Settore E) o Nave CHERADI per il successivo trasferimento all'isola di San Pietro.

Il raccordo tra le differenti quote della sovrastruttura verrà superato per mezzo di rampe, per permettere una migliore fruibilità e transitabilità dei mezzi di lavoro, oltre che una maggiore sicurezza dei banchinamenti stessi e da un sistema di scale per il transito pedonale.

Il pontile sarà poi completato con una sovrastruttura in cls dove troveranno posto tutti gli arredi accessori, quali parabordi, bitte e casotti di servizio per gli impianti.

A servizio del Nuovo Pontile saranno previsti i seguenti impianti ubicati in cavedi ispezionabili per dotare ogni posto di ormeggio riservato alle UU.NN. dei seguenti attacchi:

- impianto elettrico per rifornimento energia elettrica;
- impianto idrico per rifornimento acqua potabile a servizio delle imbarcazioni
- impianto di smaltimento e trattamento delle acque di sentina;
- impianto di smaltimento fognario delle acque nere;
- impianto antincendio a rete di idranti DN 70;
- impianto per rifornimento combustibile (JP5 e F76);
- impianto di illuminazione pontile e segnalazione posti d'ormeggio.

Queste nuove reti, verranno connesse ai sottoservizi presenti nella galleria di servizio ubicata sulla Banchina Chiapparo della SNMG realizzando interventi di adeguamento e ammodernamento dei servizi esistenti in considerazione delle maggiori richieste del nuovo pontile.

Raffrontando la nuova infrastruttura proposta con la planimetria degli interventi previsti nell'area dall'Intervento B del programma BASI BLU, si rileva la necessità di estendere le operazioni di

dragaggio alla quota di -12,0 m rispetto all'area già individuata nel programma BASI BLU. Il dragaggio dovrà interessare sia la parte di impronta del nuovo pontile sia la zona a SUD dello stesso allo scopo di realizzare posti di ormeggio idonei a ospitare le UU.NN. di nuova generazione, oltre quelle considerate.

Per quanto concerne la tipologia strutturale dell'opera, lo Studio di Fattibilità prevede due soluzioni realizzative:

- **SOLUZIONE 1:** tipologia di banchina a cassoni cellulari prefabbricati muniti di celle antiriflettenti al fine di smorzare il moto ondoso incidente e diminuire l'agitazione interna al bacino, maggiormente soggetto alla risonanza. Tali celle potrebbero adottarsi anche per i banchinamenti della parte interna della Darsena. La soluzione 1 potrebbe comportare un fenomeno di insabbiamento della rada.
- **SOLUZIONE 2:** tipologia di banchina su pali con impalcato composto da una maglia di travi prefabbricate ed elementi tipo "predalles" e soletta di completamento gettata in opera. La struttura portante trasversale è realizzata con pali trivellati e trave di collegamento in c.a. realizzata in opera. Lungo i 2 lati esposti al moto ondoso si può prevedere la realizzazione di una paratia verticale impermeabile ancorata alla palificata. Tale soluzione tecnica prevede inoltre che il paramento verticale non poggi sul fondale rimanendo una luce per il transito dei sedimenti in modo da interferire in maniera ridotta con la circolazione delle correnti e da evitare l'accumulo e la sedimentazione dei materiali in sospensione.

6.2 Interferenze esistenti

Interferenze Demaniali (Accessibilità delle aree)

L'area Chiapparo è attualmente in uso a MARICOMMI Taranto in virtù della necessità di rifornire i depositi tramite il vettore privato/civile. Nell'ipotesi in cui il nuovo pontile sia concepito per ormeggiare stabilmente le UU.NN. indicate dallo SMM, l'Ente assegnatario delle aree sarà MARISTANAV TARANTO (ID 4905), proprio in relazione all'utilizzo prevalente del nuovo molo/banchina; pertanto, dovranno essere considerate anche le nuove misure progettuali discendenti per realizzare l'integrazione dell'opera con le esistenti infrastrutture della Base (perimetrazione, eventuali viabilità con accessi e corpi di guardia servizi vari). Chiaramente dovrà essere assicurata la possibilità di rifornimento per i depositi di MARICOMMI TARANTO eventualmente anche tramite il consueto vettore privato.

Interferenze con impianti e/o strutture esistenti

La condotta dello scarico a mare del depuratore sud della S.N.M.G. attualmente passa in corrispondenza del pontile Chiapparo esistente e dovrebbe essere riposizionata, nel rispetto delle autorizzazioni acquisite, in modo da non interferire con i lavori di costruzione del nuovo pontile o riposizionata sotto la nuova Banchina. La D.G.M. ha già avuto, in occasione della redazione del progetto di demolizione dell'attuale pontile Chiapparo, interlocuzioni con la Provincia di Taranto in merito al fatto che le coordinate di detto scarico non subiranno variazioni.

La condotta per caricamento JP5, realizzata fuori terra nell'E.F. 2019 a partire dal Deposito POL Chiapparo, alimenta le unità ai posti di ormeggio PP.OO. 21/22; pertanto, con la realizzazione del nuovo Pontile Chiapparo sarà necessario un intervento per l'interramento della stessa.

Collegamento con impianti esistenti (idrico, di scarico reflui navali, di rifornimento ed elettrico)

Depuratore reflui assimilabili ai reflui civili, tipo (FC)

Per il conferimento dei reflui navali nel depuratore Sud di MARISTANAV, occorre eseguire una verifica tecnico/amministrativa della capacità dello stesso sulla base dei dati che verranno forniti dal Comando e della tipologia di acqua igiene utilizzata dalle UUNN (acqua di mare o acqua dolce); anche se non si ravvedono criticità riguardo la capacità totale dell'impianto, gli eventuali necessari adeguamenti consistono nella realizzazione di opportune vasche di raccolta e tubolature di rilanci. È necessario verificare altresì l'esigenza di implementazione/adeguamento dell'impianto esistente.

Acque di sentina (acqua di mare con il 5% massimo di presenza di idrocarburi) tipo (C)

L'impianto delle acque di sentina (C) è separato dall'impianto di raccolta dei liquami (FC); sarà pertanto necessaria la realizzazione di vasche di raccolta e tubolature di rilancio dedicate.

Acque di prima pioggia

Contestualmente alla realizzazione dell'opera dovrà essere valutata la necessità di realizzare un impianto di raccolta delle acque di prima pioggia da collegare all'attuale impianto di trattamento.

Impianto alimentazione idrica

Per l'impianto idrico a servizio del nuovo molo e per alimentare le nuove utenze vi è la possibilità di connettersi al ramo sud dell'attuale impianto di MARISTANAV TA, previa realizzazione delle opere di allaccio in corrispondenza della galleria servizi. Si consiglia di realizzare il nuovo tronco di impianto in tubolatura PEAD. La rete idrica di distribuzione sarà una rete di tipo aperto con pozzetti di deviazione e controllo in corrispondenza della radice del pontile per permettere l'isolamento dello stesso in caso di necessità.

Rete Antincendio

La rete antincendio del pontile potrà essere realizzata attestandosi all'impianto antincendio esistente ad acqua dolce. Si consiglia di prevedere la sostituzione del gruppo pompe antincendio in centrale idrica (Edificio 21), ormai al limite della sua vita operativa per vetustà, e per il necessario adeguamento normativo (nuova UNI 10779:2021), è inoltre necessario provvedere a realizzare gli apprestamenti utili a rinviare le attività di comando e controllo della stazione antincendio in Sala Controllo presso l'Edificio 23 della centrale elettrica al fine di monitorare il corretto funzionamento e l'intervento in automatico dell'impianto (vedi UNI 10779:2021).

Alimentazione elettrica

Si consiglia di effettuare una verifica del bilancio elettrico della centrale di conversione e dell'impianto elettrico di distribuzione della 50 Hz per valutare la capacità dell'attuale sistema di distribuzione a sopperire alle nuove esigenze dettate dalle maggiori necessità energetiche delle UUNN che in futuro verranno assegnate alla S.N.M.G.

Si consiglia per le prese navi delle UUNN a 50 Hz di predisporre adeguate sezioni di rifasamento al fine di non incorrere nel pagamento di penali per la fornitura di energia elettrica all'ente fornitore (la penale scatta per un consumo di potenza reattiva maggiore al 95% della potenza attiva assorbita: attualmente con l'alimentazione di Nave CAVOUR siamo mediamente ad una quota del 97%).

UU.NN. alimentazione a 60 Hz

Attualmente l'alimentazione a 60Hz e 8KV arriva nella sottostazione elettrica secondaria (X2) posta dietro agli attuali impianti di depurazione SUD.

In cabina sono già esistenti n.4 celle in MT (8KV/630A) predisposte per la distribuzione a cabine di alimentazione per UU.NN. È necessaria una revisione completa delle celle, la predisposizione dei cavi in MT di partenza dalle stesse per alimentare le rispettive cabine di trasformazione che potrebbero essere realizzate in analogia a quanto già in fase di progettazione per i pennelli (FREM/PPA). Le alimentazioni dovranno essere commutabili per le tensioni di 460-690V 60 Hz utilizzando trasformatori in olio vegetale con regolatore di tensione e doppia uscita di adeguata potenza.

Alimentazioni UU.NN. maggiori a 50 Hz

La cabina X2 viene alimentata da interruttori con capacità totale di 8KV 1200A 50Hz.

Per l'alimentazione a 50Hz necessaria per Nave CAVOUR (6KV) e LSD a (690V) è necessario implementare la cabina X2 con due nuove celle di partenza (8KV/50Hz) similmente a quanto già fatto per l'attuale ormeggio di Nave Cavour e Nave Vulcano.

Per Nave CAVOUR che utilizza tensioni in MT da 6KV è indispensabile, per l'eventuale nuovo posto di ormeggio, prevedere l'impiego di speciali gru dedicate per la stesura dei cavi di alimentazione (in analogia a quanto realizzato per il P.O. attualmente dedicato PP.OO. 13-14).

Alimentazioni UUNN minori (400v 50 Hz)

La sottostazione di media X2 attualmente è attrezzata con trasformatori della potenza di 2MW per l'alimentazione alle UU.NN. minori. Considerata la potenza disponibile, detto impianto necessita esclusivamente di una implementazione della rete di distribuzione e di nuove celle di partenza.

Alimentazione impianti terrestri e accessori di banchina

La cabina X2 è attualmente dotata di due trasformatori da 0,8 MW che si ritengono sufficienti per l'implementazione degli impianti elettrici di terra (illuminazione, servizi, gru, ecc.); pertanto, saranno necessarie l'implementazione di ulteriori celle di partenza dal quadro BT e la realizzazione dei nuovi impianti. Nel caso in cui si volesse potenziare l'impianto sarà necessaria la sola sostituzione dei due trasformatori (8KV/400V).

Impianto rifornimento combustibile: JP5 e F76

Per l'impianto di rifornimento si prevede di realizzare n. 2 condotte per il rifornimento del JP5 ed F76 a servizio del nuovo pontile, partendo dalla “galleria scogliera” posta nelle immediate vicinanze della radice del nuovo pontile.

6.3 Elementi utili alla definizione del requisito tecnico operativo

Bitte e altre dotazioni marinaresche

In funzione del tipo di Unità da ormeggiare si considera di realizzare bitte a similitudine di quelle già esistenti all'interno della base navale, in particolare:

- per le Unità Navali Maggiori (FREM – PPA – DDG) sono previste bitte da 120 t distanziate di 25 m;

- per il naviglio minore (RA – RH – RC – RP) sono previste bitte da 50 t distanziate di 20 m;
- parabordi distanziati di 12,50 m delle dimensioni di 1 m x 1 m per le Unità Navali Maggiori;
- parabordi distanziati di 10,00 m delle dimensioni di 1 m x 1 m per le Unità Navali Minori.

Impianto di illuminazione

Si può prendere in considerazione sia la possibilità di utilizzo di sistemi a luce radente, di tipologia e altezza simili a quelli adottati sul molo Nord della SNMG, sia l'utilizzo di lampioni stradali con doppio braccio con corpi illuminanti a LED per l'illuminazione delle banchine da installare nella zona di separazione tra le due al fine di non creare intralcio alle attività marinaresche lungo il pontile. Il sistema Torri Faro non è da preferirsi a causa del manifestarsi del fenomeno di corrosione alla base, che può essere contrastato solo con periodiche e costose indagini diagnostiche, nonché a causa degli elevati oneri di manutenzione dei proiettori.

L'illuminazione deve prevedere un sistema attivabile e disattivabile in modo settoriale in funzione delle necessità contingenti.

La gestione del sistema di illuminazione deve da poter essere svolta da uno o più militari preposti al servizio di guardia/difesa senza l'ausilio di personale tecnico (elettricisti).

Inoltre, in caso di black-out della rete elettrica principale, per l'intero impianto di illuminazione (perimetrale e aree nevralgiche) si deve prevedere un'alimentazione elettrica alternativa, con attivazione automatica, collegata a un gruppo elettrogeno di backup. Qualora ciò non fosse possibile sarà valutato che le predette luci siano a led con una potenza luminosa erogata non inferiore 500 w (con led da 100 w) con pannello solare e batterie autoricaricabili.

Gru

È prevista l'installazione di una gru fissa a bandiera per il rimessaggio dei mezzi ausiliari sulla banchina da sistemare nella zona centrale interna oppure alla radice del Pontile Chiapparo. Il carico utile dovrà essere di 20 t (considerato che l'imbarcazione più pesante MDN pesa 12 ton circa), la realizzazione di un banchinamento a scivolo - ovvero la realizzazione di un tratto di banchina più bassa - lungo il lato interno più corto c.d. "gomito" per il supporto alle attività da svolgersi con R.H.I.B. mentre sul lato esterno del c.d. gomito si prevede un punto di imbarco su unità traghetto tipo CHERADI di mezzi ruotati.

Elevazione del pontile rispetto al l.m.m.

Si è analizzata la possibilità di configurare in maniera opportuna l'elevazione del pontile, rispetto al l.m.m., in funzione delle diverse tipologie di naviglio operanti:

- il lato esterno dovrà avere un'altezza di banchina di circa 2,80 m per l'ormeggio delle UU.NN. maggiori;
- il perimetro interno dovrà avere un'altezza di banchina di circa 1,20 m per l'ormeggio del naviglio minore.

Interferenze con l'esistente allevamento di mitili

È necessario valutare eventuali interferenze con l'esistente allevamento di mitili che potrebbe essere interessato dalle manovre navali di avvicinamento al pontile.

Fabbricato OSSALC

È stata valutata la possibilità di inserire in prossimità della Banchina Chiapparo, per le operazioni di “difesa”, un fabbricato con superficie utile di circa 250 m² di supporto alla logistica e all’operatività del Nucleo OSSALC della Base, comprendente spogliatoi, bagni, stazione di risciacquo e pulizia dei materiali, sala briefing pre-missione, stazione di ricarica e magazzino materiali.

Griglie

Si prevede l’impiego di griglie (Classe 4 - quattro) per il passaggio degli automezzi in dotazione a MARISTANAV. L’intero molo comunque dovrà essere progettato in funzione dei dati tecnici degli automezzi in uso a MARISTANAV (attualmente il più pesante è di 50 t su 4 assi con capacità di sollevamento, quando stabilizzato, fino a 120 t).

7 RIFERIMENTI NORMATIVI

- D.Lgs. n. 50/2016 “Codice dei contratti” e s.m.i..
- D.P.R. n. 207/2010 “Regolamento codice dei contratti” (per le parti non abrogate).
- D.P.R. n. 236/2012 “Regolamento del Ministero della Difesa” (per le parti non abrogate).
- Linee Guida di attuazione del “Codice dei contratti” dell’ANAC.
- Decreto 1 dicembre 2017, n. 560 - Modalità e i tempi di progressiva introduzione dei metodi e degli strumenti elettronici di modellazione per l’edilizia e le infrastrutture coordinato con il decreto MiMS 02/08/2021 n. 312 di seguito denominato “Decreto BIM”.
- D.lgs. n. 126/2016 “Norme per il riordino della disciplina in materia di conferenza di servizi”.
- Legge n. 241/1990 “Nuove norme sul procedimento amministrativo”.
- Norme ISO, UNI, CEI, STANAG.
- DPR 308/2001 e s.m.i. “Testo unico dell’edilizia”.
- OPCM 3274/2003 aggiornato con OPCM 3519/2006 recante i “criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale”.
- Linee Guida redatte dal MIMS – Luglio 2021.
- D.lgs. n. 126/2016 “Norme per il riordino della disciplina in materia di conferenza di servizi”.
- DM 560/2017 “Progressiva introduzione dell’obbligatorietà dei metodi e degli strumenti elettronici specifici”.
- L. n. 77/2020 “misure urgenti in materia di salute, sostegno al lavoro e all’economia”.
- D.L. n. 76/2020 cd “Semplificazioni”.
- D.M. n. 312 del 02.08.2021.
- Decreto Legislativo 9 aprile 2008, n. 81 - “Attuazione dell’articolo 1 della legge 3 agosto 2007, n. 123, in materia di tutela della salute e della sicurezza nei luoghi di lavoro, modificato dal Decreto Legislativo 3 Agosto 2009, n. 106.
- Direttiva Tecnica Bonifica Bellica Sistemica Terrestre - GEN-BSS 001 – ed. gennaio 2020.
- Direttiva Tecnica Bonifica Bellica Sistemica Terrestre - GEN-BST 001 – ed. gennaio 2020.
- Decreto 17 gennaio 2018. Aggiornamento delle Norme tecniche per le costruzioni.
- Circolare 21 gennaio 2019 n.ro 7 del Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici – Norme Tecniche per le Costruzioni di cui al Decreto Ministeriale 17 gennaio 2018.
- Legge 5 novembre 1971 n. 1086 – “Norme per la disciplina delle opere in conglomerato cementizio armato, normale e precompresso ed a struttura metallica”.
- Decreto Legislativo 22 gennaio 2004, n. 42 Codice dei beni culturali e del paesaggio, ai sensi

dell'articolo 10 Legge 6 luglio 2002, n. 137.

- Decreto Presidente della Repubblica 06/06/2001 n. 380: "Testo unico delle disposizioni legislative e regolamentari in materia edilizia".
- Decreto 3 agosto 2015 – Norme tecniche di prevenzione incendi, ai sensi dell'articolo 15 del decreto legislativo 8 marzo 2006, n. 139.
- Decreto Presidente della Repubblica 1 agosto 2011, n. 151 - Regolamento recante semplificazione della disciplina dei procedimenti relativi alla prevenzione degli incendi.
- Decreto Ministeriale 15 luglio 2014 Approvazione della regola tecnica di prevenzione incendi per la progettazione, l'installazione e l'esercizio delle macchine elettriche fisse con presenza di liquidi isolanti combustibili in quantità superiore a 1 m³.
- "Norme per gli impianti elettrici" di cui alla legge n. 186 dell'01.03.1968.
- "Norme per la sicurezza degli impianti" D.M. (Ministero dello sviluppo economico) 22.01.2008 n. 37 "Regolamento concernente l'attuazione dell'art. 11-quaterdecies, comma 13, lettera a) delle Legge n. 248 del 02.12.2005, recante riordino delle disposizioni in materia di attività di installazione degli impianti elettrici all'interno degli edifici.
- Delibera dell'Autorità per l'energia elettrica ed il gas (AAEG) del 18.03.2008 (ARG/elt 33/08) "Condizione tecniche per la connessione alle reti di distribuzione dell'energia elettrica a tensione nominale superiore a 1 kV".
- Norma CEI 0-16 1° Ed 2-2008 Fasc. n° 9251 "Regola tecnica di riferimento per la connessione di Utenti attivi o passivi alle reti AT ed MT delle imprese distributrici di energia elettrica".
- Norme CEI emanate dal Comitato Tecnico n. 11 "Impianti elettrici ad alta tensione e distribuzione in bassa tensione".
- Norme CEI emanate dal Comitato Tecnico n. 14 "Trasformatori".
- Norme CEI emanate dal Comitato Tecnico n. 20 "cavi per energia".
- Norme CEI emanata dal Comitato Tecnico n. 23 "cavidotti in PVC".
- Norme CEI emanate dal Comitato Tecnico n. 64 "Impianti elettrici utilizzatori a tensione nominale non superiore a 1000 V in corrente alternata e a 1500 V in corrente continua".
- Regolamento (UE) n. 548/2014 della Commissione, del 21 maggio 2014, recante modalità di applicazione della direttiva 2009/125/CE del Parlamento europeo e del Consiglio per quanto riguarda i trasformatori di potenza piccoli, medi e grandi.
- Legge 03 agosto 2013, n. 90 – Conversione con modificazioni, del decreto-legge 04 giugno 2013, n.63 - "Disposizioni urgenti per il recepimento della Direttiva 2010/31/UE del Parlamento europeo e del Consiglio del 19 maggio 2010, sulla prestazione energetica nell'edilizia per la definizione delle procedure d'infrazione avviate dalla Commissione europea, nonché altre disposizioni in materia di coesione sociale".
- Decreto Legislativo 3 marzo 2011, n. 28 - Attuazione della direttiva 2009/28/CE sulla promozione dell'uso dell'energia da fonti rinnovabili, recante modifica e successiva abrogazione delle direttive 2001/77/CE e 2003/30/CE.

- Decreto Legislativo 19 agosto 2005, n. 192 - Attuazione della direttiva (UE) 2018/844, che modifica la direttiva 2010/31/UE sulla prestazione energetica nell'edilizia e la direttiva 2012/27/UE sull'efficienza energetica, della direttiva 2010/31/UE, sulla prestazione energetica nell'edilizia, e della direttiva 2002/91/CE relativa al rendimento energetico nell'edilizia.
- Legge Regionale 9 aprile 2019 – modifiche alla legge regionale 22 febbraio 1995, n. 12 (riordino delle aree protette) e alla legge regionale 10 luglio 2009, n. 28 (disposizioni in materia di tutela e valorizzazione della biodiversità).
- Decreto Ministero Ambiente 15 luglio 2016, n. 173 – Autorizzazione ad immersione in mare di materiali di escavo fondali marini - dragaggio - Attuazione articolo 109.
- Decreto legislativo 3 aprile 2006, n. 152 (testo unico ambientale) - Norme in materia ambientale.
- Legge 28 giugno 2016, n. 132 – Istituzione del Sistema nazionale a rete per la protezione dell'ambiente e disciplina dell'Istituto superiore per la protezione e la ricerca ambientale.
- Decreto Ministeriale 24/12/2015 "Criteri ambientali minimi".
- Decreto Ministeriale 17/10/2017 "Criteri ambientali minimi per l'affidamento di servizi di progettazione e lavori per la nuova costruzione, ristrutturazione e manutenzione di edifici pubblici".
- D.P.R. 13 Giugno 2017, n. 120 "Regolamento recante la disciplina semplificata della gestione delle terre e rocce da scavo".
- Legge 426/98 – Sito di Interesse Nazionale Taranto.
- D.M. dell'Ambiente n. 468/01 - Programma nazionale di bonifica e ripristino ambientale dei siti inquinati.
- D.M. 471/99 - Regolamento recante criteri, procedure e modalità per la messa in sicurezza, la bonifica e il ripristino ambientale dei siti inquinati.
- Decreto 2306/2004 del Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti.
- Decreto legislativo 31 marzo 2023, n. 36 - Codice dei contratti pubblici in attuazione dell'articolo 1 della legge 21 giugno 2022, n. 78, recante delega al Governo in materia di contratti pubblici.

8 INDIVIDUAZIONE E ANALISI DELLE ALTERNATIVE PROGETTUALI

8.1 Indicazioni comuni per la progettazione delle opere

Bitte e altre dotazioni marinaresche

In funzione del tipo di Unità da ormeggiare si considera di realizzare bitte a similitudine di quelle già esistenti all'interno della base navale, in particolare:

- per le Unità Navali Maggiori (FREMM – PPA – DDG) sono previste bitte da 120 t distanziate di 25 m;
- per il naviglio minore (RA – RH – RC – RP) sono previste bitte da 50 t distanziate di 20 m;
- parabordi distanziati di 12,50 m delle dimensioni di 2 m x 2 m per le Unità Navali Maggiori;
- parabordi distanziati di 10,00 m delle dimensioni di 1 m x 1 m per le Unità Navali Minori.

Impianto di illuminazione

Si può prendere in considerazione sia la possibilità di utilizzo di sistemi a luce radente, di tipologia e altezza simili a quelli adottati sul molo Nord della SNMG, sia l'utilizzo di lampioni stradali con doppio braccio con corpi illuminanti a LED per l'illuminazione delle banchine da installare nella zona di separazione tra le due al fine di non creare intralcio alle attività marinaresche lungo il pontile. Il sistema Torri Faro non è da preferirsi a causa del manifestarsi del fenomeno di corrosione alla base, che può essere contrastato solo con periodiche e costose indagini diagnostiche, nonché a causa degli elevati oneri di manutenzione dei proiettori.

L'illuminazione deve prevedere un sistema attivabile e disattivabile in modo settoriale in funzione delle necessità contingenti.

La gestione del sistema di illuminazione deve da poter essere svolta da uno o più militari preposti al servizio di guardia/difesa senza l'ausilio di personale tecnico (elettricisti).

Inoltre, in caso di black-out della rete elettrica principale, per l'intero impianto di illuminazione (perimetrale e aree nevralgiche) si deve prevedere un'alimentazione elettrica alternativa, con attivazione automatica, collegata a un gruppo elettrogeno di backup. Qualora ciò non fosse possibile sarà valutato che le predette luci siano a led con una potenza luminosa erogata non inferiore 500 w (con led da 100 w) con pannello solare e batterie autoricaricabili.

Gru

È prevista l'installazione di una gru fissa a bandiera per il rimessaggio dei mezzi ausiliari sulla banchina da sistemare nella zona centrale interna oppure alla radice del Pontile Chiapparo. Il carico utile dovrà essere di 20 t (considerato che l'imbarcazione più pesante MDN pesa 12 ton circa), la realizzazione di un banchinamento a scivolo - ovvero la realizzazione di un tratto di banchina più bassa - lungo il lato interno più corto c.d. “gomito” per il supporto alle attività da svolgersi con R.H.I.B. mentre sul lato esterno del c.d. gomito si prevede un punto di imbarco su unità traghetto tipo CHERADI di mezzi ruotati.

Elevazione del pontile rispetto al l.m.m.

Si è analizzata la possibilità di configurare in maniera opportuna l’elevazione del pontile, rispetto al l.m.m., in funzione delle diverse tipologie di naviglio operanti:

- il lato esterno dovrà avere un’altezza di banchina di circa 2,80 m per l’ormeggio delle UU.NN. maggiori;
- il perimetro interno dovrà avere un’altezza di banchina di circa 1,20 m per l’ormeggio del naviglio minore.

Interferenze con l’esistente allevamento di mitili

È necessario valutare eventuali interferenze con l’esistente allevamento di mitili che potrebbe essere interessato dalle manovre navali di avvicinamento al pontile.

Fabbricato OSSALC

È stata valutata la possibilità di inserire in prossimità della Banchina Chiapparo, per le operazioni di “difesa”, un fabbricato con superficie utile di circa 250 m² di supporto alla logistica e all’operatività del Nucleo OSSALC della Base, comprendente spogliatoi, bagni, stazione di risciacquo e pulizia dei materiali, sala briefing pre-missione, stazione di ricarica e magazzino materiali.

Griglie

Si prevede l’impiego di griglie (Classe 4 - quattro) per il passaggio degli automezzi in dotazione a MARISTANAV. L’intero molo comunque dovrà essere progettato in funzione dei dati tecnici degli automezzi in uso a MARISTANAV (attualmente il più pesante è di 50 t su 4 assi con capacità di sollevamento, quando stabilizzato, fino a 120 t).

8.2 Individuazione alternative progettuali

Il presente DOCFAP, quale implementazione dello Studio di Fattibilità elaborato dall’A.D., nell’effettuare l’approfondimento delle tipologie strutturali già studiate (banchina a cassoni cellulari e banchina a giorno su pali) sviluppa e approfondisce un’ulteriore soluzione progettuale (banchina a cofferdam).

Pertanto, vengono analizzate e studiate le seguenti soluzioni progettuali alternative:

- Alternativa 1: tipologia di banchina a cassoni cellulari;
- Alternativa 2: tipologia di banchina a cofferdam;
- Alternativa 3: tipologia di banchina a giorno su pali.

8.2.1 Generalità

8.2.1.1 Vita Nominale di progetto, Classi d’uso e Periodo di riferimento dell’opera

La vita nominale di progetto V_N di un’opera è convenzionalmente definita come il numero di anni nel quale è previsto che l’opera, purché soggetta alla necessaria manutenzione, mantenga specifici livelli prestazionali.

I valori minimi di V_N da adottare per i diversi tipi di costruzione sono riportati nella *Tab. 2.4.1* delle *NTC 2018*.

Nel presente caso l'opera viene inserita nella seguente tipologia di costruzione: "Costruzioni con livelli di prestazioni ordinari". Ne segue che:

Vita Nominale di progetto: $V_N = 50 \text{ anni}$

Con riferimento alle conseguenze di una interruzione di operatività o di un eventuale collasso, le costruzioni sono suddivise in classi d'uso (§2.4.2 delle NTC2018).

Essendo quindi l'opera di importanza critica per il mantenimento delle vie di comunicazione, particolarmente dopo un evento sismico, vi si attribuisce:

Classe d'Uso: **IV** Coefficiente d'Uso: $C_U = 2.0$

Per quanto detto, il periodo di riferimento impiegato nella valutazione delle azioni sismiche risulta pari a:

Periodo di Riferimento: $V_R = V_N \cdot C_U = 50 \cdot 2 = 100 \text{ anni}$

8.2.1.2 Valori caratteristici dell'azione sismica per il sito di interesse

Ai fini della valutazione della sicurezza e delle prestazioni attese, per il sito di interesse si è assunto:

- Vita Nominale $V_N = 50 \text{ anni}$;
- Classe d'uso IV $\Rightarrow C_U = 2.0$;
- Periodo di riferimento per l'azione sismica: $V_R = V_N \times C_U = 100 \text{ anni}$.

I parametri sismici, ottenuti in funzione delle coordinate geografiche (longitudine: 17.246112; latitudine: 40.438475), della categoria di sottosuolo (C) e della categoria topografica del sito di interesse (T1), nonché in relazione alle assunzioni fatte in merito a vita nominale e classe d'uso, variano al variare del periodo di ritorno associato allo stato limite considerato e sono riportati in Tabella 8.1.

Stati limite		T_R [anni]	a_g [g]	F_0 [-]	T^*_c [s]
Stati limite di esercizio	SLO	60	0.036	2.434	0.306
	SLD	101	0.044	2.463	0.344
Stati limite ultimi	SLV	949	0.091	2.726	0.403
	SLC	1950	0.112	2.736	0.417

Tabella 8.1 - Parametri sismici in funzione delle coordinate geografiche

8.2.1.3 Quadro geotecnico di riferimento

Le caratteristiche dei terreni di fondazione, utilizzate per la progettazione del nuovo pontile Chiapparo, sono state desunte dalla pregressa esperienza di progettazione inerente l'Intervento A, mentre le stratigrafie sono state ipotizzate sulla base del sondaggio SN3 (da Studio di Fattibilità, Figura 8.1) effettuato alla radice del molo Chiapparo e delle numerose indagini eseguite a largo in

prossimità della testata attuale dei pontili Fregate (sondaggi SM11 e SM13, Figura 8.2).



Figura 8.1 - Sondaggio SN3 alla radice del Chiapparo (da Studio di Fattibilità)

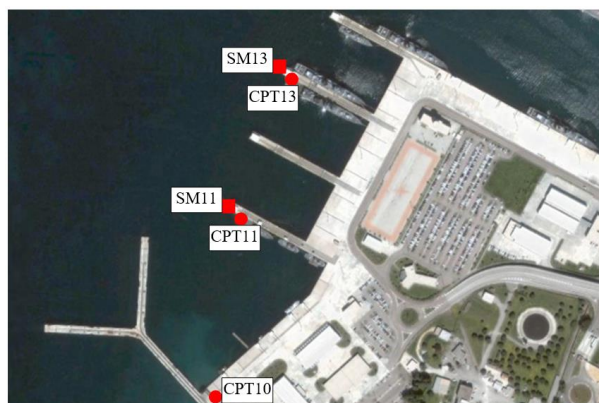


Figura 8.2 - Indagini geotecniche pontili Fregate

In particolare, il modello complessivo che ne deriva è caratterizzato dalla presenza dei seguenti complessi stratigrafici sovrapposti di diversa natura, spessore e consistenza:

- Depositi di fondale attuale “DFA”;
- Depositi limosi-argillosi recenti “DLV”;
- Complesso delle argille subappennine che possono a loro volta essere suddivise in:
 - Depositi limosi-argillosi alterati DA*;
 - Depositi limosi-argillosi consistenti DA1-DA2.

Tuttavia, come confermano i numerosi sondaggi acquisiti, nella zona costiera i depositi di fondale attuale sono prevalentemente costituiti da materiali limosi sabbiosi da debolmente argillosi ad argillosi ricchi di materia organica e poco consistenti, assimilabili a dei veri e propri fanghi di fondale ancora in fase di consolidazione. Per questo motivo, a vantaggio di sicurezza, si è optato per trascurare i contributi di resistenza offerti da tali depositi per le successive analisi e verifiche geotecniche. Quindi, la presenza dei depositi di fondale attuale sarà tenuta in conto esclusivamente per il calcolo delle tensioni verticali totali ed efficaci, considerando un unico valore di γ pari a 14.5 kN/m³.

Per le restanti successioni stratigrafiche lo stato tensionale iniziale è funzione del grado di

sovraconsolidazione OCR. I parametri geotecnici di riferimento, sono sinteticamente riportati in Tabella 8.2:

		TERRENI			
		DLV	DA*	DA1 _(15 m)	DA2
γ_{\min} [kN/m ³]		17	18.5	19	19
γ_{med} [kN/m ³]		17.5	19	19.5	19.5
Parametri drenati	ϕ'_{\min} [°]	22	28	28	28
	ϕ'_{med} [°]	23	28	28	28
	c'_{\min} [kPa]	0	10	40	40
	c'_{med} [kPa]	0	25	40	50
	OCR _{min} [-]	1	2	5	3
	OCR _{med} [-]	1	3	6	4
Parametri non drenati	$c_{u,\min}$ [kPa]	20	100	200	200 + 4.5·Δz
	$c_{u,\text{med}}$ [kPa]	25	125	250	250 + 4.5·Δz

Tabella 8.2 – Sintesi dei parametri geotecnici dei terreni di fondazione

Per quanto riguarda le strutture su pali, la lunghezza di questi ultimi è stata determinata in modo tale che le verifiche geotecniche di normativa soddisfacessero alle condizioni di sicurezza, garantendo, per una generica sezione (considerata rappresentativa dell'intera opera) la stabilità del singolo palo progettato tenendo in conto della successione stratigrafica peggiore dei terreni di fondazione in cui sarà ammortato. La stessa stratigrafia è stata considerata per la progettazione delle opere a parete verticale (cassoni cellulari).

In Tabella 8.3 è riportato il quadro stratigrafico-geotecnico sopra descritto e di seguito considerato per la progettazione dei pali dell'impalcato.

MOLO CHIAPPARO	
STRATIGRAFIA	Sezione di riferimento [m]
Fondale	17
DFA	4
DLV	4
DA*	0
DA1	15
DA2	4
$L_{\text{pali},1}$ [m]	44

Tabella 8.3 - Stratigrafia di progetto del singolo palo per il modulo in esame

8.2.1.4 Dimensionamento dei parabordi esterni

Alla luce dell’esperienza maturata nell’ambito dell’Intervento A si ritiene necessario modificare – rispetto a quanto previsto nel Requisito Operativo originario – le dimensioni dei parabordi esterni (necessari per l’accosto delle UU.NN. di maggiori dimensioni, tipo Trieste) del nuovo pontile Chiapparo, secondo il procedimento di calcolo di seguito riportato.

8.2.1.4.1 Procedimento di calcolo

Di seguito viene proposto lo schema logico del processo di calcolo e selezione dei parabordi:

1. scelta della nave di progetto (tipo, dimensioni e massa);
2. determinazione della velocità di accosto;
3. selezione del coefficiente di rigidità del parabordo (CS);
4. selezione del coefficiente dipendente dal tipo di banchina (CC);
5. calcolo del coefficiente prismatico (CB);
6. calcolo del coefficiente di eccentricità (CE);
7. calcolo del coefficiente di massa aggiunta (CM);
8. calcolo dell’energia di accosto in condizioni ordinarie e non ordinarie;
9. scelta del parabordo (sulla base delle curve caratteristiche fornite dai produttori);
10. calcolo della reazione vincolare massima (sulla base delle curve caratteristiche fornite dai produttori).

Per la determinazione della velocità di accosto si fa riferimento alle raccomandazioni del PIANC (PIANC, 2002; Brolsma et al., 1977, vedi Figura 8.3). La componente della velocità ortogonale alla banchina è funzione della stazza della nave e delle condizioni di accosto.

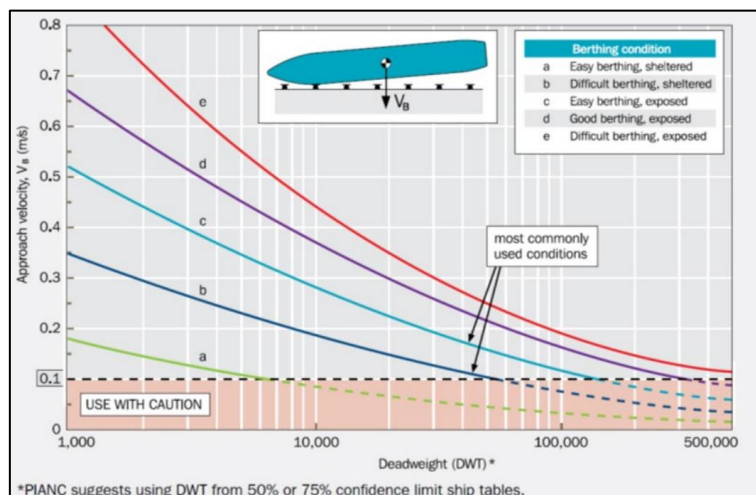


Figura 8.3 - Velocità in funzione delle condizioni di accosto e della stazza della nave (PIANC 2002; Brolsma et al., 1977)

La nave di progetto deve essere individuata in termini di tipologia, peso e dimensione; in particolare, le seguenti grandezze devono essere individuate:

- dislocamento a pieno carico (D);
- lunghezza tra le perpendicolari (L_{BP});

- pescaggio massimo (d);
- larghezza (B);
- franco sotto chiglia (d_c).

Deve essere individuata la tipologia di accosto (banchina aperta o a parete verticale, cui si associa rispettivamente C_c = 1.0 e 0.9).

Il valore del coefficiente prismatico si ottiene dalla seguente formula, dove p è il peso specifico dell'acqua:

$$C_B = \frac{\Delta}{L B d \rho}$$

Il valore del coefficiente di eccentricità si ottiene dalla seguente formula:

$$C_E = \frac{K^2(1+\cos^2\varphi)}{K^2+R^2},$$

dove K è il raggio giratorio della nave, espresso dalla seguente formula:

$$K = (0.19 C_B + 0.11)L,$$

ed R è la distanza del centro di massa dal punto di impatto (misurata in direzione parallela al filo banchina); normalmente R varia da un terzo a un quarto della lunghezza della nave.

Il valore del coefficiente di massa aggiunta (C_M), secondo le raccomandazioni PIANC, dipende fondamentalmente dal franco di navigazione d_c sotto la chiglia. Per valori di d_c superiori alla metà del pescaggio il coefficiente viene assunto pari a 1.5, mentre per il valore minimo ammissibile (pari a un decimo del pescaggio) viene assunto pari a 1.8; per valori intermedi viene suggerita l'interpolazione lineare.

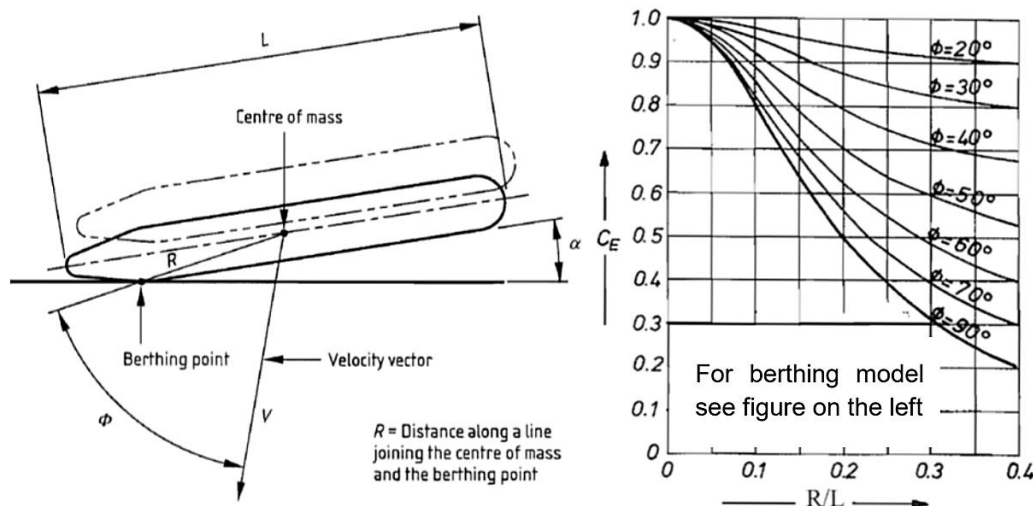


Figura 8.4 - Schema di calcolo dei coefficienti prismatico e di eccentricità

L'energia di accosto è data dall'energia cinetica della nave in accosto (con riferimento alla componente della velocità normale al filo banchina):

$$E = \frac{1}{2} Mv^2$$

L'energia che deve essere assorbita dal parabordo in condizioni ordinarie, tenendo conto di tutte le condizioni al contorno, è data dalla seguente formula:

$$E_d = \frac{1}{2} Mv^2 C_E C_M C_S C_C$$

In condizioni non ordinarie (eccezionali) il parabordo deve essere in grado di assorbire una energia maggiore: il coefficiente di sicurezza da adottare è funzione del tipo di nave (Tabella 8.4).

PIANC Factors of Safety (F_s)		
VESSEL TYPE	SIZE	F_s
Tanker, bulk, cargo	Largest	1.25
	Smallest	1.75
Container	Largest	1.5
	Smallest	2.0
General cargo	–	1.75
RoRo, ferries	–	≥ 2.0
Tugs, workboats, etc	–	2.0

Source: PIANC 2002; Table 4.2.5.

PIANC recommends that 'the factor of abnormal impact when derived should not be less than 1.1 nor more than 2.0 unless exception circumstances prevail'. Source: PIANC 2002; Section 4.2.8.5.

Tabella 8.4 - Coefficiente di sicurezza per la condizione non ordinaria (eccezionale)

8.2.1.4.2 Calcolo dell'energia di accosto

Di seguito si riportano i risultati del calcolo secondo il provvedimento esposto nel paragrafo precedente per le navi di progetto individuate.

Nello specifico il calcolo è stato eseguito per la nave “Trieste”, al fine di garantire la massima flessibilità degli accosti. Di seguito si riportano le caratteristiche principali:

SHIP	Displacement D (t)	Lenght L_{BP} (m)	Draft d (m)	Beam B (m)	Block Coefficient C_B	Underkeel clearance d_c (m)	Added mass C_M
Trieste	37'500	217	9	47	0.40	3.0	1.8

Tabella 8.5 - Caratteristiche della nave considerata nel calcolo

La velocità di accosto è stata individuata nell'ipotesi di accosto riparato in condizioni difficili (curva b della precedente figura) che per stazze maggiori di 30'000 t fornisce valori inferiori a 0.15 m/s.

Considerando che la stazza della nave di interesse è di circa 37'500 t si è assunta cautelativamente una velocità di accosto pari a **0.15 m/s**.

Sulla base delle caratteristiche della nave e della manovra di accosto ipotizzata è stato calcolato il coefficiente di eccentricità C_E che risulta pari a 0.47 per la nave Trieste. Si è quindi proceduto al

calcolo dell'energia di accosto assumendo cautelativamente la tipologia di banchina aperta ($C_C=1.0$) e la tipologia di fender morbidi ($C_S=1$). In Tabella 8.6 si riporta una sintesi dei coefficienti impiegati e dei risultati ottenuti. Per la condizione di impatto eccezionale (abnormal impact) si è assunto un fattore di sicurezza pari a 2.

SHIP	Eccentricity factor C_E	Softness factor C_S	Berth configuration C_C	Energy Normal impact (kNm)	Energy Abnormal impact (kNm)
Trieste	0.47	1.0	1.0	356.0	712.0

Tabella 8.6 - Energia di accosto della nave

8.2.1.4.3 Schiacciamento e reazione del parabordo

Si ipotizza l'impiego di parabordi del tipo cilindrico (Figura 8.5) con passo di 12.5 m, lunghezza di 2m, \varnothing 2000 mm esterno (OD) e \varnothing 1200 mm interno (ID) le cui caratteristiche sono evidenziate in Tabella 8.7.

Si fa presente che nella SNMG si fa normalmente ricorso anche a parabordi mobili aggiuntivi, potenzialmente in grado di assorbire energie elevate. Potrebbe tuttavia essere necessario ormeggiare anche senza poter disporre di tali parabordi e proteggere le banchine dagli impatti. Si è quindi ritenuto di dotare le banchine di parabordi fissi pienamente funzionali.



Figura 8.5 - Esempio di impiego di parabordi del tipo cilindrico

OD x ID (mm)	OD / ID	E (kNm)	R (kN)	P* (kN/m²)	WEIGHT (kg/m)	TYPICAL FIXING ARRANGEMENTS
100 x 50	2.00	0.8	43	547	7.2	
125 x 65	1.92	1.3	51	500	11.0	
150 x 75	2.00	1.8	65	552	16.3	
175 x 75	2.33	2.7	92	781	24.1	
200 x 100	2.00	3.3	86	547	29.0	
250 x 125	2.00	5.1	108	550	45.3	
300 x 150	2.00	7.4	129	547	65.2	
380 x 190	2.00	11.8	164	550	105	
400 x 200	2.00	13.1	172	547	116	
450 x 225	2.00	16.6	194	549	147	
500 x 250	2.00	28	275	700	181	
600 x 300	2.00	40	330	700	255	
800 x 400	2.00	72	440	700	453	
1000 x 500	2.00	112	550	700	707	
1200 x 600	2.00	162	660	700	1018	
1400 x 700	2.00	220	770	700	1386	
1400 x 800	1.75	208	649	516	1245	
1500 x 750	2.00	253	825	700	1591	
1600 x 800	2.00	288	880	700	1810	
1750 x 900	1.94	340	939	657	2124	
2000 x 1200	1.67	415	871	462	2414	
2400 x 1200	2.00	647	1321	701	4073	
2700 x 1300	2.08	818	1486	728	5154	

*Excludes effect of fixing accessories. Deflection = ID. Performance per meter length.

Tabella 8.7 - Caratteristiche e performance dei parabordi cilindrici (in arancio è evidenziato il parabordo impiegato)

Questo tipo di parabordo, nella misura selezionata, è in grado di assorbire, al massimo dello schiacciamento, un’energia pari a 415 kNm per metro di lunghezza e di sviluppare una reazione pari a 871 kN per metro di lunghezza.

Sulla base delle caratteristiche della nave e dei parabordi impiegati è stata ricavata la percentuale di schiacciamento di ciascun parabordo, l’energia assorbita e la reazione fornita, sulla base delle curve caratteristiche (Figura 8.6).

I risultati del calcolo della reazione dei parabordi in funzione di energia assorbita e schiacciamento saranno mostrati nei successivi capitoli di calcolo preliminare di ciascuna alternativa progettuale.

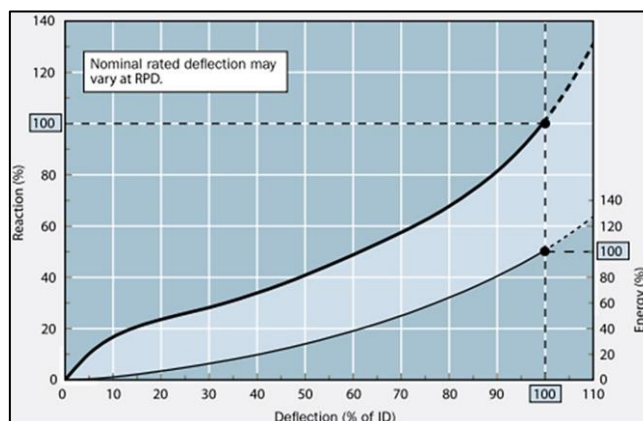


Figura 8.6 - Curve specifiche di schiacciamento del parabordo cilindrico

Tale studio determina dunque una variazione del requisito tecnico operativo originario di cui al paragrafo 6.3, riguardante i parabordi necessari per l’ormeggio delle UU.NN. maggiori, da considerarsi dunque sostituito con parabordi di dimensioni 2,00 m x 2,00 m.

- quota +2,80 m s.l.m.m.: tratto carrabile della banchina con larghezza pari a 13,00 m;

8.2.2.2 Definizione del Tempo di Ritorno per l'azione marittima

Per definire il periodo di ritorno degli eventi ondosi da considerare nel dimensionamento delle opere, si è fatto riferimento a quanto riportato nelle "Istruzioni Tecniche per la progettazione delle dighe marittime" edite a cura del Consiglio Superiore LL.PP. nel 1996, nel seguito "Istruzioni".

Secondo le "Istruzioni" sopra citate, per ogni opera marittima si deve valutare la durata di vita presunta, in relazione al progetto in cui è inserita, tenuto conto delle sue caratteristiche funzionali. Si deve valutare, inoltre, il livello di rischio o probabilità di superamento dell'onda di progetto, tenuto conto dei danni che tali onde possono arrecare all'opera e della possibilità di ripristinare la normale funzionalità con operazioni di manutenzione. Il livello di rischio potrà derivare da una valutazione costi - benefici.

I valori consigliati per la durata minima di vita sono riportati nella tabella che segue:

Tipo dell'opera	Livello di sicurezza richiesto		
	1	2	3
	Vita di progetto (anni)		
Infrastrutture di uso generale	25	50	100
Infrastrutture ad uso specifico	15	25	50

Tabella 8.8 - Durata minima di vita per opere o strutture di carattere definitivo (T_v) - Rif. Tab. 1 Istruzioni Tecniche per la progettazione delle dighe marittime

Per infrastrutture di uso generale si intendono opere di difesa di complessi civili, commerciali o industriali, che non siano destinati ad uno specifico scopo e per i quali non è chiaramente identificabile il termine della vita funzionale dell'opera.

Per infrastrutture ad uso specifico si intendono le opere di difesa di singole installazioni industriali, di porti industriali, di depositi o piattaforme di carico e scarico, di piattaforme petrolifere, ecc.

Il *livello di sicurezza 1* si riferisce ad opere o installazioni di interesse locale e ausiliario, comportanti un rischio minimo di perdita di vite umane o di danni ambientali in caso di collasso della stessa (difese costiere, opere in porti minori o marina, scarichi a mare, strade litoranee, ecc.).

Il *livello di sicurezza 2* si riferisce ad opere e installazioni di interesse generale, comportanti un moderato rischio di perdita di vite umane o di danni ambientali in caso di collasso dell'opera (opere di grandi porti, scarichi a mare di grandi città, ecc.).

Il *livello di sicurezza 3* si riferisce ad opere o installazioni per la protezione dall'inondazione, opere di interesse sopranazionale, comportanti un elevato rischio di perdita di vite umane o di danno ambientale in caso di collasso della stessa (difese di centri urbani o industriali, ecc.).

Si assumeranno le probabilità corrispondenti al danneggiamento incipiente o alla distruzione totale in relazione alle deformazioni-modificazioni subite dall'opera in caso di danneggiamento e alla difficoltà di riparare il danno subito.

Per strutture rigide (dighe a parete verticale), per le quali è estremamente difficile riparare il danno, si assume la probabilità di distruzione totale.

Per strutture flessibili o comunque per opere riparabili, si assume la probabilità corrispondente al danneggiamento incipiente inteso come il livello di danneggiamento predefinito in relazione al tipo di struttura, al di sopra del quale il danno è apprezzabile e risulta necessario intervenire con lavori di manutenzione.

Per queste opere si deve comunque verificare anche lo scenario di rovina totale, cioè del superamento di un livello di danneggiamento predefinito in relazione al tipo di struttura, al di sopra del quale l'opera cessa di svolgere un'apprezzabile funzione protettiva.

Danneggiamento incipiente		
	Rischio per la vita umana	
Ripercussione economica	Limitato	Elevato
Bassa	0.50	0.30
Media	0.30	0.20
Alta	0.25	0.15

Distruzione totale		
	Rischio per la vita umana	
Ripercussione economica	Limitato	Elevato
Bassa	0.20	0.15
Media	0.15	0.10
Alta	0.10	0.05

Tabella 8.9 - Massima probabilità di danneggiamento ammissibile nel periodo di vita operativa dell'opera (P_f), - Rif. Tab. 2 Istruzioni Tecniche per la progettazione delle dighe marittime

Per rischio limitato per la vita umana si intendono i casi in cui, a seguito del danneggiamento, non è logico prevedere alcuna perdita di vite umane. Quando queste perdite sono preventivabili, il rischio è elevato.

Per ripercussione economica bassa, media e alta si intendono casi in cui il rapporto fra i costi diretti del danneggiamento, sommati a quelli indiretti dovuti alla perdita di funzionalità delle opere protette e il costo totale per la realizzazione dell'opera è minore di 5, è compreso fra 5 e 20 o è maggiore di 20.

La combinazione del tempo di vita dell'opera T_v e della probabilità di danneggiamento P_f determina il tempo di ritorno dell'evento di progetto T_{rp}:

$$T_{rp} = T_v / [-\ln(1-P_f)]$$

In relazione a questo tempo di ritorno, dalla statistica degli eventi estremi, si desumerà l'altezza d'onda di progetto, e dalla statistica altezza-periodo, il periodo di questa.

L'onda così valutata ha approssimativamente la probabilità P_f (detta anche probabilità di incontro) di essere superata nell'arco di vita dell'opera.

In relazione a questa intensità della sollecitazione ondosa, si sceglierà il valore caratteristico (ai sensi degli Eurocodici) della altezza d'onda come specificato nel seguito caso per caso; valore in relazione al quale dovranno essere assunti nei calcoli ulteriori margini di sicurezza, che assicurino una probabilità di danneggiamento dell'opera effettivamente prossima a P_f.

8.2.2.3 Verifiche di stabilità dei cassoni – Fasi di trasporto, galleggiamento e affondamento

Come già descritto, il nuovo molo Chiapparo verrà realizzato mediante la collocazione di cassoni cellulari, ognuno di lunghezza pari a 35,00 metri, con le seguenti caratteristiche:

- dimensioni in pianta del fusto dei cassoni cellulari: 35,00x20,00 m;
- piastra di base del cassone delle dimensioni di 35,00x22,00x1,00 m;
- quota di imbasamento dei cassoni: - 13,00 m s.l.m.m.;
- quota sommitale dei cassoni dopo l'affondamento: +0,50 m s.l.m.m.;
- riempimento delle celle con materiale proveniente dai dragaggi;
- piano di calpestio della banchina a quota +2,80 m s.l.m.m. lato mare, e a quota +1.20 lato porto;

Il cassone tipo considerato (Figura 7.1) è stato preliminarmente verificato per le fasi di trasporto, galleggiamento e affondamento.

A seconda della fase considerata, il cassone deve risultare stabile rispetto a differenti condizioni. In particolare:

- durante la fase di trasporto deve essere garantita la stabilità alla navigazione;
- durante la fase di affondamento occorre determinare la quantità di acqua di mare (*zavorra*) da immettere nelle celle per ottenere l'affondamento del cassone stesso. Considerata la simmetria del cassone l'acqua raggiungerà lo stesso livello in tutte le celle.

Relativamente alla fase di galleggiamento, il cassone può essere assimilato ad un corpo rigido immerso in un liquido in quiete.

In generale, un corpo galleggiante è caratterizzato da sei gradi di libertà e, quindi, può essere soggetto a sei possibili movimenti principali in risposta a sollecitazioni esterne agenti sul corpo stesso:

- sussulto
- beccheggio
- rollio
- deriva
- avanzo
- alambardata.

Considerando un sistema di riferimento cartesiano “xyz”, con l'asse verticale z orientato verso l'alto e origine sul pelo libero, i sei gradi di libertà predetti si traducono in traslazioni e rotazioni rispetto agli assi x, y, z (vedi Figura 8.8):

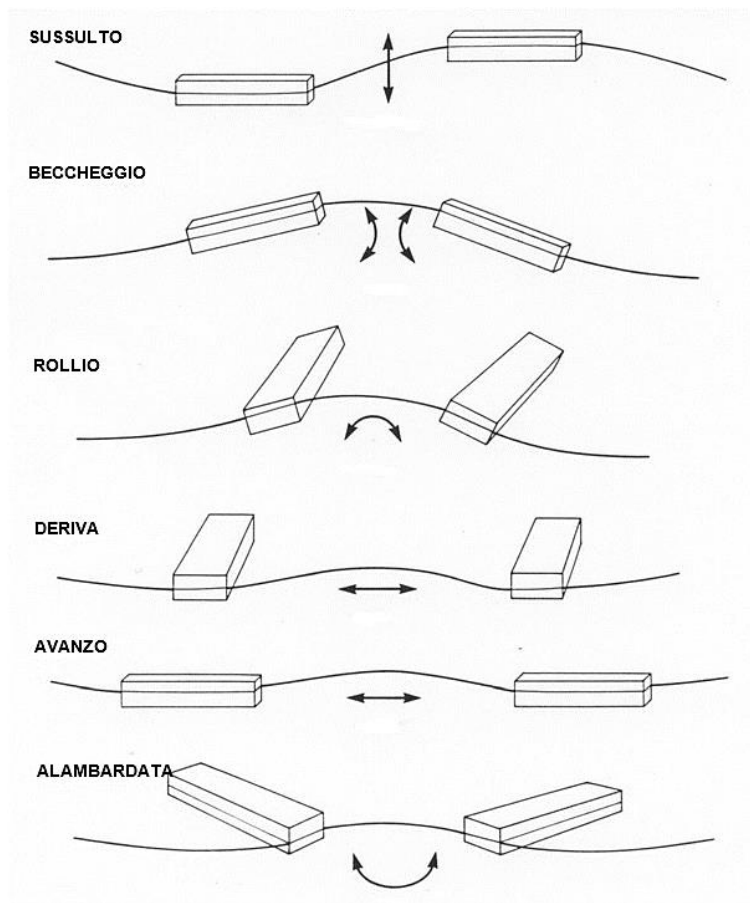


Figura 8.8 - Gradi di libertà di un corpo galleggiante

Le sollecitazioni che governano l'equilibrio del corpo immerso sono le seguenti:

- la **spinta di Archimede**, applicata sul baricentro del volume del liquido spostato dal corpo (denominato centro di carena "C");
- il **peso proprio del corpo**, applicato sul baricentro di massa del corpo stesso (indicato convenzionalmente con "G").

Se la spinta di Archimede è maggiore del peso del corpo, quest'ultimo si sposta verso l'alto emergendo in parte dallo specchio liquido, fino alla condizione in cui la spinta di Archimede è pari, in modulo, al peso proprio del corpo.

Quando il baricentro G e il centro di carena C sono disposti lungo una stessa verticale il corpo galleggiante si dice in stato di equilibrio (vedi Figura 8.9).

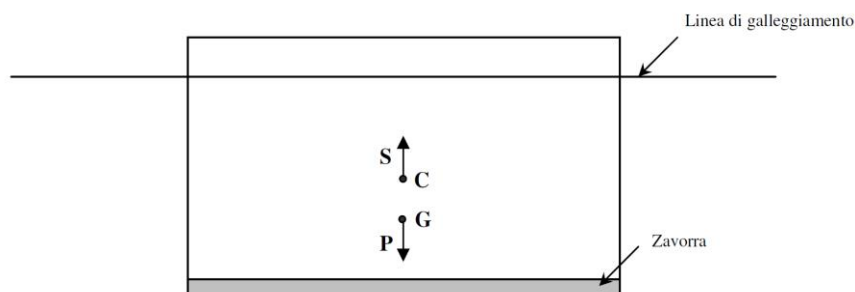


Figura 8.9 - Corpo galleggiante con il baricentro (G) al di sotto del centro di carena (C)

L'equilibrio può essere:

- **stabile** quando il corpo, allontanato dalla sua posizione di equilibrio iniziale in seguito ad una piccola inclinazione dovuta ad una perturbazione esterna, torna nella sua posizione iniziale una volta cessata l'azione perturbante;
- **instabile** quando, allontanato dalla sua posizione iniziale, il corpo galleggiante si sposta fino a trovare una nuova posizione di equilibrio.

In particolare, quindi, un corpo galleggiante è in **equilibrio stabile** quando il baricentro è ubicato al di sotto del centro di carena. In questo caso, a causa di una inclinazione del corpo dovuta ad una azione esterna, la forza peso e la spinta del liquido sul corpo generano un momento di richiamo stabilizzante che tende a far tornare il corpo nella sua posizione iniziale (vedi Figura 8.10).

Questa condizione si verifica, generalmente, quando nella parte inferiore del galleggiante è concentrato un peso elevato (solido o liquido) detto “zavorra”, che nel caso in esame è rappresentato dalla platea di base della struttura.

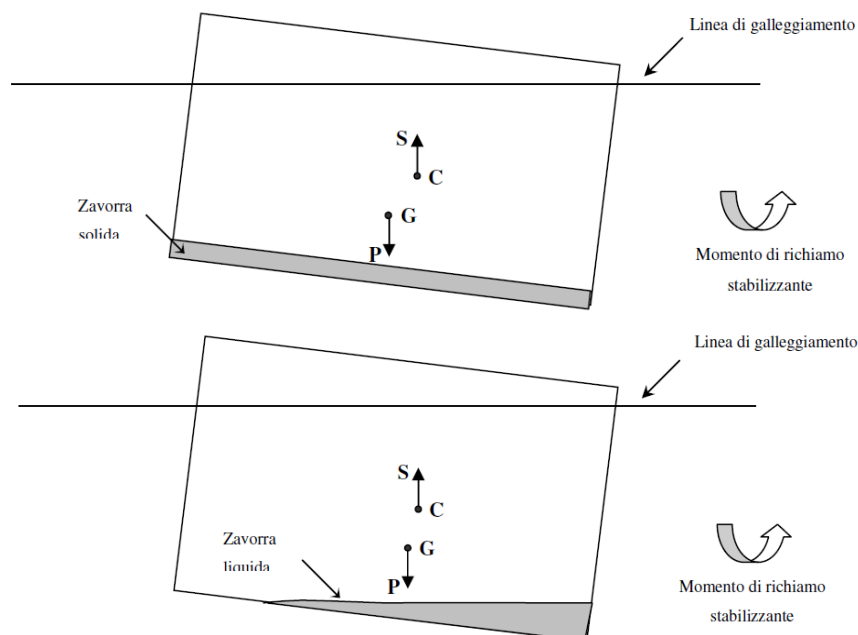


Figura 8.10 - Corpo galleggiante con il baricentro al di sotto del centro di carena; è possibile osservare che ad una inclinazione del corpo corrisponde l'ingenerarsi di una coppia di richiamo stabilizzante.

Se il baricentro (G) si trova invece al di sopra del centro di carena (C), la condizione di stabilità dipende dalla posizione che G assume rispetto al **metacentro** (M), rappresentato dal punto di intersezione della verticale condotta per il centro di carena con l'asse baricentrico, a seguito di una rotazione infinitesima del galleggiante stesso (vedi Figura 8.11).

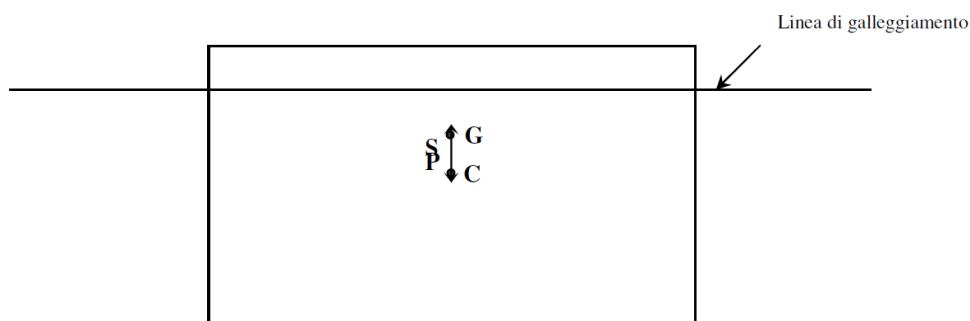


Figura 8.11 - Corpo galleggiante con il baricentro (G) al di sopra del centro di carena (C)

In tal caso possono verificarsi i seguenti casi:

- se G è compreso tra C e M, il corpo è in una configurazione di equilibrio stabile poiché ad una piccola inclinazione del corpo corrisponde l'ingenerarsi di un momento di richiamo stabilizzante (vedi Figura 8.12);
- se G è al di sopra sia di M che di C, il corpo è in una configurazione di equilibrio instabile in quanto il momento ingeneratosi in seguito ad una piccola inclinazione del corpo medesimo è destabilizzante (vedi Figura 8.13) e tende a ribaltare il corpo immerso.

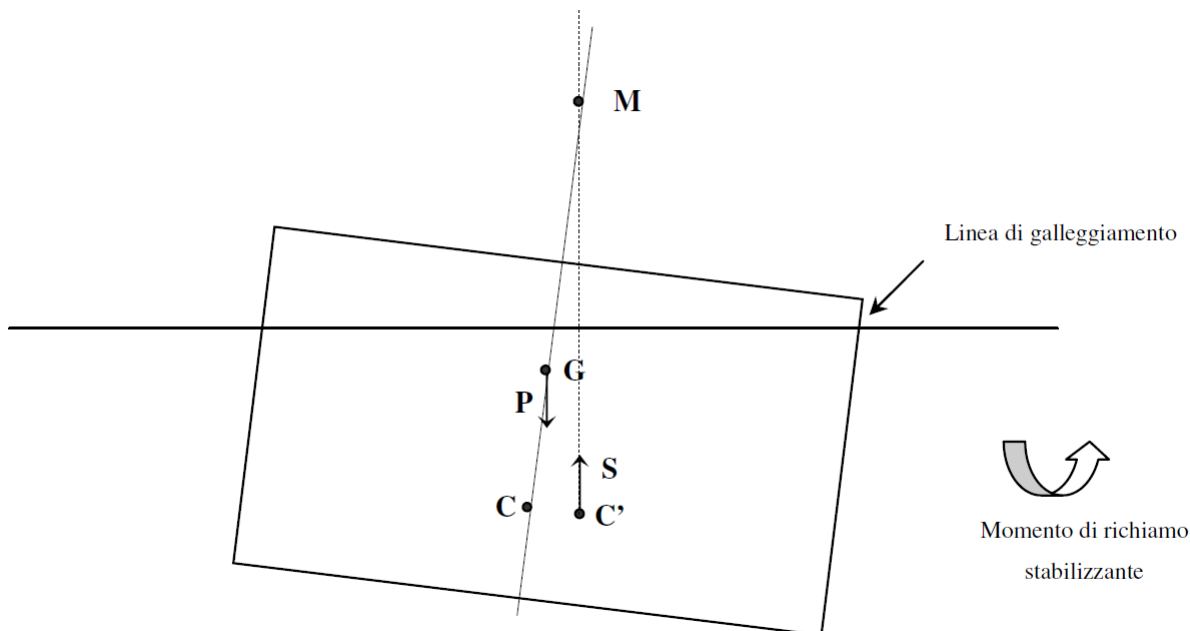


Figura 8.12 - Configurazione equilibrio stabile: corpo galleggiante con il baricentro al di sopra del centro di carena, ma al di sotto del metacentro, M

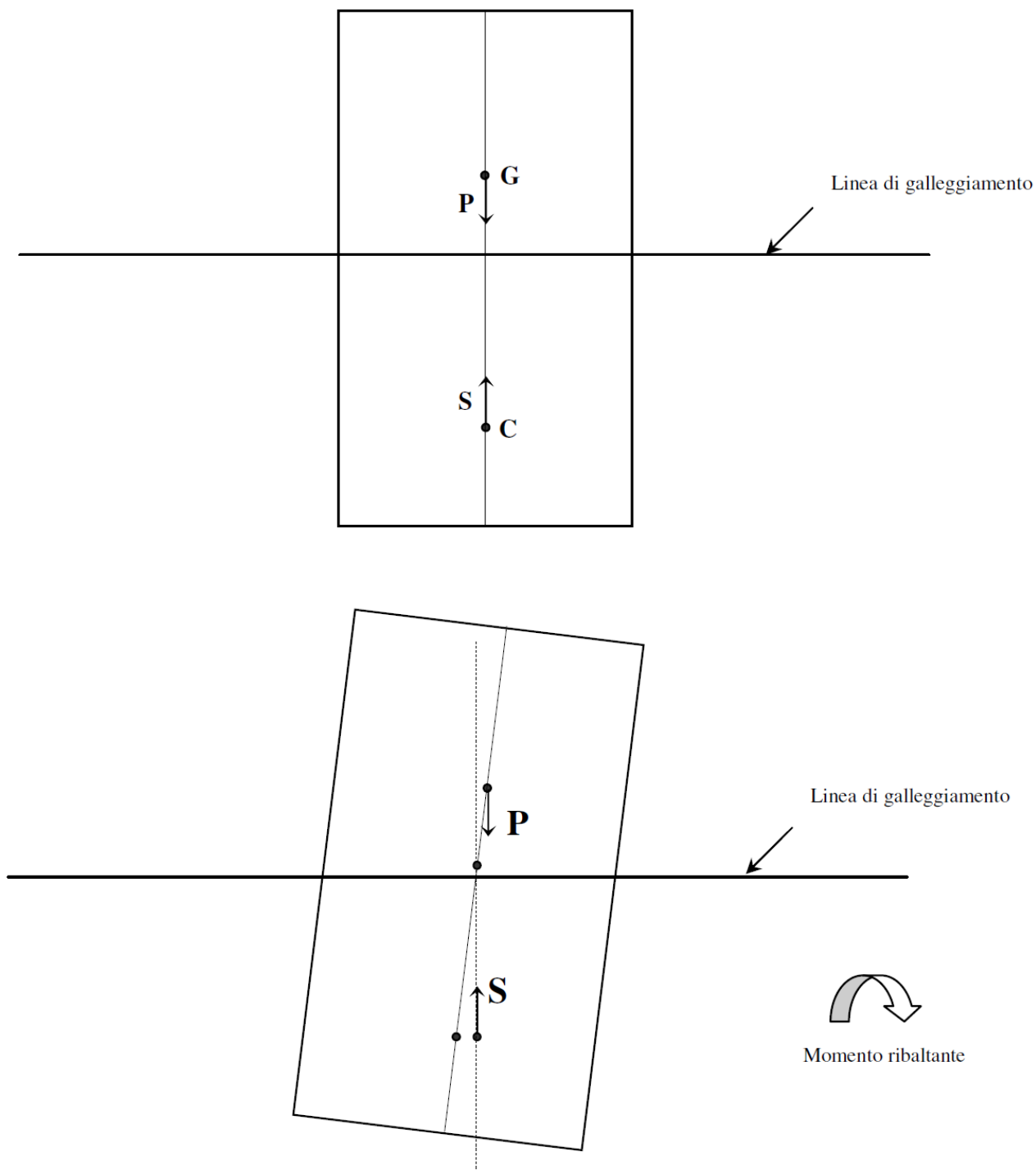


Figura 8.13 - Configurazione equilibrio instabile: Corpo galleggiante con il baricentro al di sopra sia del centro di carena, sia del metacentro

La stabilità di un corpo galleggiante, cioè l'attitudine a ritornare alla posizione iniziale di equilibrio in seguito all'inclinazione subita a causa di una perturbazione esterna, si misura attraverso la cosiddetta **distanza metacentrica GM**, pari alla distanza tra il baricentro del corpo G ed il metacentro M.

Perché il corpo venga considerato stabile durante il galleggiamento, è necessario che il metacentro M sia al di sopra del baricentro G, in modo tale che la distanza metacentrica sia positiva, come espresso dalla seguente relazione:

$$GM = CM - CG > 0$$

in cui **CM** indica il **raggio metacentrico**, pari al rapporto tra il momento di inerzia della sezione di galleggiamento rispetto all'asse longitudinale (I) e il volume di carena (V). Nella pratica, per garantire la stabilità al galleggiamento, è fortemente raccomandato che la distanza metacentrica sia **maggiore di 0,50 m**. La stabilità del corpo può essere verificata rispetto alla sezione trasversale e a quella longitudinale. Tuttavia, poiché a parità di volume di carena, il momento di inerzia della sezione di galleggiamento trasversale è sempre maggiore della longitudinale, basterà garantire la stabilità trasversale, perché anche quella longitudinale sia automaticamente verificata. Nel caso in cui invece il corpo non risulti stabile, è necessario aggiungere delle zavorre e riverificare la condizione di stabilità, avendo preventivamente provveduto a sottrarre dal momento di inerzia I, la somma dei momenti di inerzia baricentrici rispetto all'asse longitudinale dei singoli specchi liquidi delle celle (Σi).

A seguire si riportano i calcoli di verifica del cassone durante le fasi di trasporto, galleggiamento e affondamento.

VERIFICA DURANTE LE FASI DI TRASPORTO E GALLEGGIAMENTO

Nelle tabelle riportate a seguire si esplicitano i calcoli del peso e del baricentro del cassone nelle fasi di trasporto e galleggiamento, durante le quali la forza peso P deve essere in equilibrio con la spinta di galleggiamento.

Il fusto del cassone è stato suddiviso in conci di altezza $H_i = Z_{\max} - Z_{\min}$ con area della sezione trasversale A_i costante.

Per il caso in esame non è necessaria l'introduzione di una zavorra di acqua per l'ottimizzazione della posizione del baricentro e per migliorare la stabilità durante il trasporto.

1 - Peso e baricentro del cassone in fase di trasporto													
	Z_{\min}	Z_{\max}	A_i	H_i	V_i	γ	P_i	X_{Gi}	Y_{Gi}	Z_{Gi}	$P_i X_{Gi}$	$P_i Y_{Gi}$	$P_i Z_{Gi}$
	[m]	[m]	[m ²]	[m]	[m ³]	[kN/m ³]	[kN]	[m]	[m]	[m]	[kNm]	[kNm]	[kNm]
fusto	1,00	12,50	77,72	11,50	893,78	25,00	22.344,50	17,50	11,00	6,75	391.028,75	245.789,50	150.825,38
soletta	12,50	12,60	700,00	0,10	70,00	25,00	1.750,00	17,50	11,00	12,55	30.625,00	19.250,00	21.962,50
platea	0,00	1,00	770,00	1,00	770,00	25,00	19.250,00	17,50	11,00	0,50	336.875,00	211.750,00	9.625,00
					ΣV_i		ΣP_i	X_G	Y_G	Z_G	$\Sigma P_i X_{Gi}$	$\Sigma P_i Y_{Gi}$	$\Sigma P_i Z_{Gi}$
Peso (P) e Baricentro (G) cassone in fase di trasporto					[m ³]		[kN]	[m]	[m]	[m]	[kNm]	[kNm]	[kNm]
					1.733,78		43.344,50	17,50	11,00	4,21	758.528,75	476.789,50	182.412,88

MINISTERO DELLA DIFESA – SEGRETARIATO GENERALE DELLA DIFESA E DIREZIONE NAZIONALE DEGLI ARMAMENTI – DIREZIONE DEI LAVORI E DEL DEMANIO – 1° REPARTO – UFFICIO BASI BLU

PROGRAMMA "BASI BLU" - ADEGUAMENTO E AMMODERNAMENTO DELLE CAPACITÀ DI SUPPORTO LOGISTICO DELLE BASI DELLA M.M.I. – STAZIONE NAVALE IN MAR GRANDE DI TARANTO – INTERVENTO "C"

INTEGRAZIONE, AGGIORNAMENTO E COORDINAMENTO DELLO STUDIO DI FATTIBILITÀ, ELABORATO DALL'A.D., PER LA "REALIZZAZIONE DI UN NUOVO PONTILE CHIAPPARO" – CIG 9620109D13 – CUP D52F23000000001

Documento di Fattibilità delle Alternative Progettuali (DOCFAP) (Articolo 2 Allegato I.7 D.Lgs. n. 36/2023)

RELAZIONE TECNICO-ILLUSTRATIVA

2 - Spinta di galleggiamento e centro di carena in fase di trasporto													
	A _i	V _i											
	[m ²]	[m ³]											
soletta (fusto pieno)	700,00												
platea	770,00	770,00											
Condizione di equilibrio di Archimede			ΣP _i = γ _w x V			V	4.291,53	m ³					
V ₁ (platea)	770,00	m ³	Volume piastra di base comprese mensole										
V ₂ (soletta)	=	A _{base cassone} x h _{carena}	=	700,00	x	h _{carena}							
V=V ₁ +V ₂	⇒	h _{carena} 5,03	m										
	Z _{min}	Z _{max}	A _i	H _{i-imm}	V _i	γ	S _{Ai}	X _{Ci}	Y _{Ci}	Z _{Ci}	S _{Ai} X _{Ci}	S _{Ai} Y _{Ci}	S _{Ai} Z _{Ci}
	[m]	[m]	[m ²]	[m]	[m ³]	[kN/m ³]	[kN]	[m]	[m]	[m]	[kNm]	[kNm]	[kNm]
platea	0,00	1,00	770,00	1,00	770,00	10,10	7.777,00	17,50	11,00	0,50	136.097,50	85.547,00	3.888,50
fusto	1,00	6,03	700,00	5,03	3.521,53	10,10	35.567,50	17,50	11,00	3,52	622.431,25	391.242,50	125.033,35
C Centro di spinta Cassone					ΣV _i		ΣS _{Ai}	X _C	Y _C	Z _C	ΣS _{Ai} X _{Ci}	ΣS _{Ai} Y _{Ci}	ΣS _{Ai} Z _{Ci}
					[m ³]		[kN]	[m]	[m]	[m]	[kNm]	[kNm]	[kNm]
					4.291,53		43.344,50	17,50	11,00	2,97	758.528,75	476.789,50	128.921,85
Piano di galleggiamento													
H _{fusto}	11,50	m											
H _{platea}	1,00	m											
H _{cassone}	12,50	m											
H _{immersa}	6,03	m											
H _{emersa}	6,47	m											
3 - Stabilità al galleggiamento													
Z _G =	4,21	m											
Z _C =	2,97	m											
GC=	1,23	m											
V _{immerso} =	4.291,53	m ³											
I _{SG-T} =	23.333,33	m ⁴	momento d'inerzia trasversale sezione di galleggiamento										
I _{SG-L} =	71.458,33	m ⁴	momento d'inerzia longitudinale sezione di galleggiamento										
CM _T =	5,44	m	raggio metacentrico trasversale										
CM _L =	16,65	m	raggio metacentrico longitudinale										
GM _T =	4,20	m	distanza metacentrica trasversale										
GM _L =	15,42	m	distanza metacentrica longitudinale										
VERIFICA	GM = min (GM _T ;GM _L)	4,20 m	>	0,30	trasporto in mare calmo		VERO						
				0,50	trasporto in mare aperto		VERO						

Avendo ottenuto un'altezza immersa del cassone pari a 6,03 m e sapendo che lo stesso sarà imbasato alla quota di – 13,00 m s.l.m.m., il cassone galleggerà a 6,97 m dal fondale.

VERIFICA DURANTE FASE DI AFFONDAMENTO

Nella fase di affondamento del cassone (piano di posa – 13,00 m s.l.m.m.) si prevede il riempimento delle celle con acqua di mare. A seguire si riporta il calcolo dell'altezza e del volume d'acqua necessari per l'affondamento.

- condizioni sismiche.

Le verifiche di scorrimento sul piano di posa, collasso per carico limite del complesso fondazione-terreno e ribaltamento in condizioni statiche sono state effettuate secondo l'Approccio 2, con la combinazione (A1+M1+R3), tenendo conto dei valori dei coefficienti parziali riportati nelle Tabelle 6.2.I, 6.2.II e 6.5.I del D.M. 17/01/2018.

	Effetto	Coefficiente Parziale γ_F (o γ_E)	EQU	(A1)	(A2)
Carichi permanenti G_1	Favorevole	γ_{G1}	0,9	1,0	1,0
	Sfavorevole		1,1	1,3	1,0
Carichi permanenti $G_2^{(0)}$	Favorevole	γ_{G2}	0,8	0,8	0,8
	Sfavorevole		1,5	1,5	1,3
Azioni variabili Q	Favorevole	γ_Q	0,0	0,0	0,0
	Sfavorevole		1,5	1,5	1,3

Tabella 8.10 - Rif. Tab. 6.2.I D.M. 17/01/2018 e Tab. 6.2.II D.M. 17/01/2018

Parametro	Grandezza alla quale applicare il coefficiente parziale	Coefficiente parziale γ_M	(M1)	(M2)
Tangente dell'angolo di resistenza al taglio	$\tan \varphi'_k$	$\gamma_{\varphi'}$	1,0	1,25
Coesione efficace	c'_k	γ_c	1,0	1,25
Resistenza non drenata	c_{uk}	γ_{cu}	1,0	1,4
Peso dell'unità di volume	γ_γ	γ_γ	1,0	1,0

Tabella 8.11 - Coefficienti parziali γ_R per le verifiche agli stati limite ultimi di muri di sostegno - Rif. Tab. 6.5.I D.M. 17/01/2018

Verifica	Coefficiente parziale (R3)
Capacità portante della fondazione	$\gamma_R = 1,4$
Scorrimento	$\gamma_R = 1,1$
Ribaltamento	$\gamma_R = 1,15$
Resistenza del terreno a valle	$\gamma_R = 1,4$

Nella verifica a ribaltamento i coefficienti R3 della Tab. 8.2 si applicano agli effetti delle azioni stabilizzanti.

Le verifiche agli stati limite ultimi di opere e sistemi geotecnici si riferiscono al solo stato limite di salvaguardia della vita (SLV); quelle agli stati limite di esercizio si riferiscono al solo stato limite di danno (SLD).

Nelle verifiche di sicurezza in condizioni sismiche si deve controllare che la resistenza del sistema sia maggiore delle azioni nel rispetto della condizione

$$E_d \leq R_d$$

ponendo pari all'unità i coefficienti parziali sulle azioni e sui parametri geotecnici e impiegando le

resistenze di progetto con i coefficienti parziali γ_R indicati nella tabella 7.11.III del D.M. 17/01/2018.

Verifica	Coefficiente parziale γ_R
Carico limite	1.2
Scorrimento	1.0
Ribaltamento	1.0
Resistenza del terreno a valle	1.2

Tabella 8.12 - Coefficienti parziali γ_R per le verifiche degli stati limite (SLV) dei muri di sostegno - Rif. Tab. 7.11.III D.M. 17/01/2018

VERIFICHE DI STABILITÀ ALLA TRASLAZIONE

Le verifiche di scorrimento effettuate utilizzando le combinazioni dei carichi secondo il D.M. 17/01/2018 risultano soddisfatte se:

$$E_d \leq R_d \Rightarrow R_d \geq E_d \Rightarrow \frac{R}{\gamma_R} \geq E_d \Rightarrow \frac{R}{E_d} \geq \gamma_R \Rightarrow \frac{R_v \cdot \mu_d}{R_o} \geq \gamma_R$$

dove

- $R_d = R/\gamma_R$ è la resistenza di progetto con γ_R coefficiente parziale per la resistenza pari a:
 - 1,10 in condizioni statiche;
 - 1,00 in condizioni sismiche;
- $R = R_v \cdot \mu_d$ con R_v risultante delle azioni verticali agenti sul cassone e μ_d valore di progetto del coefficiente di attrito terreno-fondazione;
- $E_d = R_o$ con R_o risultante delle azioni orizzontali agenti sul cassone.

La stabilità allo scorrimento nelle combinazioni dei carichi effettuate secondo le Istruzioni Tecniche per la progettazione delle dighe marittime è assicurata, invece, se risulta soddisfatta la seguente disequaglianza:

$$\frac{\mu R_v}{R_o} > C_s$$

con:

- $\mu = 0,6$ coefficiente di attrito;
- $C_s = 1,4$ coefficiente di sicurezza.

VERIFICHE DI STABILITÀ AL RIBALTAMENTO

Le verifiche al ribaltamento effettuate utilizzando le combinazioni dei carichi secondo il D.M. 17/01/2018 risultano soddisfatte se:

$$E_d \leq R_d \Rightarrow R_d \geq E_d \Rightarrow \frac{R}{\gamma_R} \geq E_d \Rightarrow \frac{R}{E_d} \geq \gamma_R \Rightarrow \frac{M_{stab}}{M_{rib}} \geq \gamma_R$$

dove

- $R_d = R/\gamma_R$ è la resistenza di progetto con γ_R coefficiente parziale per la resistenza pari a:
 - 1,15 in condizioni statiche;
 - 1,00 in condizioni sismiche;
- $R = M_{stab}$ con M_{stab} sommatoria dei momenti stabilizzanti agenti sul cassone valutati rispetto al polo di calcolo;
- $E_d = M_{rib}$ con M_{rib} sommatoria dei momenti ribaltanti agenti sul cassone valutati rispetto al polo di calcolo.

La stabilità al ribaltamento nelle combinazioni dei carichi effettuate secondo le Istruzioni Tecniche per la progettazione delle dighe marittime è assicurata, invece, se risulta soddisfatta la seguente disuguaglianza:

$$\frac{M_s}{M_r} > C_r$$

con

- M_s momento stabilizzante;
- M_r momento ribaltante;
- $C_r = 1,5$ coefficiente di sicurezza.

Gli assi di ribaltamento per la valutazione dei momenti resistenti M_s e ribaltanti M_r sono O_B (polo lato porto) e O_M (polo lato mare) rispettivamente in fase di cresta e in fase di cavo, come riportato nella figura seguente:

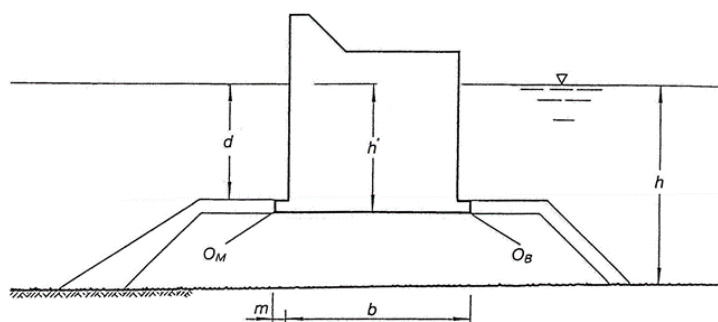


Figura 8.14 - Schematizzazione del cassone secondo le Istruzioni Tecniche per la progettazione delle dighe marittime

VERIFICHE DI CAPACITÀ PORTANTE

Le verifiche di capacità portante effettuate utilizzando le combinazioni dei carichi secondo il D.M. 17/01/2018 risultano soddisfatte se:

$$E_d \leq R_d \Rightarrow R_d \geq E_d \Rightarrow \frac{R_d}{E_d} \geq 1$$

dove

- $R_d = R/\gamma_R$ è la resistenza di progetto con γ_R coefficiente parziale per la resistenza pari a:
 - 1,40 in condizioni statiche;
 - 1,20 in condizioni sismiche;
- $R = q_{lim}$ è il carico limite;
- $E_d = \sigma_{t\ max}$ è il valore di progetto delle azioni pari alla pressione massima esercitata sul terreno dalla fondazione del cassone.

La precedente relazione può, pertanto, esplicitarsi come:

$$\frac{q_{lim}}{\sigma_{t\ max}} \geq \gamma_R$$

La verifica di capacità portante nelle combinazioni dei carichi effettuate secondo le Istruzioni Tecniche per la progettazione delle dighe marittime è assicurata, invece, se la pressione massima $\sigma_{t\ max}$ agente sul terreno per effetto della presenza del cassone risulta inferiore al carico massimo ammissibile $\sigma_{t\ amm} = 5 \cdot 10^5 \text{ N/m}^2$ (5 kg/cm²):

$$\sigma_{t\ max} \leq \sigma_{t\ amm}$$

Il carico limite è stato calcolato ricorrendo alla formulazione di VESIC in condizioni statiche e alla formulazione proposta da PAOLUCCI & PECKER in presenza di sisma. È bene ricordare che i due principali studi teorici per il calcolo della capacità portante, dai quali deriva la maggior parte delle soluzioni proposte successivamente, sono stati condotti da PRANDTL (1920) e TERZAGHI (1943), per fondazione nastriforme (problema piano) utilizzando il metodo dell’equilibrio limite.

Entrambi schematizzano il terreno come un mezzo continuo, omogeneo e isotropo, a comportamento rigido plastico e per il quale vale il criterio di rottura di MOHR-COULOMB.

In particolare, nel caso in studio è stato adottato il meccanismo di rottura di TERZAGHI che ipotizza, secondo uno schema più aderente alle condizioni reali, la presenza di attrito tra fondazione e terreno. In questo caso il cuneo sottostante la fondazione è in condizioni di equilibrio elastico, ha superfici inclinate di un angolo φ rispetto all’orizzontale e penetra nel terreno come se fosse parte della fondazione stessa (Figura 8.15).

$\alpha_c, \alpha_q, \alpha_\gamma$ fattori di inclinazione del piano di posa

d_c, d_q, d_γ fattori di profondità

- i fattori N_c , N_q e N_γ rappresentano i fattori di capacità portante e sono dati dalle seguenti relazioni:
 - $N_c = (N_q - 1) \cot \varphi'$
 - $N_q = \text{tg}^2(\pi/4 + \varphi'/2) e^{\pi \text{tg} \varphi'}$
 - $N_\gamma = 2(N_q + 1) \text{tg} \varphi'$
- il termine q rappresenta il sovraccarico laterale calcolato in funzione della profondità del piano di posa D_f e della profondità della falda D_w attraverso la relazione:
 - $q = q' = \gamma'_1 D_f$ per fondazione sommersa
 - $q = q' = \gamma_1 D_f - \gamma_w (D_f - D_w)$ se $D_w < D_f$
 - $q = q' = \gamma_1 D_f$ se $D_w \geq D_f$
- il peso di volume del terreno sotto al piano di posa della fondazione γ_2^* si assume pari al peso di volume sommerso γ'_2 , o al peso di volume naturale γ_2 , oppure al valore medio pesato in funzione della posizione della falda:
 - $\gamma_2^* = \gamma'_2$ se $0 \leq D_w < D_f$ o fondazione sommersa
 - $\gamma_2^* = [\gamma_2 (D_w - D_f) + \gamma'_2 (D_f + B - D_w)] / B$ se $0 \leq D_w < D_f$
 - $\gamma_2^* = \gamma_2$ se $0 \leq D_w < D_f$

Se oltre alla forza verticale centrata Q_v , agiscono sul piano di posa della fondazione anche momenti flettenti (M_B longitudinali o M_L trasversali), si fa riferimento ad una fondazione fittizia di dimensioni ridotte $B' \times L'$ nella quale la forza verticale è centrata; le dimensioni ridotte si calcolano con le relazioni seguenti:

$e_B = M_B / Q_v$ eccentricità trasversale del carico

$e_L = M_L / Q_v$ eccentricità longitudinale del carico

$B' = B - 2e_B$ larghezza della fondazione fittizia

$L' = L - 2e_L$ lunghezza della fondazione fittizia

Le formule per il calcolo dei fattori correttivi sono riportate di seguito.

Fattori di forma

I fattori di forma correggono il carico limite nel caso in cui la fondazione non possa considerarsi nastriforme ($L'/B' \leq 5$) e si valutano come:

- $\zeta_c = 1 + (B'/L') \cdot (N_q/N_c)$
- $\zeta_q = 1 + (B'/L') \text{tg} \varphi'$

- $\zeta_Y = 1 - 0,4(B'/L')$

Fattori di inclinazione del carico

I fattori di inclinazione del carico vanno tenuti in conto se oltre alla forza verticale Q_v agiscono sul piano di posa anche forze orizzontali (Q_B parallela a B o Q_L parallela a L) e, pertanto, la risultante del carico. Essi si valutano applicando le seguenti relazioni:

- $\xi_c = \xi_q - (1 - \xi_q)/N_c \operatorname{tg} \varphi'$
- $\xi_q = [1 - Q_h/(Q_v + c'B'L' \cot \varphi')]^m$
- $\xi_Y = [1 - Q_h/(Q_v + c'B'L' \cot \varphi')]^{m+1}$

con:

$$Q_h = (Q_B^2 + Q_L^2)^{0,5}$$

$$m_L = (2 + L'/B')/(1 + L'/B')$$

$$m_B = (2 + B'/L')/(1 + B'/L')$$

$$\theta = \operatorname{arctg}(Q_B/Q_L)$$

$$m = m_L \cos^2 \theta + m_B \sin^2 \theta$$

Fattori di inclinazione del piano di campagna

I fattori di inclinazione del piano campagna si applicano per inclinazioni $\eta < 45^\circ$ e si valutano mediante le seguenti relazioni, valide per $\eta < \varphi'$:

- $\beta_c = 1 - \eta/147$ (η in gradi)
- $\beta_q = (1 - \operatorname{tg} \eta)^2$
- $\beta_Y = (1 - \operatorname{tg} \eta)^2$

Fattori di inclinazione del piano di posa

I fattori di inclinazione del piano di posa della fondazione si applicano per inclinazioni $\varepsilon < 45^\circ$ e si valutano mediante le seguenti relazioni:

- $\alpha_c = 1 - \varepsilon/147$ (ε in gradi)
- $\alpha_q = (1 - \varepsilon \operatorname{tg} \varphi')^2$ (ε in radianti)
- $\alpha_Y = (1 - \varepsilon \operatorname{tg} \varphi')^2$ (ε in radianti)

Fattori di profondità

I fattori di profondità tengono conto della resistenza a taglio del terreno sopra il piano di posa della fondazione; in generale se il terreno laterale è rimaneggiato, le caratteristiche meccaniche sono scadenti e non si considerano i fattori di profondità. Negli altri casi tali fattori si calcolano applicando le seguenti relazioni:

- $d_c = d_q - (1 - d_q)/(N_c \cdot \operatorname{tg} \varphi')$
- $d_q = 1 + 2 \operatorname{tg} \varphi' (1 - \operatorname{sen} \varphi')^2 k$
- $d_\gamma = 1$

con k pari a

- D_f/B' se $D_f/B' \leq 1$
- $\arctg(D_f/B')$ se $D_f/B' > 1$

nella quale D_f è la profondità del piano di posa.

METODO DI CALCOLO DEL CARICO LIMITE IN PRESENZA DI SISMA

Il calcolo del carico limite in presenza di sisma è stato effettuato, come detto, impiegando la formula di PAOLUCCI & PECKER (1997) che, oltre ai coefficienti correttivi presenti nella formula trinomia vista sopra, considera ulteriori coefficienti correttivi che permettono di tenere in conto l'effetto cinematico legato al sisma. Essa si esplicita come appresso riportato:

$$q'_{lim} = A_c \cdot c' \cdot N_c \cdot z_c + A_q \cdot q' \cdot N_q \cdot z_q + A_\gamma \cdot \gamma_2^* \cdot \left(\frac{B'}{2}\right) \cdot N_\gamma \cdot z_\gamma$$

con il seguente significato dei simboli:

- i fattori A_c , A_q e A_γ coincidono con i “fattori correttivi globali” già riportati per la formulazione di VESIC;
- i coefficienti correttivi z_c , z_q e z_γ risultano uguali a:
 - $z_c = 1 - 0,32k_h$
 - $z_q = (1 - k_h/\operatorname{tg} \varphi')^{0,35}$
 - $z_\gamma = z_q$

con:

k_h coefficiente sismico orizzontale;

φ' angolo di attrito del terreno di fondazione.

La formula di PAOLUCCI & PECKER è applicabile nel caso in cui risulti $k_h < \operatorname{tg} \varphi'$.

METODO DI CALCOLO DELLE PRESSIONI MASSIME TRASMESSE AL TERRENO

Le pressioni trasmesse dal cassone al terreno di fondazione, nell'ipotesi di fondazione rigida, si calcolano mediante le seguenti relazioni:

Sezione interamente reagente ($e \leq B/6$)

- $\sigma_{t \min} = \frac{N}{B \cdot L} \left(1 - 6 \frac{e}{B}\right)$ pressione minima trasmessa al terreno di fondazione
- $\sigma_{t \max} = \frac{N}{B \cdot L} \left(1 + 6 \frac{e}{B}\right)$ pressione massima trasmessa al terreno di fondazione

Sezione parzializzata ($e > B/6$)

- $\sigma_{t \min} = 0$ pressione minima trasmessa al terreno di fondazione
 - $\sigma_{t \max} = \frac{N}{3 \cdot u \cdot L}$ pressione massima trasmessa al terreno di fondazione
- nelle quali:
- $$u = \frac{\sum M_{stab} - \sum M_{rib}}{N}$$
- distanza di N dallo spigolo della fondazione
- $$e = \frac{B}{2} - u$$
- distanza di N dallo spigolo della fondazione
- $$M = N \cdot e$$
- momento

8.2.2.5 *Calcolo azioni in fase di esercizio*

In fase di esercizio sul cassone agiscono azioni permanenti, azioni variabili e azioni sismiche:

AZIONI PERMANENTI:

- peso del cassone;
- spinta di galleggiamento;
- spinta idrostatica;
- peso dei massi della scogliera sul dente di fondazione del cassone (lato mare).

AZIONI VARIABILI:

- azioni derivanti dal moto ondoso in fase di cresta e in fase di cavo;
- azioni dovute alle bitte di ormeggio;
- sovraccarichi variabili sul massiccio (persone sulla passeggiata, dentro il portico e sul pianerottolo e mezzi sulla banchina).

AZIONI SISMICHE:

- forze d'inerzia cassone e sovrastruttura;
- forze d'inerzia dei massi della scogliera sul dente di fondazione del cassone (lato mare);
- spinta idrodinamica dell'acqua.

Nei calcoli che seguono sono stati assunti i seguenti valori del peso di volume:

- | | | | |
|---|----------------|---|--------------------------|
| • acqua marina | γ_w | = | 10,10 kN/m ³ |
| • calcestruzzo armato | γ_{ca} | = | 25,00 kN/ m ³ |
| • calcestruzzo non armato | γ_{ca} | = | 24,00 kN/ m ³ |
| • zavorre | γ_{zav} | = | 10,10 kN/ m ³ |
| • materiale di riempimento celle (materiale dragaggi) | γ_{cel} | = | 14,50 kN/ m ³ |

PROGRAMMA “BASI BLU” - ADEGUAMENTO E AMMODERNAMENTO DELLE CAPACITÀ DI SUPPORTO LOGISTICO DELLE BASI DELLA M.M.I. – STAZIONE NAVALE IN MAR GRANDE DI TARANTO – INTERVENTO “C”

INTEGRAZIONE, AGGIORNAMENTO E COORDINAMENTO DELLO STUDIO DI FATTIBILITÀ, ELABORATO DALL’A.D., PER LA “REALIZZAZIONE DI UN NUOVO PONTILE CHIAPPARO” – CIG 9620109D13 – CUP D52F23000000001

Documento di Fattibilità delle Alternative Progettuali (DOCFAP) (Articolo 2 Allegato I.7 D.Lgs. n. 36/2023)

RELAZIONE TECNICO-ILLUSTRATIVA

- massi da scogliera $\gamma_{\text{massi}} = 26,00 \text{ kN/ m}^3$
- massi da scogliera (valore saturo) $\gamma_{\text{massi(sat)}} = 21,23 \text{ kN/ m}^3$

AZIONI PERMANENTI:

– Peso del cassone

Peso e baricentro del cassone in esercizio														
	Z_{\min}	Z_{\max}	A_i	H_i	V_i	γ	P_i	X_{Gi}	Y_{Gi}	Z_{Gi}	$P_i X_{Gi}$	$P_i Y_{Gi}$	$P_i Z_{Gi}$	
	[m]	[m]	[m ²]	[m]	[m ³]	[kN/m ³]	[kN]	[m]	[m]	[m]	[kNm]	[kNm]	[kNm]	
fusto h = 12,50 m	1,00	12,50	77,72	11,50	893,78	25,00	22.344,50	17,50	11,00	6,75	391.028,75	245.789,50	150.825,38	
soletta larg. = 20,0 m	13,50	14,20	700,00	0,70	490,00	25,00	12.250,00	17,50	11,00	13,85	214.375,00	134.750,00	169.662,50	
soletta larg. = 13,00 m	14,20	14,80	455,00	0,60	273,00	24,00	6.552,00	17,50	7,50	14,50	114.660,00	49.140,00	95.004,00	
platea	0,00	1,00	770,00	1,00	770,00	25,00	19.250,00	17,50	11,00	0,50	336.875,00	211.750,00	9.625,00	
riempimento celle l. porto 1° fila	1,00	12,50	155,57	11,50	1.789,06	13,62	24.366,93	17,50	18,30	6,75	426.421,26	445.914,80	164.476,77	
riempimento celle l. porto 2° fila	1,00	12,50	153,92	11,50	1.770,08	13,62	24.108,49	17,50	13,43	6,75	421.898,57	323.777,02	162.732,30	
riempimento celle l. porto 3° fila	1,00	12,50	153,92	11,50	1.770,08	13,62	24.108,49	17,50	8,58	6,75	421.898,57	206.850,84	162.732,30	
riempimento celle l. mare	1,00	12,50	155,57	11,50	1.789,06	13,62	24.366,93	17,50	3,70	6,75	426.421,26	90.157,64	164.476,77	
						ΣV_i	ΣP_i	X_G	Y_G	Z_G	$\Sigma P_i X_{Gi}$	$\Sigma P_i Y_{Gi}$	$\Sigma P_i Z_{Gi}$	
Peso (P) e Baricentro (G) cassone in fase di esercizio						[m ³]	[kN]	[m]	[m]	[m]	[kNm]	[kNm]	[kNm]	
						9.545,05	157.347,34	17,50	10,86	6,86	2.753.578,40	1.708.129,80	1.079.535,03	

– Spinta di galleggiamento

Spinta di galleggiamento e centro di carena in fase di esercizio														
Piano di posa del cassone	13,00	m												
H_{fusto}	11,50	m												
H_{platea}	1,00	m												
$H_{\text{cassone emerso}}$	-0,50	m												
$H_{\text{fusto immerso}} = H_{\text{carena}}$	12,00	m												
$H_{\text{fusto emerso}}$	-0,50	m												
	Z_{\min}	Z_{\max}	A_i	H_i	V_i	γ	S_{Ai}	X_{Ci}	Y_{Ci}	Z_{Ci}	$S_i X_{Ci}$	$S_i Y_{Ci}$	$S_i Z_{Ci}$	
	[m]	[m]	[m ²]	[m]	[m ³]	[kN/m ³]	[kN]	[m]	[m]	[m]	[kNm]	[kNm]	[kNm]	
soletta (fusto pieno)	1,00	13,00	700,00	12,00	8.400,00	10,10	84.840,00	17,50	11,00	7,00	1.484.700,00	933.240,00	593.880,00	
platea	0,00	1,00	770,00	1,00	770,00	10,10	7.777,00	17,50	11,00	0,50	136.097,50	85.547,00	3.888,50	
						ΣV_i	ΣS_{Ai}	X_C	Y_C	Z_C	$\Sigma S_i X_{Ci}$	$\Sigma S_i Y_{Ci}$	$\Sigma S_i Z_{Ci}$	
Spinta di galleggiamento (S_A) e Centro di carena/spinta (C) in esercizio						[m ³]	[kN]	[m]	[m]	[m]	[kNm]	[kNm]	[kNm]	
						9.170,00	92.617,00	17,50	11,00	6,45	1.620.797,50	1.018.787,00	597.768,50	

Peso alleggerito del cassone e della sovrastruttura	=	P-S _A	64.730,34	kN
---	---	------------------	-----------	----

PUNTO DI APPLICAZIONE PESO ALLEGGERITO	X	=	17,50	m
	Y	=	10,65	m
	Z	=	7,44	m

– Spinta idrostatica

La spinta idrostatica si valuta applicando la formula:

$$U_{\text{idr}} = \pm \frac{1}{2} \gamma_w \cdot H^2$$

con:

- γ_w peso specifico dell'acqua di mare (10,10 kN/m³);
- H altezza della parete sulla quale agisce la spinta idrostatica (12,50 m).

In particolare, la spinta idrostatica risultante agente sulle pareti del cassone di lunghezza L pari a 24,00 m risulta:

$$U_{idr} = \pm \frac{1}{2} \gamma_w \cdot H^2 \cdot L = 29.870,75 \text{ kN}$$

Essa, essendo applicata ad H/3, presenta un braccio pari a 4,33 m.

AZIONI VARIABILI:

- Moto ondoso

Come definito al sottoparagrafo 8.2.2.2 "Definizione del Tempo di Ritorno per l'azione marittima", è necessario definire il tempo di ritorno rispetto al quale considerare l'azione marittima.

Nel caso specifico in esame sono state considerate le seguenti assunzioni:

<i>Tipo di opera</i>	Uso specifico
<i>Livello di sicurezza richiesto</i>	Livello 3
<i>Rischio per la vita umana</i>	Rischio elevato
<i>Danneggiamento ammesso</i>	Distruzione totale
<i>Ripercussione economica</i>	Ripercussione alta

Considerato quanto riportato nella precedente tabella, pertanto, è stato possibile determinare:

- la **vita di progetto** T_v , che risulta pari a **50 anni**;
- la **massima probabilità di danneggiamento ammissibile nel periodo di vita operativa dell'opera** P_f , pari a 0,05.

Dalla combinazione tra il tempo di vita dell'opera T_v e la probabilità di danneggiamento P_f , è stato possibile determinare il **tempo di ritorno dell'evento di progetto** T_{rp} :

$$T_{rp} = T_v / [-\ln(1-P_f)] = \mathbf{975 \text{ anni}}$$

Le verifiche dei cassoni sono state pertanto svolte assumendo valori di altezza d'onda di progetto riferiti al suddetto tempo di ritorno. A seguire si riportano i risultati dello studio idraulico marittimo (è stato utilizzato il medesimo studio effettuato nell'ambito dell'Intervento A).

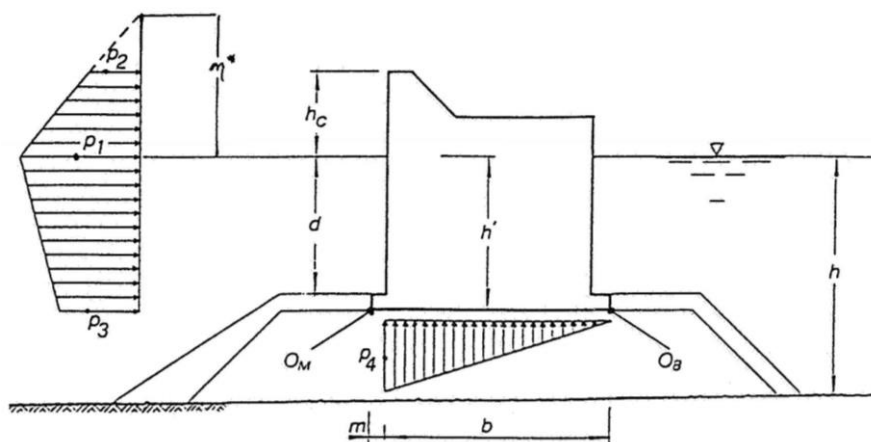
Le forze agenti sulle dighe a parete verticale (infrastruttura più sovrastruttura) possono suddividersi in:

- forze di massa (peso proprio dell'opera);
- forze al contorno (forza dell'onda, spinta di galleggiamento in condizioni di quiete, variazione della spinta di galleggiamento dovuta all'onda, ecc.).

Nel caso in esame il moto ondoso dinanzi alla diga risulta stazionario, per cui le componenti

orizzontale (F_o) e verticale (F_v) dell'azione ondosa possono assumersi uguali, rispettivamente, alla risultante del diagramma di carico orizzontale e alla risultante del diagramma di carico verticale tracciati in Figura 8.16, per la fase di cresta dell'onda, e in Figura 8.17, per la fase di cavo dell'onda, in cui:

- γ è il peso specifico dell'acqua di mare;
- H è l'altezza d'onda di progetto;
- k è il numero d'onda;
- L è la lunghezza d'onda relativa al periodo medio (T) e alla profondità del fondale antistante l'opera (h), pari nel caso di acque intermedie a: $L = \frac{gT^2}{2\pi} \tanh\left(\frac{2\pi d}{L}\right)$;
- h' è la profondità del piano di posa del cassone;
- d è la profondità, sotto il pelo libero dell'acqua, della parete libera del cassone;
- h_c è l'altezza del coronamento del cassone;
- η^* è la quota del punto in cui la pressione esercitata dall'onda è nulla;
- b è la larghezza trasversale del cassone;
- m e m' indicano la larghezza dei mensolotti;
- p_1 , p_2 e p_3 rappresentano le pressioni orizzontali sulla parete;
- p_4 è la pressione verticale massima sulla fondazione;
- O_M e O_B rappresentano i poli dei momenti, rispettivamente lato mare e lato porto.

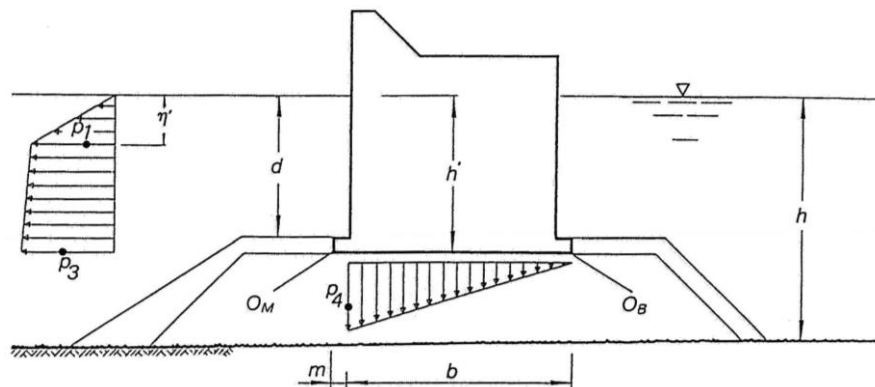


$$p_1 = \gamma \left(d + \frac{H}{\cosh kd} \right) \frac{\eta^*}{d + \eta^*} \quad p_2 = p_1 \frac{\eta^* - h_c}{\eta^*}$$

$$p_3 = \gamma \frac{H}{\cosh kd} \frac{h'}{d} - p_1 \left(\frac{h'}{d} - 1 \right) \quad p_4 = p_3 \frac{b}{b + m}$$

$$\eta^* = H + \frac{\pi H^2}{L} \frac{1}{\tanh kd} \quad k = \frac{2\pi}{L}$$

Figura 8.16 - Diagramma di carico in fase di cresta dell'onda e relative formule



$$p_1 = \gamma \eta'$$

$$p_3 = \gamma \frac{H}{\cosh kd} \left(\frac{h' - \eta'}{d - \eta'} \right) - p_1 \left(\frac{h' - d}{d - \eta'} - 1 \right)$$

$$p_4 = p_3 \frac{b}{b + m}$$

$$\eta' = H - \frac{\pi H^2}{L} \frac{1}{\tanh kd}$$

Figura 8.17 - Diagramma di carico in fase di cavo dell'onda e relative formule

Tali diagrammi sono validi in condizioni di moto ondoso regolare cilindrico definito dalla teoria di SAINFLOU linearizzata.

La condizione necessaria affinché si verifichi la stazionarietà dell'onda di fronte la parete verticale è che l'altezza libera della parete misurata sotto il livello dell'acqua (d) si mantenga sempre superiore o pari a 1,5 volte l'altezza dell'onda incidente H :

$$d \geq 1,5 H$$

A tal proposito, le raccomandazioni dell'Associazione Internazionale Permanente per i Congressi di Navigazione (PIANC, 1976) prescrivono di assumere un valore H pari al valore H_{max} atteso una sola volta in un lasso di tempo doppio della vita presunta dell'opera, mentre le Istruzioni Tecniche per le Dighe Marittime suggeriscono un valore di H pari a $H_{1/100}$:

PIANC	$H = H_{max} = 1,8 H_s$
Istruzioni Tecniche per le Dighe Marittime	$H = H_{1/100} = 1,67 H_s$

Per il calcolo delle azioni idrodinamiche sui cassoni possono essere utilizzati i metodi di GODA o SAINFLOU; in particolare:

- nel caso in cui l'opera sia soggetta all'azione di onde stazionarie, può essere applicata la teoria di SAINFLOU sia per la fase di cresta che per quella di cavo;
- nel caso in cui la condizione di stazionarietà non sia assicurata, allora occorre applicare la teoria di GODA con le verifiche limitate alla sola fase di cresta d'onda (fase in cui si

manifestano i carichi maggiori); per valutare la spinta anche in fase di cavo occorre invece utilizzare le formulazioni di SAINFLOU.

Nel caso in esame, pur essendo verificata la condizione di stazionarietà dell'onda di fronte l'opera di progetto, a vantaggio di sicurezza si è proceduto con il calcolo delle spinte dovute al moto ondoso tramite la teoria di GODA (per la fase di cresta) e SAINFLOU (per la fase di cavo):

$$\text{Verifiche di stabilità in fase di cresta d'onda (GODA)} \quad H = H_{1/100} \cong 1,80 H_s$$

$$\text{Verifiche di stabilità in fase di cavo d'onda (SAINFLOU)} \quad H = H_{1/100} = 1,67 H_s$$

Nella tabella a seguire si riportano tutti i dati di input necessari per il calcolo delle azioni idrodinamiche:

Profondità del fondale (compreso il sovrizzo)	h	18.38 m
Pendenza del fondale	θ	0°
Profondità del piano di posa (compreso il sovrizzo)	h'	14.13 m
Quota di coronamento comprensiva del sovrizzo (s.l.m.m.)	h _c	1.67 m
Larghezza trasversale del cassone	B	22 m
Lunghezza del cassone	L	35,00 m
Altezza del solettone	sp _s	1,00 m
Larghezza mensolotto lato mare	m	1,00 m
Larghezza mensolotto lato terra	m'	1,00 m
Altezza d'onda significativa (975 anni)	H _s (Tr=975)	1.32 m
Lunghezza d'onda (975 anni)	L _(Tr=975)	19,49 m

SPINTA IDRODINAMICA DELL'ACQUA IN FASE DI CRESTA

		T _r = 975 anni
ALTEZZA D'ONDA DI PROGETTO – CRESTA	H _{1/100}	1.85 m
QUOTA DEL PUNTO A PRESSIONE NULLA	η^*	2.40 m
PRESSIONI IN FASE DI CRESTA	p ₁	20.77 kN/m ²
	p ₂	6.31 kN/m ²
	p ₃	0.39 kN/m ²

	p_4	0.39 kN/m ²
RISULTANTI FORZE AGENTI	$F_{cresta(o)}$	6023.47 kN
	$F_{cresta(v)}$	151.10 kN
BRACCIO DELLA COMPONENTE ORIZZONTALE	$b_{Fcresta(o)}$	9,90 m
BRACCI DELLA COMPONENTE VERTICALE	$b_{Fcresta(v)} - \text{mare}$	7.33 m
	$b_{Fcresta(o)} - \text{terra}$	14.67 m

SPINTA IDRODINAMICA DELL’ACQUA IN FASE DI CAVO

		$T_r = 975$ anni
ALTEZZA D’ONDA DI PROGETTO – CAVO	$H_{1/100}$	2.20 m
QUOTA DEL PUNTO A PRESSIONE NULLA	η^*	1,42 m
PRESSIONI IN FASE DI CAVO	p_1	14.35 kN/m ²
	p_3	14.35 kN/m ²
	p_4	14.35 kN/m ²
RISULTANTI FORZE AGENTI	$F_{cresta(o)}$	6740.90 kN
	$F_{cresta(v)}$	5525.53 kN
BRACCIO DELLA COMPONENTE ORIZZONTALE	$b_{Fcresta(o)}$	6.72 m
BRACCI DELLA COMPONENTE VERTICALE	$b_{Fcresta(v)} - \text{mare}$	7.33 m
	$b_{Fcresta(o)} - \text{terra}$	14.67 m

– Azioni dovute alle bitte e all’ormeggio

Si prevede che sul cassone agisca un’azione orizzontale dovuta alla presenza di bitte e parabordi sui due lati della struttura, avente le seguenti caratteristiche:

- Tiro bitte + ormeggio (120 x 2 + 50 x 2) t = 340 t

Ai fini delle verifiche, tale azione si scompone a 45° nelle due componenti orizzontale V_b e verticale N_b che risultano pari a:

- $V_b = 2357,52$ kN

- $N_b = 2357.52 \text{ kN}$

I bracci delle componenti orizzontali e verticali sono:

- braccio della componente orizzontale 20.20 m
- braccio della componente verticale rispetto al polo lato mare 16.85 m
- braccio della componente verticale rispetto al polo lato porto 1,80 m

8.2.2.6 Sovraccarico variabile sul massiccio

Sul massiccio agiranno quattro tipologie di sovraccarico variabile Q :

1. Sovraccarico dovuto alla presenza delle persone sulla passeggiata Q_a ;
2. Sovraccarico dovuto alla presenza delle persone nel portico Q_b ;
3. Sovraccarico dovuto al passaggio dei mezzi sulla banchina Q_c ;
4. Sovraccarico dovuto alla presenza delle persone sul pianerottolo Q_d .

	Q [kN/m ²]	B_{massiccio} [m]	L_{massiccio} [m]	B_{cassone} [m]	Q [kN]	B_{Q-mare} [m]	B_{Q-porto} [m]
SOVRACCARICO DOVUTO ALLA PRESENZA DELLE PERSONE SULLA PASSEGGIATA Q_a	40	20	35	22	936,00	11	11

8.2.2.7 Azione sismica

Assimilato il cassone in oggetto ad un muro di sostegno e utilizzando, quindi, le formulazioni di cui al punto 7.11.6.2.1 del D.M. 17/01/2018, l'azione sismica è stata valutata ricorrendo all'analisi pseudo-statica nella quale la stessa si considera come una forza statica equivalente pari al prodotto delle forze di gravità per un opportuno coefficiente sismico.

Nelle verifiche (*Scorrimento, Ribaltamento, Carico limite*), i valori dei coefficienti sismici orizzontale k_h e verticale k_v possono essere valutati mediante le espressioni:

$$k_h = \beta_m \cdot \frac{a_{\max}}{g}$$

$$k_v = \pm 0,5 \cdot k_h$$

dove

- β_m = coefficiente di riduzione dell'accelerazione massima attesa al sito;
- a_{\max} = accelerazione orizzontale massima attesa al sito;
- g = accelerazione di gravità.

In assenza di analisi specifiche della risposta sismica locale, l'accelerazione massima può essere valutata con la relazione:

$$a_{\max} = S \cdot a_g = (S_S \cdot S_T) \cdot a_g$$

dove

- S = coefficiente che comprende l'effetto dell'amplificazione stratigrafica (S_S) e dell'amplificazione topografica (S_T);
- a_g = accelerazione orizzontale massima attesa su sito di riferimento rigido.

Nella precedente espressione, il coefficiente di riduzione dell'accelerazione massima attesa al sito è pari a:

- $\beta_m = 0,38$ nelle verifiche allo stato limite ultimo (SLV)
- $\beta_m = 0,47$ nelle verifiche allo stato limite di esercizio (SLD).

Si riporta a seguire il calcolo dei parametri sismici relativi al sito oggetto di studio e utilizzati nelle successive verifiche di stabilità dei cassoni.

LOCALIZZAZIONE SITO

Regione: Puglia

Provincia: Taranto

Comune: Taranto

DATI DI INPUT PER IL PROGETTO

Tipo di costruzione: 2

Vita nominale V_N : 50 anni

Classe d'uso: IV

Coefficiente d'uso: 2,0

Periodo di riferimento per l'azione sismica $V_R = V_N \times C_U$: 100

Periodo di ritorno dell'azione sismica $T_R = -\frac{V_R}{\ln(1-P_{VR})}$:

Stati limite		P_{VR} [%]	V_R [anni]	T_R [anni]
Stati limite di esercizio SLE	SLO	81%	50	30
	SLD	63%	50	50
Stati limite ultimi SLU	SLV	10%	50	475
	SLC	5%	50	975

Parametri a_g , F_0 , T_c^* :

STATO LIMITE	T_R [anni]	a_g [m/s^2]	a_g [g]	F_0 [-]	T_c^* [s]
SLO	60	0,353	0,036	2,434	0,306
SLD	101	0,432	0,044	2,463	0,344
SLV	949	0,893	0,091	2,726	0,403
SLC	1950	1,099	0,112	2,736	0,417

Categoria sottosuolo: C

Categoria topografica: T1

S_T : 1,00

Coefficienti sismici:

STATO LIMITE		a_g [g]	S_s	S_T	a_{max} [m/s^2]	β_s	β_m
SLE	SLO	0,036	1,50	1,00	0,530	0,20	0,47
	SLD	0,044	1,50	1,00	0,647	0,20	0,47
SLU	SLV	0,091	1,50	1,00	1,339	0,28	0,38
	SLC	0,112	1,50	1,00	1,648	0,28	0,38

STATO LIMITE		$k_h = \beta_s a_{max}/g$	$k_v = \pm 0,5 k_h$	$k_h = \beta_m a_{max}/g$	$k_v = \pm 0,5 k_h$
SLE	SLO	0,011	0,005	0,025	0,013
	SLD	0,013	0,007	0,031	0,016
		STABILITÀ GLOBALE		CAPACITÀ PORTANTE, RIBALTAMENTO, SCORRIMENTO	
SLU	SLV	0,038	0,019	0,052	0,0259
	SLC	0,047	0,024	0,0638	0,0319

8.2.2.8 Forze di inerzia cassone e sovrastruttura

Considerato il peso complessivo di cassone e sovrastruttura (pari a 157.347,34 kN), la corrispondente forza d’inerzia è suddivisibile nelle seguenti componenti:

- $F_{in}(o) = k_h \cdot P = 8161.61 \text{ kN}$
- $F_{in}(v) = \pm k_v \cdot P = \pm 4080.80 \text{ kN}$

Tali forze sono applicate nel baricentro di coordinate:

- $X_G = 17.50 \text{ m}$;
- $Y_G = 10.86 \text{ m}$;
- $Z_G = 6.86 \text{ m}$.

Considerando la larghezza totale del cassone pari a 22.00 m, i bracci della forza risultano:

- braccio della componente orizzontale 6.86 m
- braccio della componente verticale rispetto al polo lato mare 10.86 m
- braccio della componente verticale rispetto al polo lato mare 11.14 m

8.2.2.9 Spinta idrodinamica dell’acqua

In accordo con quanto specificato nell’Eurocodice 8, nelle verifiche sismiche, in presenza di acqua libera e opera di sostegno impermeabile, è necessario considerare il contributo $q_{dw}(h)$ della pressione dell’acqua agente sulla parete originata dall’oscillazione sismica del sistema. Tale contributo si ricava attraverso la formulazione di WESTERGAARD appresso riportata:

$$q_{dw}(h) = \pm \frac{7}{8} k_h \gamma_w \sqrt{H_w h}$$

dove:

- H_w è la quota del pelo libero dell’acqua (altezza della parete su cui agisce la spinta idrodinamica);
- h è l’ordinata diretta verso il basso, con origine al pelo libero dell’acqua;
- k_h è il coefficiente sismico orizzontale;
- γ_w è il peso specifico dell’acqua.

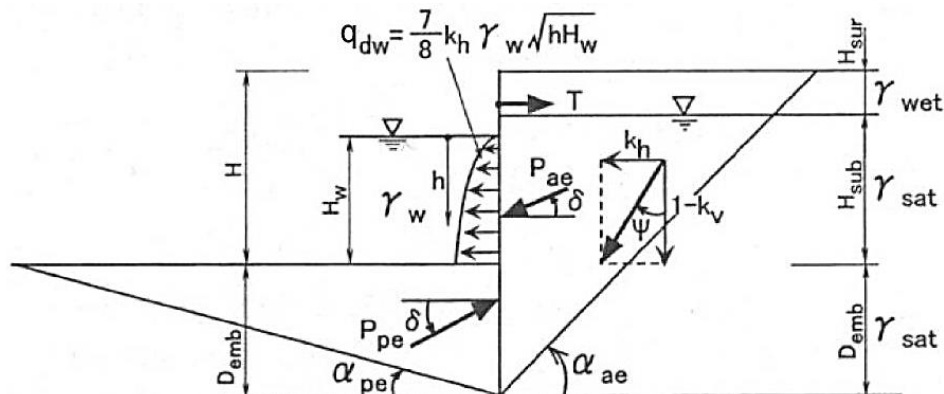


Figura 8.18 - Pressione idrodinamica sulla parete esterna del muro di banchina

Integrando l'espressione sopra riportata si ottiene il valore della spinta P_{dw} applicata a $0,4 H_w$ (a partire dal fondale):

$$P_{dw} = \pm \frac{7}{12} k_h \gamma_w H_w^2$$

Tale azione risulta esercitata per metro lineare di opera.

Il valore della spinta idrodinamica dell'acqua nel caso in esame risulta pari a:

$$P_{dw} = 4271.07 \text{ kN}$$

Essa presenta un braccio, valutato dal fondale, pari a 5.65 m.

8.2.2.10 Combinazioni di calcolo

Come detto, ai fini delle verifiche dei cassoni (*Scorrimento, Ribaltamento, Carico limite*), sono state prese in considerazione sia le combinazioni dei carichi definite nel D.M. 17/01/2018 che le combinazioni dei carichi definite nelle Istruzioni Tecniche per la progettazione delle dighe marittime, per un totale di n. 10 combinazioni di calcolo:

- **Combinazione n. 1** – D.M. 17/01/2018 – STATICA SLU – (A1+M1+R3) – *Carico accidentale sul massiccio dominante*:

$$\gamma_{G1} G_1 + \gamma_{G2} G_2 + \gamma_{Q1} Q_{k1} + \gamma_{Q2} \Psi_{02} Q_{k2} + \gamma_{Q3} \Psi_{03} Q_{k3}$$

$$Q_1 = Q_{\text{massiccio}} \quad (\psi_0 = 0,7 - \psi_1 = 0,7 - \psi_2 = 0,3)$$

$$Q_2 = Q_{\text{cresta}} \quad (\psi_0 = 0,6 - \psi_1 = 0,2 - \psi_2 = 0,0)$$

$$Q_3 = Q_{\text{bitta}} \quad (\psi_0 = 0,6 - \psi_1 = 0,2 - \psi_2 = 0,0)$$

$$\gamma_{G1/\text{sfavorevole}} = 1,30$$

$$\gamma_{G2/\text{sfavorevole}} = 1,50$$

$$\gamma_{Qi/\text{sfavorevole}} = 1,50$$

$$\gamma_{\varphi'} = 1,00$$

$$\gamma_{\gamma} = 1,00$$

$$\gamma_R = 1,10 \text{ Verifica a scorrimento}$$

$$\gamma_R = 1,15 \text{ Verifica a ribaltamento}$$

$$\gamma_R = 1,40 \text{ Capacità portante}$$

- **Combinazione n. 2** – D.M. 17/01/2018 – STATICA SLU – (A1+M1+R3) – *Cresta dominante*:

$$\gamma_{G_1} G_1 + \gamma_{G_2} G_2 + \gamma_{Q_1} Q_{k1} + \gamma_{Q_2} \Psi_{02} Q_{k2} + \gamma_{Q_3} \Psi_{03} Q_{k3}$$

$$Q_1 = Q_{\text{cresta}} \quad (\psi_0 = 0,6 - \psi_1 = 0,2 - \psi_2 = 0,0)$$

$$Q_2 = Q_{\text{massiccio}} \quad (\psi_0 = 0,7 - \psi_1 = 0,7 - \psi_2 = 0,3)$$

$$Q_3 = Q_{\text{bitta}} \quad (\psi_0 = 0,6 - \psi_1 = 0,2 - \psi_2 = 0,0)$$

$$\gamma_{G1/\text{sfavorevole}} = 1,30$$

$$\gamma_{G2/\text{sfavorevole}} = 1,50$$

$$\gamma_{Qi/\text{sfavorevole}} = 1,50$$

$$\gamma_{\varphi'} = 1,00$$

$$\gamma_{\gamma} = 1,00$$

$$\gamma_R = 1,10 \text{ Verifica a scorrimento}$$

$$\gamma_R = 1,15 \text{ Verifica a ribaltamento}$$

$$\gamma_R = 1,40 \text{ Capacità portante}$$

- **Combinazione n. 3** – D.M. 17/01/2018 – STATICA SLU – (A1+M1+R3) – *Tiro alla bitta dominante*:

$$\gamma_{G_1} G_1 + \gamma_{G_2} G_2 + \gamma_{Q_1} Q_{k1} + \gamma_{Q_2} \Psi_{02} Q_{k2} + \gamma_{Q_3} \Psi_{03} Q_{k3}$$

$$Q_1 = Q_{\text{bitta}} \quad (\psi_0 = 0,6 - \psi_1 = 0,2 - \psi_2 = 0,0)$$

$$Q_2 = Q_{\text{massiccio}} \quad (\psi_0 = 0,7 - \psi_1 = 0,7 - \psi_2 = 0,3)$$

$$Q_3 = Q_{\text{cresta}} \quad (\psi_0 = 0,6 - \psi_1 = 0,2 - \psi_2 = 0,0)$$

$$\gamma_{G1/\text{sfavorevole}} = 1,30$$

$$\gamma_{G2/\text{sfavorevole}} = 1,50$$

$$\gamma_{Qi/\text{sfavorevole}} = 1,50$$

$$\gamma_{\varphi'} = 1,00$$

$$\gamma_{\gamma} = 1,00$$

$$\gamma_R = 1,10 \text{ Verifica a scorrimento}$$

$$\gamma_R = 1,15 \text{ Verifica a ribaltamento}$$

$$\gamma_R = 1,40 \text{ Capacità portante}$$

- **Combinazione n. 4** – D.M. 17/01/2018 – STATICA SLU – (A1+M1+R3) – *Carico accidentale sul massiccio dominante:*

$$\gamma_{G_1} G_1 + \gamma_{G_2} G_2 + \gamma_{Q_1} Q_{k1} + \gamma_{Q_2} \Psi_{02} Q_{k2} + \gamma_{Q_3} \Psi_{03} Q_{k3}$$

$$Q_1 = Q_{\text{massiccio}} \quad (\psi_0 = 0,7 - \psi_1 = 0,7 - \psi_2 = 0,3)$$

$$Q_2 = Q_{\text{cavo}} \quad (\psi_0 = 0,6 - \psi_1 = 0,2 - \psi_2 = 0,0)$$

$$Q_3 = Q_{\text{bitta}} \quad (\psi_0 = 0,6 - \psi_1 = 0,2 - \psi_2 = 0,0)$$

$$\gamma_{G1/\text{sfavorevole}} = 1,30$$

$$\gamma_{G2/\text{sfavorevole}} = 1,50$$

$$\gamma_{Qi/\text{sfavorevole}} = 1,50$$

$$\gamma_{\varphi'} = 1,00$$

$$\gamma_{\gamma} = 1,00$$

$$\gamma_R = 1,10 \text{ Verifica a scorrimento}$$

$$\gamma_R = 1,15 \text{ Verifica a ribaltamento}$$

$$\gamma_R = 1,40 \text{ Capacità portante}$$

- **Combinazione n. 5** – D.M. 17/01/2018 – STATICA SLU – (A1+M1+R3) – *Cavo dominante:*

$$\gamma_{G_1} G_1 + \gamma_{G_2} G_2 + \gamma_{Q_1} Q_{k1} + \gamma_{Q_2} \Psi_{02} Q_{k2} + \gamma_{Q_3} \Psi_{03} Q_{k3}$$

$$Q_1 = Q_{\text{cavo}} \quad (\psi_0 = 0,6 - \psi_1 = 0,2 - \psi_2 = 0,0)$$

$$Q_2 = Q_{\text{massiccio}} \quad (\psi_0 = 0,7 - \psi_1 = 0,7 - \psi_2 = 0,3)$$

$$Q_3 = Q_{\text{bitta}} \quad (\psi_0 = 0,6 - \psi_1 = 0,2 - \psi_2 = 0,0)$$

$$\gamma_{G1/\text{sfavorevole}} = 1,30$$

$$\gamma_{G2/\text{sfavorevole}} = 1,50$$

$$\gamma_{Qi/\text{sfavorevole}} = 1,50$$

$$\gamma_{\varphi'} = 1,00$$

$$\gamma_{\gamma} = 1,00$$

$$\gamma_R = 1,10 \text{ Verifica a scorrimento}$$

$$\gamma_R = 1,15 \text{ Verifica a ribaltamento}$$

$$\gamma_R = 1,40 \text{ Capacità portante}$$

- **Combinazione n. 6** – D.M. 17/01/2018 – STATICA SLU – (A1+M1+R3) – *Tiro alla bitta dominante:*

$$\gamma_{G_1} G_1 + \gamma_{G_2} G_2 + \gamma_{Q_1} Q_{k1} + \gamma_{Q_2} \Psi_{02} Q_{k2} + \gamma_{Q_3} \Psi_{03} Q_{k3}$$

$$Q_1 = Q_{\text{bitta}} \quad (\psi_0 = 0,6 - \psi_1 = 0,2 - \psi_2 = 0,0)$$

$$Q_2 = Q_{\text{massiccio}} \quad (\psi_0 = 0,7 - \psi_1 = 0,7 - \psi_2 = 0,3)$$

$$Q_3 = Q_{\text{cavo}} \quad (\psi_0 = 0,6 - \psi_1 = 0,2 - \psi_2 = 0,0)$$

$$\gamma_{G1/\text{sfavorevole}} = 1,30$$

$$\gamma_{G2/\text{sfavorevole}} = 1,50$$

$$\gamma_{Qi/\text{sfavorevole}} = 1,50$$

$$\gamma_{\varphi'} = 1,00$$

$$\gamma_{\gamma} = 1,00$$

$$\gamma_R = 1,10 \text{ Verifica a scorrimento}$$

$$\gamma_R = 1,15 \text{ Verifica a ribaltamento}$$

$$\gamma_R = 1,40 \text{ Capacità portante}$$

- **Combinazione n. 7** – D.M. 17/01/2018 – SISMICA SLV – *Sisma verticale* ↓ *Forza d'inerzia* ↑:

$$E + G_1 + G_2 + \Psi_{21} Q_{k1} + \Psi_{22} Q_{k2} + \Psi_{23} Q_{k3}$$

$$Q_1 = Q_{\text{massiccio}} \quad (\psi_0 = 0,7 - \psi_1 = 0,7 - \psi_2 = 0,3)$$

$$Q_2 = Q_{\text{cresta}}/Q_{\text{cavo}} \quad (\psi_0 = 0,6 - \psi_1 = 0,2 - \psi_2 = 0,0)$$

$$Q_3 = Q_{\text{bitta}} \quad (\psi_0 = 0,6 - \psi_1 = 0,2 - \psi_2 = 0,0)$$

$$\gamma_{G1/\text{favorevole-sfavorevole}} = 1,00$$

$$\gamma_{G2/\text{favorevole-sfavorevole}} = 1,00$$

$$\gamma_{Qi}/\text{favorevole-sfavorevole} = 1,00$$

$$\gamma_{\phi'} = 1,00$$

$$\gamma_{\gamma} = 1,00$$

$$\gamma_R = 1,00 \text{ Verifica a scorrimento}$$

$$\gamma_R = 1,00 \text{ Verifica a ribaltamento}$$

$$\gamma_R = 1,20 \text{ Capacità portante}$$

- **Combinazione n. 8** – D.M. 17/01/2018 – SISMICA SLV – *Sisma verticale* ↑ *Forza d'inerzia* ↓:

$$E + G_1 + G_2 + \Psi_{21} Q_{k1} + \Psi_{22} Q_{k2} + \Psi_{23} Q_{k3}$$

$$Q_1 = Q_{\text{massiccio}} \quad (\psi_0 = 0,7 - \psi_1 = 0,7 - \psi_2 = 0,3)$$

$$Q_2 = Q_{\text{cresta}}/Q_{\text{cavo}} \quad (\psi_0 = 0,6 - \psi_1 = 0,2 - \psi_2 = 0,0)$$

$$Q_3 = Q_{\text{bitta}} \quad (\psi_0 = 0,6 - \psi_1 = 0,2 - \psi_2 = 0,0)$$

$$\gamma_{G1}/\text{favorevole-sfavorevole} = 1,00$$

$$\gamma_{G2}/\text{favorevole-sfavorevole} = 1,00$$

$$\gamma_{Qi}/\text{favorevole-sfavorevole} = 1,00$$

$$\gamma_{\phi'} = 1,00$$

$$\gamma_{\gamma} = 1,00$$

$$\gamma_R = 1,00 \text{ Verifica a scorrimento}$$

$$\gamma_R = 1,00 \text{ Verifica a ribaltamento}$$

$$\gamma_R = 1,20 \text{ Capacità portante}$$

- **Combinazione n. 9** – I.T. Dighe marittime1996 – *Cresta*:

$$G+Q$$

$$Q_1 = Q_{\text{cresta}}$$

$$Q_2 = Q_{\text{bitta}}$$

- **Combinazione n. 10** – I.T. Dighe marittime1996 – *Cavo*:

$$G+Q$$

$$Q_1 = Q_{\text{cavo}}$$

$$Q_2 = Q_{\text{bitta}}$$

8.2.2.11 Verifiche di stabilità alla traslazione

- **Combinazione n. 1** – D.M. 17/01/2018 – STATICA SLU – (A1+M1+R3) – *Carico accidentale sul massiccio dominante:*

$$R_{\text{orizzontale}} = 7.542,89 \text{ kN}$$

$$R_{\text{verticale}} = 123.891,67 \text{ kN}$$

$$\frac{R_v \cdot \mu_d}{R_o} = 9.85 \geq \gamma_R = 1,10$$

La verifica risulta soddisfatta.

- **Combinazione n. 2** – D.M. 17/01/2018 – STATICA SLU – (A1+M1+R3) – *Cresta dominante:*

$$R_{\text{orizzontale}} = 11.156,97 \text{ kN}$$

$$R_{\text{verticale}} = 111.201,01 \text{ kN}$$

$$\frac{R_v \cdot \mu_d}{R_o} = 5.98 \geq \gamma_R = 1,10$$

La verifica risulta soddisfatta.

- **Combinazione n. 3** – D.M. 17/01/2018 – STATICA SLU – (A1+M1+R3) – *Tiro alla bitta dominante:*

$$R_{\text{orizzontale}} = 8.957,40 \text{ kN}$$

$$R_{\text{verticale}} = 109.877,16 \text{ kN}$$

$$\frac{R_v \cdot \mu_d}{R_o} = 7.36 \geq \gamma_R = 1,10$$

La verifica risulta soddisfatta.

- **Combinazione n. 4** – D.M. 17/01/2018 – STATICA SLU – (A1+M1+R3) – *Carico accidentale sul massiccio dominante:*

$$R_{\text{orizzontale}} = 6.678,70 \text{ kN}$$

$$R_{\text{verticale}} = 122.853,55 \text{ kN}$$

$$\frac{R_v \cdot \mu_d}{R_o} = 11.04 \geq \gamma_R = 1,10$$

La verifica risulta soddisfatta.

- **Combinazione n. 5** – D.M. 17/01/2018 – STATICA SLU – (A1+M1+R3) – *Cavo dominante*:

$$R_{\text{orizzontale}} = 9.716,65 \text{ kN}$$

$$R_{\text{verticale}} = 109.470,80 \text{ kN}$$

$$\frac{R_v \cdot \mu_d}{R_o} = 6.76 \geq \gamma_R = 1,10$$

La verifica risulta soddisfatta.

- **Combinazione n. 6** – D.M. 17/01/2018 – STATICA SLU – (A1+M1+R3) – *Tiro alla bitta dominante*:

$$R_{\text{orizzontale}} = 8.093,21 \text{ kN}$$

$$R_{\text{verticale}} = 108.839,03 \text{ kN}$$

$$\frac{R_v \cdot \mu_d}{R_o} = 8.07 \geq \gamma_R = 1,10$$

La verifica risulta soddisfatta.

- **Combinazione n. 7** – D.M. 17/01/2018 – SISMICA SLV – *Sisma verticale* ↓ *Forza d'inerzia* ↑:

$$R_{\text{orizzontale}} = 16.703,75 \text{ kN}$$

$$R_{\text{verticale}} = 77.449,53 \text{ kN}$$

$$\frac{R_v \cdot \mu_d}{R_o} = 2,78 \geq \gamma_R = 1,00$$

La verifica risulta soddisfatta.

- **Combinazione n. 8** – D.M. 17/01/2018 – SISMICA SLV – *Sisma verticale* ↑ *Forza d'inerzia* ↓:

$$R_{\text{orizzontale}} = 16.703,75 \text{ kN}$$

$$R_{\text{verticale}} = 85.611,14 \text{ kN}$$

$$\frac{R_v \cdot \mu_d}{R_o} = 3,08 \geq \gamma_R = 1,00$$

La verifica risulta soddisfatta.

- **Combinazione n. 9** – I.T. Dighe marittime1996 – *Cresta*:

$$R_{\text{orizzontale}} = 8.380,99 \text{ kN}$$

$$R_{\text{verticale}} = 62.221,71 \text{ kN}$$

$$\frac{\mu \cdot R_v}{R_o} = 4,45 > C_s = 1,40$$

La verifica risulta soddisfatta.

- **Combinazione n. 10** – I.T. Dighe marittime1996 – *Cavo*:

$$R_{\text{orizzontale}} = 7.420,78 \text{ kN}$$

$$R_{\text{verticale}} = 61.068,23 \text{ kN}$$

$$\frac{\mu \cdot R_v}{R_o} = 4,94 > C_s = 1,40$$

La verifica risulta soddisfatta.

8.2.2.12 Verifiche di stabilità al ribaltamento

- **Combinazione n. 1** – D.M. 17/01/2018 – STATICA SLU – (A1+M1+R3) – *Carico accidentale sul massiccio dominante*:

$$M_{\text{stabilizzante}} = 1.585.413,91 \text{ kN}\cdot\text{m}$$

$$M_{\text{ribaltante}} = 264.336,01 \text{ kN}\cdot\text{m}$$

$$\frac{M_{\text{stab}}}{M_{\text{rib}}} = 6,00 \geq \gamma_R = 1,15$$

La verifica risulta soddisfatta.

- **Combinazione n. 2** – D.M. 17/01/2018 – STATICA SLU – (A1+M1+R3) – *Cresta dominante*:

$$M_{\text{stabilizzante}} = 1.446.813,91 \text{ kN}\cdot\text{m}$$

$$M_{\text{ribaltante}} = 301.998,08 \text{ kN}\cdot\text{m}$$

$$\frac{M_{\text{stab}}}{M_{\text{rib}}} = 4,79 \geq \gamma_R = 1,15$$

La verifica risulta soddisfatta.

- **Combinazione n. 3** – D.M. 17/01/2018 – STATICA SLU – (A1+M1+R3) – *Tiro alla bitta dominante*:

$$M_{\text{stabilizzante}} = 1.446.813,91 \text{ kN}\cdot\text{m}$$

$$M_{\text{ribaltante}} = 290.716,69 \text{ kN}\cdot\text{m}$$

$$\frac{M_{\text{stab}}}{M_{\text{rib}}} = 4.98 \geq \gamma_R = 1,15$$

La verifica risulta soddisfatta.

- **Combinazione n. 4** – D.M. 17/01/2018 – STATICA SLU – (A1+M1+R3) – *Carico accidentale sul massiccio dominante:*

$$M_{\text{stabilizzante}} = 1.570.779,59 \text{ kN}\cdot\text{m}$$

$$M_{\text{ribaltante}} = 253.671,08 \text{ kN}\cdot\text{m}$$

$$\frac{M_{\text{stab}}}{M_{\text{rib}}} = 6.19 \geq \gamma_R = 1,15$$

La verifica risulta soddisfatta.

- **Combinazione n. 5** – D.M. 17/01/2018 – STATICA SLU – (A1+M1+R3) – *Cavo dominante:*

$$M_{\text{stabilizzante}} = 1.437.919,75 \text{ kN}\cdot\text{m}$$

$$M_{\text{ribaltante}} = 282.030,70 \text{ kN}\cdot\text{m}$$

$$\frac{M_{\text{stab}}}{M_{\text{rib}}} = 5.10 \geq \gamma_R = 1,15$$

La verifica risulta soddisfatta.

- **Combinazione n. 6** – D.M. 17/01/2018 – STATICA SLU – (A1+M1+R3) – *Tiro alla bitta dominante:*

$$M_{\text{stabilizzante}} = 1.456.014,14 \text{ kN}\cdot\text{m}$$

$$M_{\text{ribaltante}} = 278.015,93 \text{ kN}\cdot\text{m}$$

$$\frac{M_{\text{stab}}}{M_{\text{rib}}} = 5.16 \geq \gamma_R = 1,15$$

La verifica risulta soddisfatta.

- **Combinazione n. 7** – D.M. 17/01/2018 – SISMICA SLV – *Sisma verticale* ↓ *Forza d'inerzia* ↑:

$$M_{\text{stabilizzante}} = 1.048.964,54 \text{ kN}\cdot\text{m}$$

$$M_{\text{ribaltante}} = 278.015,93 \text{ kN}\cdot\text{m}$$

$$\frac{M_{stab}}{M_{rib}} = 3.77 \geq \gamma_R = 1,00$$

La verifica risulta soddisfatta.

- **Combinazione n. 8** – D.M. 17/01/2018 – SISMICA SLV – *Sisma verticale* ↑ *Forza d'inerzia* ↓:

$$M_{stabilizzante} = 1.093.264,89 \text{ kN}\cdot\text{m}$$

$$M_{ribaltante} = 233.715,58 \text{ kN}\cdot\text{m}$$

$$\frac{M_{stab}}{M_{rib}} = 4.68 \geq \gamma_R = 1,00$$

La verifica risulta soddisfatta.

- **Combinazione n. 9** – I.T. Dighe marittime1996 – *Cresta*:

$$M_{stabilizzante} = 864.164,54 \text{ kN}\cdot\text{m}$$

$$M_{ribaltante} = 236.177,83 \text{ kN}\cdot\text{m}$$

$$\frac{M_{stab}}{M_{rib}} = 3.66 > C_r = 1,50$$

La verifica risulta soddisfatta.

- **Combinazione n. 10** – I.T. Dighe marittime1996 – *Cavo*:

$$M_{stabilizzante} = 868.073,90 \text{ kN}\cdot\text{m}$$

$$M_{ribaltante} = 224.327,91 \text{ kN}\cdot\text{m}$$

$$\frac{M_{stab}}{M_{rib}} = 3.87 > C_r = 1,50$$

La verifica risulta soddisfatta.

8.2.2.13 Verifiche di capacità portante

- **Combinazione n. 1** – D.M. 17/01/2018 – STATICA SLU – (A1+M1+R3) – *Carico accidentale sul massiccio dominante*:

$$q'_{lim} = 4.771,11 \text{ kN/m}^2$$

$$\sigma_{t \max} = 175,68 \text{ kN/m}^2$$

$$\frac{q'_{lim}}{\sigma_{t max}} = 27,16 \geq \gamma_R = 1,40$$

La verifica risulta soddisfatta.

- **Combinazione n. 2** – D.M. 17/01/2018 – STATICA SLU – (A1+M1+R3) – *Cresta dominante*:

$$q'_{lim} = 4.443,18 \text{ kN/m}^2$$

$$\sigma_{t max} = 205,74 \text{ kN/m}^2$$

$$\frac{q'_{lim}}{\sigma_{t max}} = 21,60 \geq \gamma_R = 1,40$$

La verifica risulta soddisfatta.

- **Combinazione n. 3** – D.M. 17/01/2018 – STATICA SLU – (A1+M1+R3) – *Tiro alla bitta dominante*:

$$q'_{lim} = 4.619,33 \text{ kN/m}^2$$

$$\sigma_{t max} = 161,31 \text{ kN/m}^2$$

$$\frac{q'_{lim}}{\sigma_{t max}} = 28,64 \geq \gamma_R = 1,40$$

La verifica risulta soddisfatta.

- **Combinazione n. 4** – D.M. 17/01/2018 – STATICA SLU – (A1+M1+R3) – *Carico accidentale sul massiccio dominante*:

$$q'_{lim} = 4.830,52 \text{ kN/m}^2$$

$$\sigma_{t max} = 171,69 \text{ kN/m}^2$$

$$\frac{q'_{lim}}{\sigma_{t max}} = 28,13 \geq \gamma_R = 1,40$$

La verifica risulta soddisfatta.

- **Combinazione n. 5** – D.M. 17/01/2018 – STATICA SLU – (A1+M1+R3) – *Cavo dominante*:

$$q'_{lim} = 4.580,37 \text{ kN/m}^2$$

$$\sigma_{t max} = 159,27 \text{ kN/m}^2$$

$$\frac{q'_{lim}}{\sigma_{t max}} = 28,76 \geq \gamma_R = 1,40$$

La verifica risulta soddisfatta.

- **Combinazione n. 6** – D.M. 17/01/2018 – STATICA SLU – (A1+M1+R3) – *Tiro alla bitta*

dominante:

$$q'_{lim} = 4.725,82 \text{ kN/m}^2$$

$$\sigma_{t \max} = 149,66 \text{ kN/m}^2$$

$$\frac{q'_{lim}}{\sigma_{t \max}} = 31,58 \geq \gamma_R = 1,40$$

La verifica risulta soddisfatta.

- **Combinazione n. 7** – D.M. 17/01/2018 – STATICA SLU – (A1+M1+R3) – *Sisma verticale* ↓
Forza d'inerzia ↑:

$$q'_{lim} = 3.717,45 \text{ kN/m}^2$$

$$\sigma_{t \max} = 129,27 \text{ kN/m}^2$$

$$\frac{q'_{lim}}{\sigma_{t \max}} = 28,76 \geq \gamma_R = 1,20$$

La verifica risulta soddisfatta.

- **Combinazione n. 8** – D.M. 17/01/2018 – STATICA SLU – (A1+M1+R3) – *Sisma verticale* ↑
Forza d'inerzia ↓:

$$q'_{lim} = 3.800,35 \text{ kN/m}^2$$

$$\sigma_{t \max} = 140,29 \text{ kN/m}^2$$

$$\frac{q'_{lim}}{\sigma_{t \max}} = 27,09 \geq \gamma_R = 1,20$$

La verifica risulta soddisfatta.

- **Combinazione n. 9** – I.T. Dighe marittime1996 – *Cresta*:

$$\sigma_{t \max} = 89,23 \text{ kN/m}^2$$

$$\sigma_{t \text{ amm}} = 5,00 \text{ kN/m}^2$$

$$\frac{\sigma_{t \text{ amm}}}{\sigma_{t \max}} = 5,50 \geq 1,00$$

La verifica risulta soddisfatta.

- **Combinazione n. 10** – I.T. Dighe marittime1996 – *Cavo*:

$$\sigma_{t \max} = 117,43 \text{ kN/m}^2$$

$$\sigma_{t \text{ amm}} = 5,00 \text{ kN/m}^2$$

$$\frac{\sigma_{t \text{ amm}}}{\sigma_{t \max}} = 4,18 \geq 1,00$$

La verifica risulta soddisfatta.

8.2.2.14 Valutazioni sui cedimenti

Per quanto riguarda le problematiche connesse con i cedimenti della struttura a cassoni, come da trattazione che precede, sono stati previsti imponenti lavori di realizzazione dello scanno di imbasamento, nonché il consolidamento dello strato più compressibile di depositi limosi-argillosi recenti (DLV) sottostante.

Dunque, note le rigidezze di progetto di suddetti strati di fondazione portanti e, visti gli ampi margini di sicurezza nei riguardi della capacità portante, il problema dei cedimenti risulterebbe non più consistente, per cui è lecito attendersi abbassamenti assai ridotti e comunque compatibili con il tipo di struttura.

Inoltre, vista l'estesa campagna di indagini disponibili nell'area limitrofa del molo Rotundi, comprensiva anche di report dettagliati riguardo anche le problematiche avute in corso d'opera di realizzazione del suddetto molo e, incrociando tali dati con il quadro geologico-geotecnico disponibile, è possibile asserire che i cedimenti si sono verificati laddove lo scanno non è stato imbasato su strati rigidi (Argille subappennine) per cui i cedimenti risulterebbero imputabili interamente allo strato di DLV (non consolidati).

D'altro canto, come è possibile evincere dalla Tabella 8.17, tale strato compressibile raggiunge, a seguito dell'intervento di vibro-compattazione profonda, valori prossimi a 5 volte la rigidezza iniziale, ottenendo inoltre il beneficio di un comportamento più marcatamente drenato che dunque permette di ridurre sensibilmente i cedimenti differiti nel tempo caratteristici di terreni coesivi, che verrebbero viceversa scontati nel tempo, con le incertezze ad essi connesse. Il problema dei cedimenti dunque, se persistente, sarebbe comunque facilmente risolvibile in quanto riconducibile quasi interamente a cedimenti immediati, facilmente risolvibili in fase di realizzazione dell'opera.

Tuttavia, il progetto dovrà tenere in considerazione i cedimenti che subiranno i cassoni nella fase di collocazione in opera e, successivamente, per effetto dei sovraccarichi. I valori degli abbassamenti indotti dalla collocazione e riempimento dei cassoni, pur diversificandosi a seconda dello spessore dello scanno di imbasamento, potranno essere in gran parte compensati in corso d'opera, mentre i cedimenti residui teorici attesi risulteranno comunque compresi entro limiti ampiamente compatibili con la funzionalità delle opere, grazie all'intervento di consolidamento dei terreni di fondazione.

In ogni caso, un piano di monitoraggio, basato essenzialmente sulla misura degli spostamenti indotti, potrà costituire utile elemento di verifica e controllo in tutte le fasi di lavoro e nel tempo, soprattutto a seguito di importanti eventi meteomarinari.

8.2.3 Calcolo preliminare alternativa progettuale 2: struttura a cofferdam

8.2.3.1 Descrizione della struttura a cofferdam

La seconda alternativa progettuale prevede la realizzazione di un’opera di contenimento di tipo “cofferdam” tradizionale. In particolare, la soluzione prevede la realizzazione di una serie di elementi scatolari, delimitati perimetralmente da una doppia fila combinata di palancole e pali di grande diametro. Questi ultimi saranno disposti anche lungo una terza fila che si svilupperà centralmente con configurazione asimmetrica rispetto alle due file esterne (sezione tipologica in Figura 8.19).

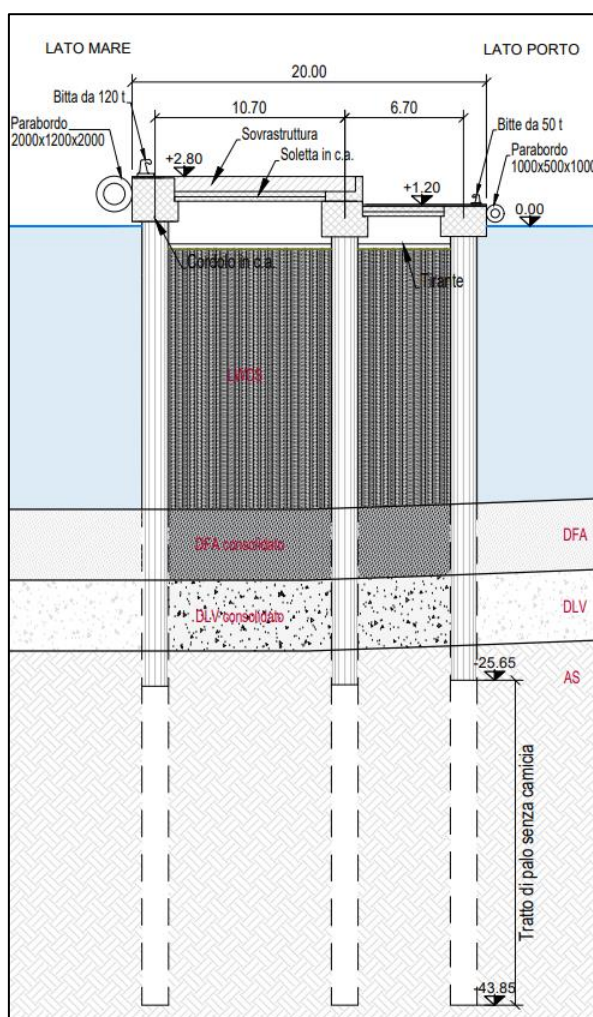


Figura 8.19 - Sezione tipologica struttura a cofferdam

Lo schema strutturale previsto è il seguente: opera di marginamento costituita dalla doppia fila esterna di pareti combinate pali-palancole (palo diametro 1620 mm – palancole PU22 tripla) collegate in testa alla fila centrale di pali mediante un sistema di ancoraggio costituito da barre in acciaio (tiranti di ancoraggio). La fila interna di pali avrà dunque il duplice compito di fornire ancoraggio ai tiranti e ripartire adeguatamente i carichi verticali di progetto trasmessi dalla sovrastruttura.

Le fasi costruttive prevedono dapprima l'infissione degli elementi tubolari e delle palancole nelle argille subappennine basali, mentre successivamente è prevista la trivellazione di pali di grande diametro pari a 1580 mm (file perimetrali) e 1600 mm (fila centrale), fino alla profondità necessaria a garantire la stabilità complessiva dell'opera. Successivamente è previsto l'ancoraggio dei pali mediante tiranti ed il riempimento graduale della struttura a ridosso degli elementi di ancoraggio avendo cura di mantenere uniformi i livelli di colmata.

A completamento è previsto un impalcato di chiusura incastrato in corrispondenza dei cordoli di collegamento realizzati in sommità alle pareti combinate pali-palancole e alla fila centrale di pali.

Occorre tuttavia evidenziare che, essendo i terreni di fondazione piuttosto compressibili e poco permeabili, con conseguenti lunghi tempi di consolidazione in fase di addensamento, in assenza di specifici interventi, sono da attendersi elevati regimi di spinta nel transitorio sull'opera di sostegno durante il riempimento della colmata.

Dunque, per garantire idonee condizioni di stabilità e funzionalità dell'opera di ritenuta, si renderebbe necessario il consolidamento dei terreni superficiali di più scadenti caratteristiche geotecniche mediante tecniche di “vibro-sostituzione” profonda, accompagnato da un innovativo trattamento dei sedimenti di dragaggio da collocare in cassa che verrebbero preventivamente trattati con cemento ed alleggeriti con agente schiumogeno (“Light Weight Cemented Soils”).

Tali peculiari accorgimenti consentirebbero di ridurre le spinte interne causate dal riempimento della parte superiore con materiale preventivamente selezionato e trattato proveniente dai dragaggi e garantirebbero idonee condizioni di stabilità interna. La soluzione si basa essenzialmente sul riutilizzo del materiale di dragaggio (requisito di fondamentale importanza ambientale e di gestione dei sedimenti).

Più in dettaglio le parti componenti l'opera saranno:

1. Parete combinata esterna e interna (lato darsena) poste a distanza di 17.40 m l'una dall'altra e costituite da:
 - pali tubolari in acciaio di diametro $D=1620$ mm e spessore $s=20$ mm che dovranno ammorsarsi per almeno 2 m nello strato di argille subappennine “AS”, disposti ad interasse trasversale $i=3.48$ m (parallelamente al filo banchina); all'interno della sezione cava è prevista la trivellazione e il getto di pali in c.a. fino alla profondità di -43.85 m dal l.m.m.;
 - palancole metalliche tipo PU 22 triple, intestate anch'esse per almeno 2 m nei termini argillosi più rigidi (AS) e disposte con quota sommitale analoga a quella dei pali;
2. Fila centrale di pali trivellati in c.a. di diametro $D=1600$ mm con camicia a perdere non strutturale;
3. Materiale di riempimento da disporre tra le due pareti combinate, costituito da “Light Weight Cemented Soils” dal fondale fino alla quota di -1.30 m dal l.m.m. o comunque in grado di garantire l'accessibilità ai tiranti per eventuali attività manutentive;
4. Sistema di ancoraggio costituito da barre in acciaio (tiranti di ancoraggio tipo ASDO 700) di diametro 75 mm opportunamente protette dagli effetti corrosivi, poste ad interasse orizzontale di 3.48 m che collegano le pareti combinate perimetrali alla fila centrale di pali, in prossimità della testa dei pali.

A completamento sono previsti i due impalcati di chiusura impostati sui tre cordoli di coronamento delle pareti combinate perimetrali e della fila centrale di pali, opportunamente dimensionati al fine di

consentire la posa di lastre tralicciate prefabbricate sulle quali effettuare successivamente un getto di completamento. In tal modo, sarà possibile ottenere una soletta di spessore complessivo pari a 55 cm.

A completamento, in sommità, sarà realizzata la sovrastruttura in grado di garantire il raggiungimento delle quote target di progetto.

8.2.3.2 Materiali impiegati

Le caratteristiche dei materiali previsti per la realizzazione delle opere in progetto, a cui si è fatto riferimento per la redazione dei calcoli di seguito riportati, sono le seguenti:

Strutture in elevazione in calcestruzzo armato:

- Calcestruzzo: $R_{ck} \geq 45$ MPa (Classe C35/45);
- Acciaio in barre ad aderenza migliorata B450C.

Pali di fondazione fila centrale di pali:

- Calcestruzzo: $R_{ck} \geq 45$ MPa (Classe C35/45);
- Acciaio in barre ad aderenza migliorata B450C.

Pareti combinate esterne e interne (Palo 1620 mm – Palancola PU22):

- Calcestruzzo: $R_{ck} \geq 45$ MPa (Classe C35/45);
- Acciaio in barre ad aderenza migliorata B450C;
- Carpenteria metallica: $f_{yk} \geq 355$ MPa (Classe di resistenza S355);

Tiranti di collegamento in testa ai pali:

- Barra in acciaio per ancoraggi permanenti: $f_{yk} \geq 700$ MPa (ASDO 700)

8.2.3.2.1 Calcestruzzo

Le caratteristiche assunte in fase di progettazione per il calcestruzzo di classe C35/45 per le nuove opere in c.a. sono riportate nella tabella seguente:

CALCESTRUZZO CLASSE 35/45	
Resistenza caratteristica cubica	$R_{ck} = 45 \text{ N/mm}^2$
Resistenza caratteristica cilindrica	$f_{ck} = 37.35 \text{ N/mm}^2$
Resistenza media cilindrica	$f_{cm} = 45.35 \text{ N/mm}^2$
Resistenza a trazione media	$f_{ctm} = 3.35 \text{ N/mm}^2$
Resistenza a trazione caratteristica Frattile 5%	$f_{ctk,5} = 2.35 \text{ N/mm}^2$
Resistenza a trazione caratteristica Frattile 95%	$f_{ctk,95} = 4.36 \text{ N/mm}^2$
Modulo Elastico	$E_c = 34625.5 \text{ N/mm}^2$
Coefficiente di Dilatazione Termica	$\alpha = 0.00001 \text{ 1/}^\circ\text{C}$

Tabella 8.13 - Proprietà calcestruzzo C35/45

Le caratteristiche dei calcestruzzi sono state definite in accordo alle indicazioni fornite dalla Norma UNI 11104:2016 e dalla Circolare n. 7/2019, assumendo cautelativamente:

- Classe di esposizione: XS2-XS3 (Corrosione indotta da cloruri presenti nell'acqua di mare-Calcestruzzo di parti di strutture marine completamente immerse in acqua, Calcestruzzo di opere portuali, per esempio banchine, moli, pontili);
- Classe di resistenza minima: C35/45;
- Massimo rapporto a/c: 0.45;
- Minimo contenuto di cemento: 360 kg/m³;
- Spessore copriferro minimo: 60 mm.

8.2.3.2.2 Barre di armatura per c.a.

Il progetto delle opere in c.a. prevede l'impiego di barre ad aderenza migliorata in acciaio tipo B450C. Le caratteristiche assunte in fase di progettazione sono riportate nella tabella seguente.

f_{yk} (Mpa)	f_{tk} (Mpa)	ε_{uk} (‰)	E_s (Mpa)	f_{yd} (Mpa)	f_{td} (Mpa)	ε_{yd} (‰)	ε_{ud} (‰)
450	540	25	210000	391	469	1.86	22.5

Tabella 8.14 - Caratteristiche meccaniche dell'acciaio delle barre di armatura

8.2.3.2.3 Opere di carpenteria metallica

Per le opere di nuova realizzazione in carpenteria metallica, in fase di progettazione si assumono convenzionalmente i seguenti valori nominali delle proprietà del materiale:

Modulo elastico	$E_s = 210000 \text{ MPa}$
Coefficiente di Poisson	$\nu_s = 0.30$
Modulo elastico trasversale	$G_s = E_s / (2(1 + \nu_s)) = 87500 \text{ MPa}$
Coefficiente di espansione termica lineare	$\alpha_s = 1.2 \times 10^{-5} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$
Densità	$\rho_s = 78.5 \text{ kN m}^{-3}$

Tabella 8.15 - Caratteristiche meccaniche generali assunte per l'acciaio della carpenteria metallica

La classe di resilienza dell'acciaio è definita secondo le indicazioni contenute nell'Eurocodice 3, parte 1-10.

Per la realizzazione di tubolari e palancole è stato considerato l'impiego di acciai laminati a caldo di grado S355, le cui tensioni caratteristiche assunte in fase di progettazione sono riportate nella seguente tabella.

Acciaio		Spessore nominale dell'elemento	
		$t \leq 40 \text{ mm}$	
Classe di resistenza	Classe di resilienza	$f_{yk} \text{ (Mpa)}$	$f_{tk} \text{ (Mpa)}$
S 355	J0	355	510

Tabella 8.16 - Caratteristiche meccaniche di resistenza assunte per l'acciaio della carpenteria metallica

8.2.3.2.4 Acciaio per tiranti

I tiranti di collegamento presentano le seguenti caratteristiche:

- Barra per ancoraggi permanenti in acciaio: ASDO 700
- $f_{yk}=700 \text{ MPa}$ - tensione di snervamento
- $f_{tk}=900 \text{ MPa}$ - tensione di rottura

8.2.3.3 Terreni di fondale trattati mediante vibrocompattazione profonda

Considerato il quadro stratigrafico e geotecnico atteso, si è rivelato necessario, ai fini della stabilità dell'opera, un intervento di consolidamento dei terreni di imposta scarsamente consistenti e compressibili basato sulla tecnica della “vibro-sostituzione” impiegata per la compattazione profonda di terreni di imposta di opere portuali mediante la formazione di colonne di ghiaia a maglia prestabilita.

L'intervento dovrà riguardare esclusivamente l'area di imbasamento interna al doppio palancole considerando uno spessore medio di “bonifica” pari a circa 8 m (4 m DFA e 4 m DLV).

I criteri di dimensionamento dell'intervento di vibrocompattazione si basano sulla preventiva definizione della maglia di trattamento nell'ambito dell'intero strato di terreni da consolidare, in modo da ottenere caratteristiche meccaniche sufficienti a garantire la stabilità del manufatto di banchina nella conformazione di progetto, contenerne i cedimenti indotti e gli effetti nel tempo.

Le prestazioni del trattamento sono state preliminarmente ottenute in funzione dell'indice di superficie A/A_c , dato dal rapporto tra area della sezione della colonna A_c e l'area di influenza A

ottenuta in funzione della corrispondente maglia di trattamento assunta.

I parametri di resistenza al taglio (c'_{eq} , ϕ'_{eq}) e di deformabilità equivalenti (E'_{eq}), da intendersi come medi per l'intero spessore di materiale consolidato, sono stati preventivamente stimati ipotizzando che la realizzazione delle colonne, caratterizzate prudenzialmente da un valore dell'angolo di attrito $\phi'_c=40^\circ$ e del modulo $E_c=30$ MPa.

La maglia dei punti di trattamento (colonne di diametro pari a 0.8 m) assunta in progetto è del tipo quadrata di lato $l=1.40$ m (cui corrisponde un'area di sostituzione $A_s=A_c/A$ del 25%) per i termini DLV, mentre l'interasse è più fitto ($l=1.00$ m, cui corrisponde una maggiore area di sostituzione $A_s=A_c/A$ del 50%) per i termini DFA.

Sulla base delle caratteristiche stratigrafiche e geotecniche iniziali dei depositi insistenti sui fondali, nelle tabelle a seguire sono rappresentati i minimi parametri fisici e meccanici da ottenere con l'intervento di consolidamento, sulla base dei quali sono state valutate le condizioni di stabilità e gli studi di modellazione geotecnico-strutturale.

Consolidamento DLV ($A_c/A=25\%$)			
GHIAIA DI RIEMPIMENTO	Interasse colonne	s (m)	1.40
	Diametro colonna	d_c (m)	0.80
	Area colonna	A_c (mq)	0.50
	Modulo Terreno	E_c (kPa)	35000
	Angolo attrito colonna	ϕ_c (°)	40
	Coesione drenata colonna	c'_c (kPa)	0
	MAGLIA QUADRATA		
	Coefficiente maglia	k (-)	1.13
	Diametro cella	D_i (m)	1.582
	Area cella	A_{tot} (mq)	1.97
Terreno in sito (PRE-INTERVENTO)	Area terreno	A_t (mq)	1.46
	Modulo del terreno	E_t (kPa)	2000
	Angolo attrito terreno	ϕ_t (°)	22
	Coesione drenata terreno	c'_t (kPa)	2.5
Terreno equivalente (POST-INTERVENTO)		n (-)	0.256
	Modulo eq.	E_{eq} (kPa)	10439
	Angolo di attrito eq.	ϕ_{eq} (°)	27
	Coesione drenata eq.	c'_{eq} (kPa)	1.9

Tabella 8.17 - Parametri fisico-meccanici dei termini DLV trattati ($A_s=25\%$)

Consolidamento DFA ($A_c/A=50\%$)			
GHIAIA DI RIEMPIMENTO	Interasse colonne	s (m)	1.00
	Diametro colonna	d_c (m)	0.80
	Area colonna	A_c (mq)	0.50
	Modulo Terreno	E_c (kPa)	35000
	Angolo attrito colonna	ϕ_c (°)	40
	Coesione drenata colonna	c'_c (kPa)	0
	MAGLIA QUADRATA		
	Coefficiente maglia	k (-)	1.13
	Diametro cella	D_i (m)	1.13
	Area cella	A_{tot} (mq)	1.00
Terreno in sito (PRE-INTERVENTO)	Area terreno	A_t (mq)	0.50
	Modulo del terreno	E_t (kPa)	400
	Angolo attrito terreno	ϕ_t (°)	12
	Coesione drenata terreno	c'_t (kPa)	2.5
Terreno equivalente (POST-INTERVENTO)		n (-)	0.501
	Modulo eq.	E_{eq} (kPa)	17742
	Angolo di attrito eq.	ϕ_{eq} (°)	28
	Coesione drenata eq.	c'_{eq} (kPa)	1.2

Tabella 8.18 - Parametri fisico-meccanici dei termini DFA trattati ($A_s=50\%$)

In generale, per quanto concerne il comportamento di tali terreni preventivamente consolidati, è da attendersi una risposta sostanzialmente “drenata” in tutte le fasi, con un contestuale riduzione delle spinte durante le operazioni di riempimento.

Per entrambi i termini sopra rappresentati è stato trascurato il contributo della coesione drenata c'_{eq} .

8.2.3.4 Sedimenti di dragaggio cementati e alleggeriti

Per il riempimento della zona compresa tra le due pareti combinate è previsto, come anticipato, l'impiego di miscele alleggerite e indurenti tipo “Light Weight Cemented Soils” ottenute dal pretrattamento degli stessi sedimenti di dragaggio a composizione limo-argillosa con prefissati contenuti di legante (cemento) combinati ad agenti schiumogeni.

Trattandosi di un “geomateriale” ingegnerizzabile, le caratteristiche fisiche e meccaniche (peso, resistenza meccanica, permeabilità, rigidità, duttilità etc.) dei terreni cementati e alleggeriti possono essere ampiamente variate intervenendo sia sui componenti impiegati sia sulle modalità di

preparazione e di messa in opera.

Risultati di prove sperimentali eseguiti su campioni di terreni provenienti dalla Darsena Grande confermano l'idoneità della tecnica che è in grado di ottenere valori di densità raggiungibili con il trattamento nell'ordine di 12 kN/m^3 . Nelle analisi preliminari verrà comunque assunto, cautelativamente, un peso pari a 12 kN/m^3 in atmosfera e 13.5 kN/m^3 in acqua salata (con un aumento di 0.5 kN/m^3 in modo da considerare prudenzialmente l'assorbimento dell'acqua) ed una resistenza a compressione pari a $q_u=300 \text{ kPa}$.

Nelle analisi di interazione è possibile attribuire un modello elasto-plastico perfetto con criterio di rottura alla Tresca rappresentato da valori di $c_u = q_u/2 = 150 \text{ kPa}$. Il modulo di deformazione E , può essere prudenzialmente assunto pari a $E=100 \times q_u$ mentre il coefficiente di Poisson $\nu=0.10$.

8.2.3.5 Azioni considerate nelle analisi

8.2.3.5.1 Carichi permanenti

I pesi degli elementi strutturali sono stati considerati automaticamente nel calcolo impostando un peso di volume $\gamma_c=25 \text{ kN/m}^3$ per le parti in c.a. ed un peso di volume $\gamma_s=78.5 \text{ kN/m}^3$ per le parti in acciaio. Per quanto riguarda la spinta delle terre invece, nel modello di progetto, esse sono state considerate implementando i modelli reologici ed i parametri geotecnici dei terreni coerenti con la modellazione geotecnica. Per i terreni preventivamente trattati si è fatto riferimento ai parametri post-consolidamento precedentemente rappresentati.

8.2.3.5.2 Sovraccarico variabile di banchina

L'opera è stata progettata affinché possa resistere a un sovraccarico variabile uniformemente distribuito applicato sulla sovrastruttura in c.a. di banchina in sommità di intensità pari a 40 kN/m^2 .

I coefficienti di combinazione dell'azione in condizioni statiche sono i seguenti ("Categoria G: rimesse, parcheggi ed aree per il traffico dei veicoli, per autoveicoli di peso $> 30 \text{ kN}$ "):

$$\psi_{0j} = 0.7; \quad \psi_{1j} = 0.5; \quad \psi_{2j} = 0.3$$

8.2.3.5.3 Tiro alla bitta

Il tiro alla bitta caratteristico considerato per la modellazione dell'opera è pari a 120 t/25 m per il paramento esterno e pari a 50 t/20 m per il paramento interno lato darsena.

8.2.3.5.4 Ormeggio

Le forze di ormeggio che possono gravare sulla struttura hanno intensità pari a 120 t/25 m per il paramento esterno e pari a 50 t/20 m per il paramento interno alla darsena. Esse hanno verso opposto al tiro alla bitta per cui potranno agire singolarmente sul singolo paramento.

In realtà, la forza di ormeggio agente sul paramento esterno sarà trascurata, a vantaggio di sicurezza, a favore della forza di accosto, di seguito descritta.

8.2.3.5.5 Accosto

Note le caratteristiche delle navi e dei parabordi impiegati è stato possibile ricavare la percentuale di schiacciamento di ciascun parabordo, l'energia assorbita e la reazione fornita, sulla base delle

curve caratteristiche. L'impatto della nave in accosto può avvenire su 1 o più parabordi con conseguente diversa ripartizione dell'energia sui parabordi coinvolti. Il tipo di impatto su parabordi dipende dalle caratteristiche della nave e dal raggio di curvatura. Si possono individuare 2 casistiche di impatto:

- impatto su un parabordo centrale, con schiacciamento parziale anche dei parabordi laterali (vengono coinvolti da 1 a 5 parabordi - Figura 8.20);
- impatto su due parabordi, con schiacciamento parziale anche dei parabordi laterali (vengono coinvolti da 2 a 6 parabordi - Figura 8.21).

IMPACT ON CENTRAL FENDER

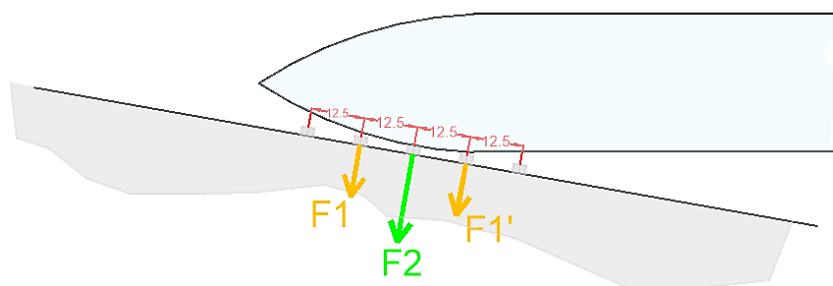


Figura 8.20 - Impatto su un parabordo centrale

IMPACT ON TWO FENDER

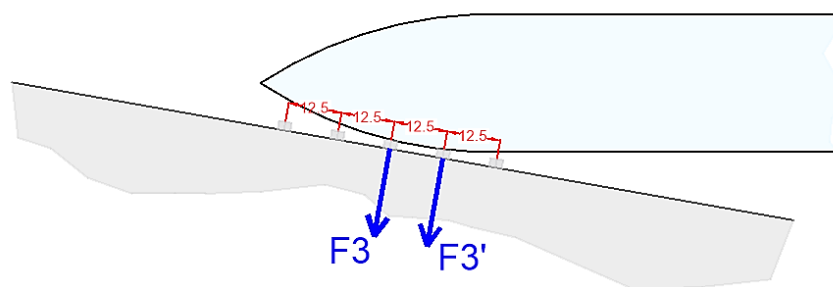


Figura 8.21 - Impatto su due parabordi

I risultati del calcolo della reazione dei parabordi in funzione di energia assorbita e schiacciamento sono sintetizzati numericamente e graficamente in Tabella 8.19.

		REAZIONE PER IMPATTO ECCEZIONALE - SLU [kN]						
ACCOSTO	IMBARCAZIONE	PARABORDO CENTRALE				DUE PARABORDI		
		F1	F2	F1	TOTALE	F3	F3'	TOTALE
CHIAPPARO	TRIESTE	0.0	1509.1	0.0	1509.1	904.0	904.0	1808.0

Tabella 8.19 - Reazione dei parabordi per impatto eccezionale (SLU)

8.2.3.5.6 Moto ondoso

Le azioni di moto ondoso inserite nel modello di calcolo sono state calcolate mediante la teoria di

Goda (fase di cresta, Figura 8.22) e la teoria di Sainflou (fase di cavo, Figura 8.23) imponendo per ciascuna combinazione di carico le condizioni maggiormente gravose.

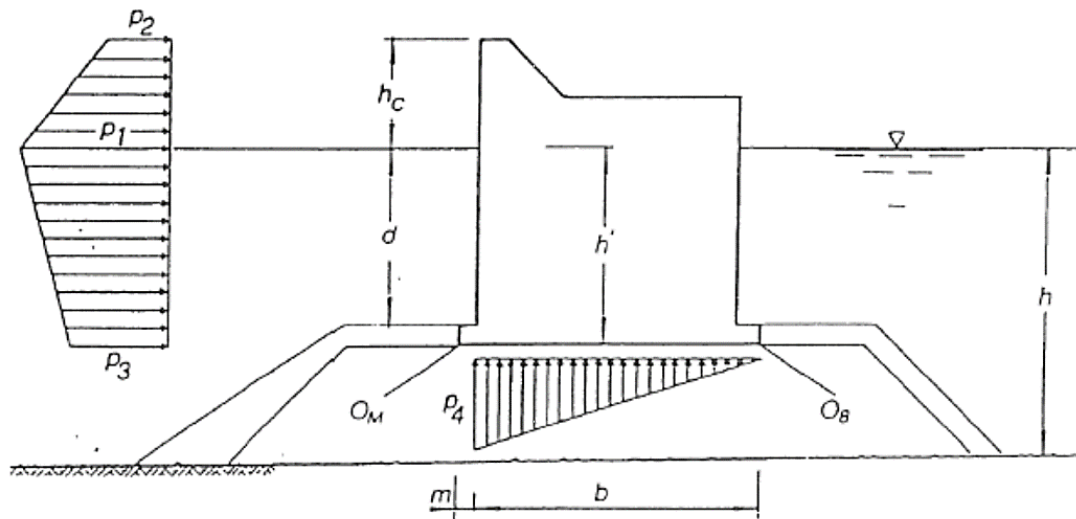


Figura 8.22 - Schema proposto da Goda per il calcolo delle spinte in fase di cresta

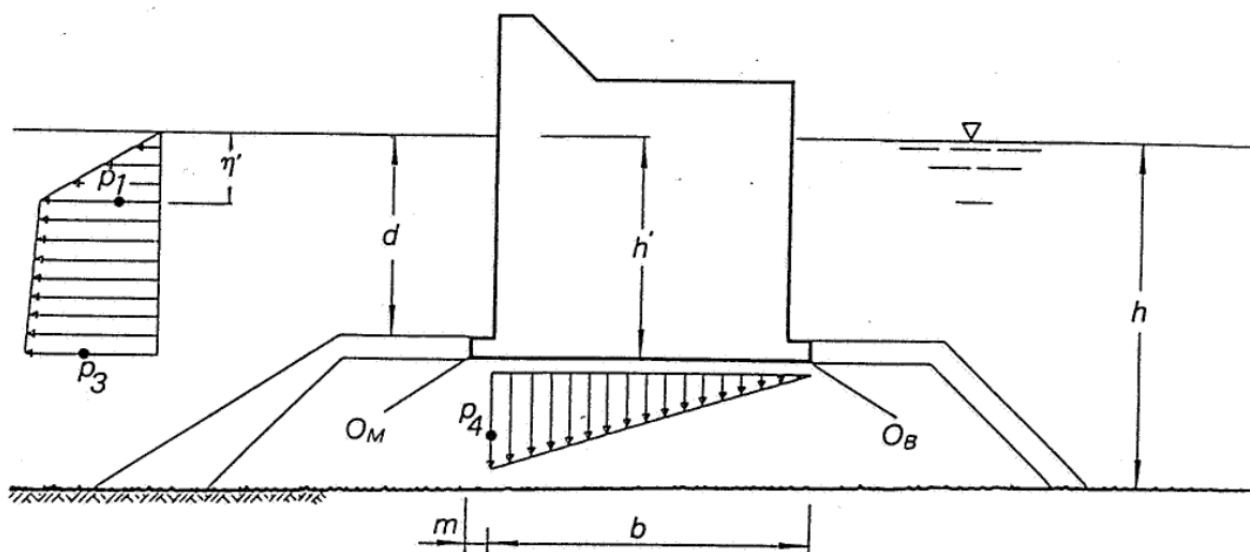


Figura 8.23 - Schema proposto da Sainflou per il calcolo delle spinte in fase di cavo

Nel calcolo di queste ultime azioni è stato considerato cautelativamente un sovrizzo pari a +1.13 m e -0.71 m. Come si evince dalla tabella sottostante l'azione dimensionante per la fase di cresta è causata dall'onda corta (il modulo della risultante è circa uguale a quello dell'onda lunga ma il braccio rispetto al fondale è maggiore nel caso di onda corta), mentre per la fase di cavo sono state approfondite entrambe le condizioni (onda lunga e onda corta) in quanto non sussiste una condizione chiaramente peggiore.

RELAZIONE TECNICO-ILLUSTRATIVA

TEST (T _R 975 anni)	FASE	APPROCCIO DI CALCOLO	Sovralzo [m IGM]	h _c [m]	d=h [m]	H [m]	η* [m]	p ₁ [kPa]	p ₂ [kPa]	p ₃ [kPa]	γ _w [kN/m]	L _p [m]	k _p [m ⁻¹]	H _s [m]	T _p [s]	R [kN/m]	b ₀ [m]
108 (Onda lunga) H _s =0.6 m, T _p =13.7 s Dir.=270.1 °N	Cresta	Goda	1.13	1.37	18.38	1.08	1.62	9.63	1.49	7.80	10.1	171.83	0.04	0.6	13.7	167.02	9.89
	Cavo	Sainflou	1.13	1.37	18.38	1.00	0.97	9.80	-	8.20	10.1	171.83	0.04	0.6	13.7	161.46	9.22
	Cavo	Sainflou	-0.71	3.21	16.54	1.00	0.97	9.77	-	8.20	10.1	164.16	0.04	0.6	13.7	144.66	8.27
TEST (T _R 975 anni)	FASE	APPROCCIO DI CALCOLO	Sovralzo [m IGM]	h _c [m]	d=h [m]	H [m]	η* [m]	p ₁ [kPa]	p ₂ [kPa]	p ₃ [kPa]	γ _w [kN/m]	L _p [m]	k _p [m ⁻¹]	H _s [m]	T _p [s]	R [kN/m]	b ₀ [m]
135 (Onda corta) H _s =1.36 m, T _p =3.8 s Dir.=270.1 °N	Cresta	Goda	1.13	1.37	18.38	2.45	3.67	14.83	9.30	0.18	10.1	22.54	0.28	1.36	3.8	164.99	12.57
	Cavo	Sainflou	1.13	1.37	18.38	2.27	1.55	15.68	-	0.27	10.1	22.54	0.28	1.36	3.8	146.39	11.64
	Cavo	Sainflou	-0.71	3.21	16.54	2.27	1.55	15.68	-	0.27	10.1	22.54	0.28	1.36	3.8	131.70	10.42

Tabella 8.20 - Azioni di moto ondoso agenti sulla struttura

I coefficienti di combinazione utilizzati per le azioni di tiro alla bitta, ormeggio, accosto e moto ondoso sono i seguenti ("vento"):

$$\Psi_{0j} = 0.6; \quad \Psi_{1j} = 0.2; \quad \Psi_{2j} = 0.0$$

8.2.3.5.7 Azione sismica

Il principale vantaggio offerto dal pre-trattamento dei sedimenti di dragaggio con tecniche di alleggerimento e cementazione LWCS è indubbiamente quella di ridurre significativamente il peso, e con esso la spinta statica e sismica del rinfienco.

Quando l'azione sismica sulle paratie viene valutata con metodi pseudostatici, la normativa nazionale prevede di considerare dei coefficienti riduttivi dell'accelerazione massima di riferimento per tener conto della deformabilità dei terreni interagenti con l'opera (coefficiente α) e della capacità dell'opera di subire spostamenti senza cadute di resistenza (coefficiente β), ovvero della capacità del sistema (terreno, struttura e vincoli) di dissipare energia durante il moto sismico:

$$a_h = k_h \cdot g = \alpha \cdot \beta \cdot a_{max}$$

dove g è l'accelerazione di gravità, k_h è il coefficiente sismico in direzione orizzontale. Di seguito sono rappresentati i diagrammi proposti nelle NTC2018 per la valutazione dei coefficienti di deformabilità, α , e di spostamento, β .

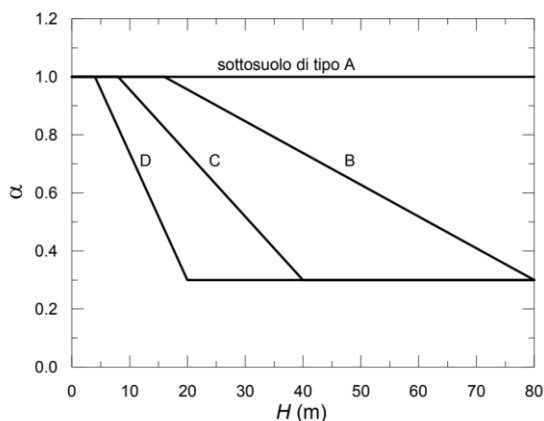


Fig. 7.11.2 – Diagramma per la valutazione del coefficiente di deformabilità α

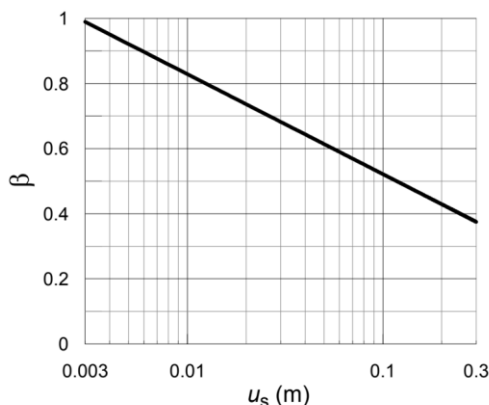


Fig. 7.11.3 – Diagramma per la valutazione del coefficiente di spostamento β

Figura 8.24 - Diagrammi per la valutazione dei coefficienti α e β

In particolare il valore del coefficiente α può essere ricavato a partire dall'altezza complessiva H

della paratia e dalla categoria di sottosuolo, mentre il valore del coefficiente β può essere ricavato in funzione del massimo spostamento u_s che l'opera può tollerare verificando l'effettivo sviluppo di meccanismi duttili nel sistema, ed assume valori minori di 1 solo se l'accelerazione massima attesa al sito risulta maggiore dell'accelerazione critica del sistema. Qualora l'accelerazione massima non fosse sufficiente a produrre un meccanismo di rottura generale nel terreno, allora deve essere $\beta = 1.0$ (§ C7.11.6.3). Con riferimento alle paratie in esame i coefficienti sismici orizzontali e verticali per SLV assumono i seguenti valori:

$$k_h = \alpha \cdot \beta \cdot a_{max} = 0.3 \cdot 1.0 \cdot 0.1365 = 0.4095$$

$$k_v = 0$$

Il fattore del fattore di deformabilità $\alpha = 0.3$ deriva dall'altezza della paratia di $H > 40 \text{ m}$ su suolo C, mentre in funzione del rapporto fra accelerazione critica del sistema e accelerazione massima attesa β risulta unitario.

L'azione sismica pseudostatica agente sulla paratia nelle verifiche di stato limite di salvaguardia della vita si produce quindi per somma di tre componenti:

1. Incremento di spinta sismica dello scheletro solido del terreno a tergo della paratia;
2. Azione inerziale dovuta al peso proprio degli elementi strutturali;
3. Pressione idrodinamica agente su entrambi i lati perimetrali della paratia.

Le prime due componenti sono tenute in conto mediante il software di calcolo impiegato, mentre l'ultima è stata aggiunta manualmente ed è stata calcolata mediante la nota formulazione di Westergaard in funzione del coefficiente sismico orizzontale k_h e dell'altezza del battente d'acqua:

$$Q_w = \frac{7}{12} \cdot k_h \cdot \gamma_w \cdot H_w^2$$

8.2.3.5.8 Combinazione delle azioni

Le combinazioni delle azioni utilizzate nelle verifiche agli stati limite sono:

- combinazione **SLU-1**: Azioni permanenti (pesi propri) + Verticali dominanti (Sovraccarico di banchina) + Orizzontali secondari (Bitta 120 t + Ormeaggio su paramento lato darsena + Moto ondoso fase cavo con onda lunga su paramento esterno);
- combinazione **SLU-2**: Azioni permanenti (pesi propri) + Verticali dominanti (Sovraccarico di banchina) + Orizzontali secondari (Bitta 120 t + Ormeaggio su paramento lato darsena + Moto ondoso fase cavo con onda corta su paramento esterno);
- combinazione **SLU-3**: Azioni permanenti (pesi propri) + Verticali dominanti (Sovraccarico di banchina) + Orizzontali secondari (Bitta 50 t + Accosto impatto eccezionale nave Trieste su paramento esterno + Moto ondoso fase cresta con onda corta su paramento esterno);
- combinazione **SLU-4**: Azioni permanenti (pesi propri) + Orizzontali dominanti (Bitta 120 t + Ormeaggio su paramento lato darsena + Moto ondoso fase cavo con onda lunga su paramento esterno) + Verticali secondari (Sovraccarico di banchina);
- combinazione **SLU-5**: Azioni permanenti (pesi propri) + Orizzontali dominanti (Bitta 120 t + Ormeaggio su paramento lato darsena + Moto ondoso fase cavo con onda corta su paramento esterno) + Verticali secondari (Sovraccarico di banchina);

- combinazione **SLU-6**: Azioni permanenti (pesi propri) + Orizzontali dominanti (Bitta 50 t + Accosto impatto eccezionale nave Trieste su paramento esterno + Moto ondoso fase cresta con onda corta su paramento esterno) + Verticali secondari (Sovraccarico di banchina);
- combinazione **SLV-1**: Azioni permanenti (pesi propri) + Spinta dinamica delle terre (verso sinistra) + Spinta idrodinamica dell'acqua secondo Westergaard + Sovraccarico di banchina (variabile $\psi=0.3$);
- combinazione **SLV-2**: Azioni permanenti (pesi propri) + Spinta dinamica delle terre (verso destra) + Spinta idrodinamica dell'acqua secondo Westergaard + Sovraccarico di banchina (variabile $\psi=0.3$);

In Tabella 8.21 sono riportate le condizioni di carico considerate, le combinazioni e i coefficienti di combinazione considerati per ciascuna di esse.

	Condizione
1	Proprio
2	Portato strutturale
3	Sovraccarico di banchina
4	Tiro alla bitta 120 t
5	Tiro alla bitta 50 t
6	Ormeggio paramento interno darsena
7	Impatto eccezionale Trieste paramento esterno
8	Fase Cavo onda lunga su paramento esterno
9	Fase Cavo onda corta su paramento esterno
10	Fase Cresta onda corta su paramento esterno
11	Spinta idrodinamica Westergaard

Comb\Cond	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
SLU-1	1.3	1.3	1.5	0.9		0.9		0.9			
SLU-2	1.3	1.3	1.5	0.9		0.9			0.9		
SLU-3	1.3	1.3	1.5		0.9		0.9			0.9	
SLU-4	1.3	1.3	1.05	1.5		1.5		1.5			
SLU-5	1.3	1.3	1.05	1.5		1.5			1.5		
SLU-6	1.3	1.3	1.05		1.5		1.5			1.5	
SLV-1	1	1	0.3								1
SLV-2	1	1	0.3								1

Tabella 8.21 - Condizioni e combinazioni di carico utilizzati per l'analisi

8.2.3.6 Modellazione dell’opera

In questa sezione vengono rappresentate in forma sintetica le principali caratteristiche dei modelli implementati per l’analisi del comportamento delle opere.

Le analisi numeriche di interazione terreno-struttura sono state eseguite con il codice di calcolo agli elementi finiti Plaxis, noto e diffuso in campo geotecnico.

Con riferimento al quadro stratigrafico in esame, nelle analisi il terreno è stato assimilato ad un mezzo elasto-plastico con incrudimento isotropo regolato dalle deformazioni volumetriche e deviatoriche plastiche.

In particolare nelle analisi si è proceduto a simulare sommariamente le fasi costruttive previste in progetto, tenendo conto anche delle condizioni idrauliche al contorno.

Le analisi sono state condotte in termini di tensioni efficaci ed in condizioni di deformazione piana. I parametri di ingresso utilizzati sono coerenti con quelli desunti dall’interpretazione delle prove geotecniche effettuate per la progettazione dell’Intervento A.

Gli elementi strutturali della paratia con cui è stata rappresentata la parete combinata esterna sono stati modellati come elementi trave (“plate”), dotati di rigidità assiale e flessionale, con legame costitutivo elastico-lineare, ed interfaccia ai quali è possibile attribuire proprietà meccaniche diverse rispetto al terreno circostante, al fine di rendere agevole la lettura diretta in termini di sollecitazioni. Tale scelta di modello è stata adottata per rendere più realistica l’interazione e la mobilitazione delle resistenze per attrito laterale e di base. I tiranti tra pali sono stati simulati mediante elementi “node to node” anchor di corrispondente rigidità assiale EA.

I modelli di calcolo implementati sono stati implementati in modo da replicare in modo quanto più fedele lo stato effettivo dei luoghi, simulando inizialmente la realizzazione dell’opera di sostegno e il consolidamento dei terreni di fondale, e tenendo in conto delle progressive fasi di riempimento con terreno alleggerito e cementato (LWCS) e applicazione dei carichi di progetto.

In tal modo è stato possibile simulare inizialmente la deformata teorica associata alla fase di riempimento e completamento del marginamento, ed infine i sovraccarichi di banchina in condizioni statiche e sismiche.

Per tutti i modelli realizzati ed analizzati la dimensione della mesh di calcolo è sufficiente da garantire effetti di bordo del tutto trascurabili. La base è vincolata agli spostamenti nelle due direzioni, mentre i bordi verticali hanno vincoli solo agli spostamenti orizzontali.

Per quanto riguarda i sovraccarichi agenti, i carichi variabili sono stati modellati imponendo i coefficienti di combinazione precedentemente previsti, in modo da ottenere le sollecitazioni sugli elementi strutturali nelle condizioni SLU. In particolare, nello svolgimento delle analisi di interazione secondo la combinazione 1 dell’approccio 1 (A1+M1+R1), con riferimento alle indicazioni fornite dalla circolare esplicativa (Circolare applicativa alle NTC2018, § C6.5.3.1.2) si è proceduto ad amplificare le azioni, distinguendo le azioni permanenti dalle azioni variabili ed incrementandole attraverso i rispettivi coefficienti $\gamma_G = 1.30$ (per le azioni permanenti) e $\gamma_Q = 1.50$ (per i carichi variabili).

Modello reologico dei terreni. Con riferimento ai quadri stratigrafici in esame, nelle analisi il terreno è stato assimilato ad un mezzo elasto-plastico con incrudimento isotropo regolato dalle deformazioni volumetriche ε_{pv} e distorsionali plastiche γ_p (modello “Hardening Soil”), in cui il comportamento in campo elastico è definito da un modulo di Young in funzione dello stato tensionale

efficace attraverso la relazione:

$$E' = E'_{ref} \cdot \left(\frac{c' \cdot \cot \varphi' + \sigma'_3}{c' \cdot \cot \varphi' + p_{ref}} \right)^m$$

dove $p_{ref}=100\text{kPa}$ è una pressione di riferimento, E'_{ref} è il modulo di Young per un valore della tensione principale efficace minima $\sigma'_3=100\text{kPa}$, ed m dipende dalle caratteristiche del terreno. Il modello è dotato di due superfici di plasticizzazione caratterizzate da un incrudimento isotropo: per la superficie f_s il parametro di incrudimento è funzione delle deformazioni distorsionali plastiche attraverso il parametro E'_{50} , mentre per la superficie f_v l'incrudimento dipende dalle deformazioni volumetriche plastiche attraverso il parametro E_{oed} . La legge di flusso è di tipo associato per la superficie f_v e di tipo non associato per la superficie f_s . Per i materiali di riempimento alleggeriti e cementati LWCS maturati è stato adottato un modello elasto-plastico perfetto con criterio di rottura alla Mohr Coulomb. Tali materiali pretrattati si comportano di fatto come un fluido “pesante”. La spinta sull'opera di sostegno è stata quindi simulata imponendo una pressione laterale equivalente sulla parete interna proporzionale alla densità del materiale trattato in acqua ($\gamma'=3.5\text{ kN/m}^3$) agente alle diverse profondità di posa. La tabella seguente riepiloga le proprietà fisiche ed i parametri di resistenza al taglio in condizioni drenate assegnati ai terreni nelle analisi numeriche.

Termini	Comportamento	γ_{unsat} [kN/m ³]	γ_{sat} [kN/m ³]	POP [kPa]	c' [kPa]	ϕ' [°]	c_u [kPa]	E' [MPa]	$E'_{50,ref}$ [MPa]	$E_{oed,ref}$ [MPa]	m [-]	$E_{ur,ref}$ [MPa]
LWCS	ND	12	13.5	-	-	-	150	30	-	-	-	-
DFA	DR	14.5	14.5	-	0	12	-	-	1.5	1	0.8	4
DLV	DR	17.5	17.5	-	0	22	-	-	1.2	0.8	0.8	3.2
DFA consol ($A_s=50\%$)	DR	19	19	-	0	28	-	17.7	-	-	-	-
DLV consol ($A_s=25\%$)	DR	18.5	18.5	-	0	27	-	10.5	-	-	-	-
DA1	DR	19.5	19.5	450	40	28	-	-	12.5	7.6	0.65	30.4
DA2	DR	19.5	19.5	600	40	28	-	-	8.6	4.3	0.8	17.2

Figura 8.25 - Parametri di modellazione geotecnica

8.2.3.6.1 Modello di riferimento

Il modello agli elementi finiti implementato per la valutazione della sicurezza dell'opera (verifiche SLU e SLV) è rappresentato in Figura 8.26.

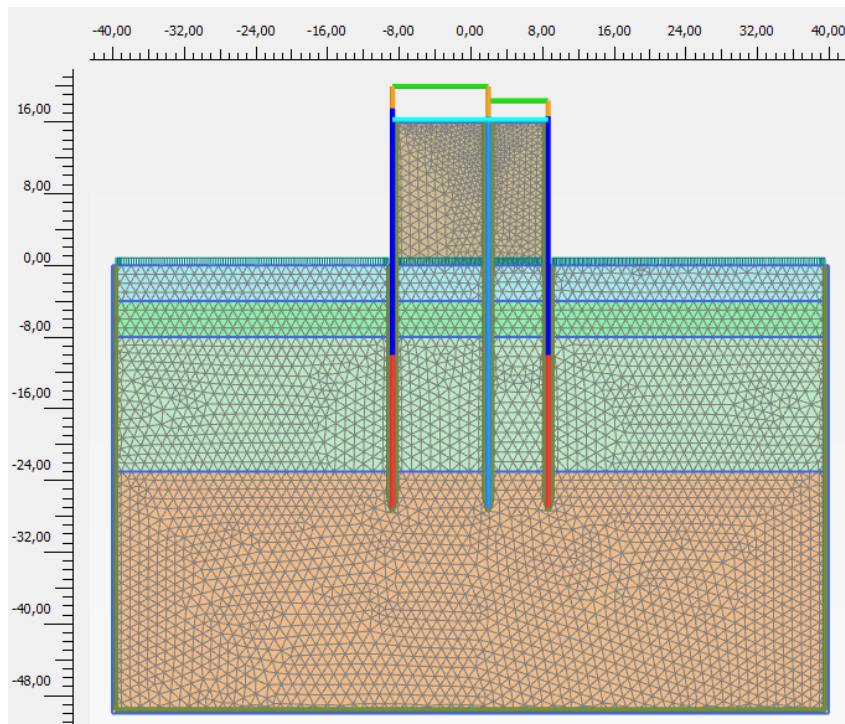


Figura 8.26 - Modello di calcolo

Gli elementi strutturali inseriti nel modello numerico sono stati modellati secondo i seguenti parametri di rigidezza assiale e flessionale:

	Opera	EA [kN/m]	EI [kN/m ² /m]	ν [-]
	Parete combinata interna	2.76E+07	5.03E+06	0.15
	Pali cls 1580 mm	1.95E+07	3.04E+06	0.2
	Pali cls 1600 mm	2.00E+07	3.20E+06	0.2
	Cordoli	9.00E+07	5.07E+06	0.2
	Impalcato	1.90E+07	4.80E+05	0.2
	Tiranti	2.67E+05	-	-

Tabella 8.22 - Parametri di rigidezza degli elementi strutturali

Le principali fasi realizzative dell’opera implementate nel modello sono rappresentate nelle figure a seguire.

Condizioni litostatiche iniziali

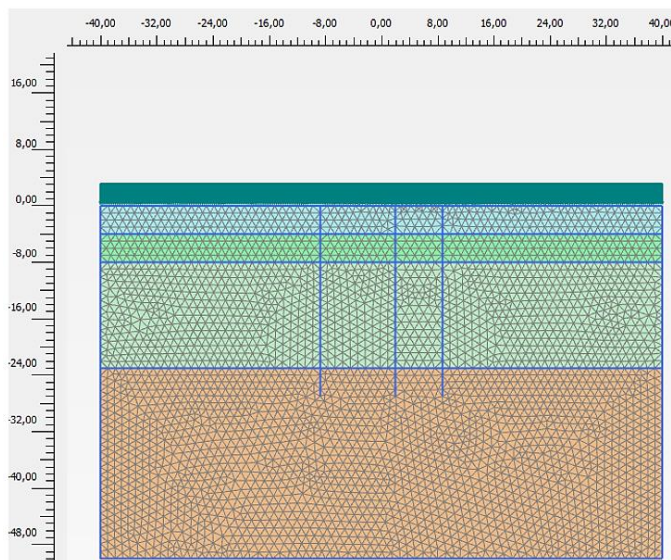


Figura 8.27 - Macro fase 1: condizioni litostatiche iniziali

Stabilizzazione terreni e installazione cofferdam e pali

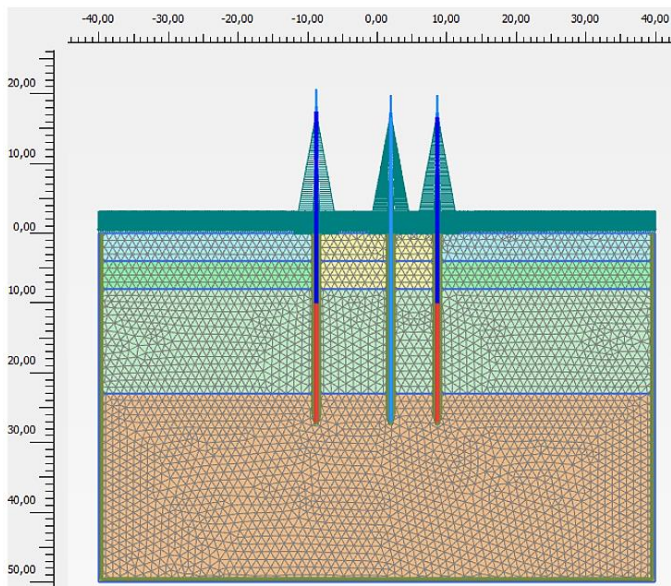


Figura 8.28 - Macro fase 2: stabilizzazione terreni e installazione cofferdam e pali

Riempimento cofferdam e installazione tiranti e soletta

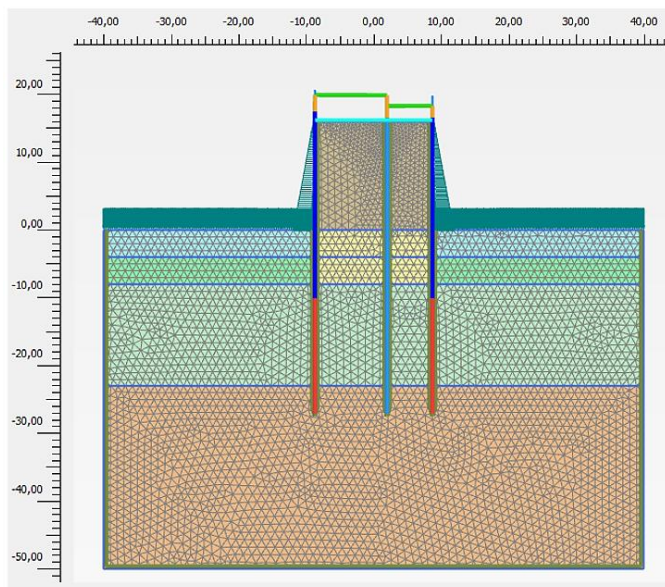


Figura 8.29 - Macro fase 3: Riempimento cofferdam e installazione tiranti e soletta

Applicazione carichi: SLU-1

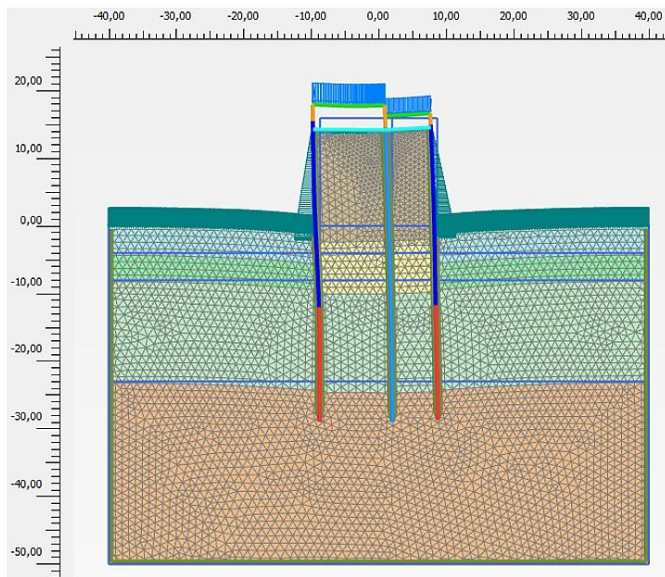


Figura 8.30 - Macro fase 4: applicazione carichi: SLU-1

Applicazione carichi: SLU-2

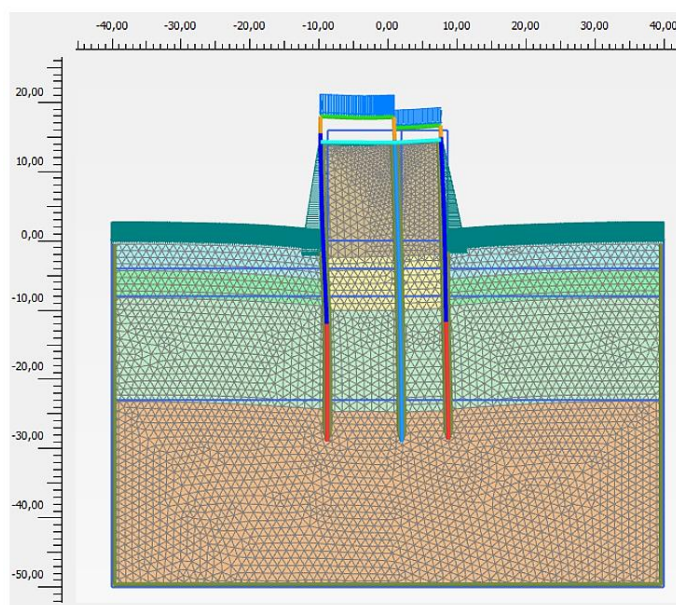


Figura 8.31 - Macro fase 5: applicazione carichi: SLU-2

Applicazione carichi: SLU-3

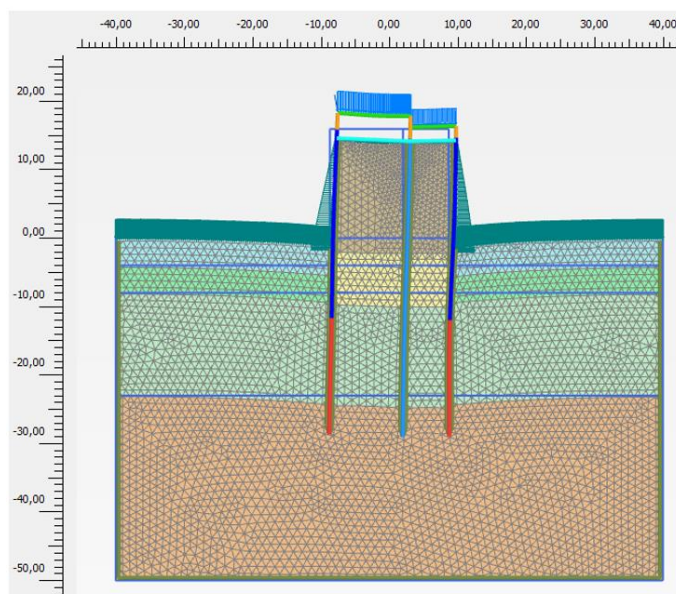


Figura 8.32 - Macro fase 6: applicazione carichi: SLU-3

Applicazione carichi: SLU-4

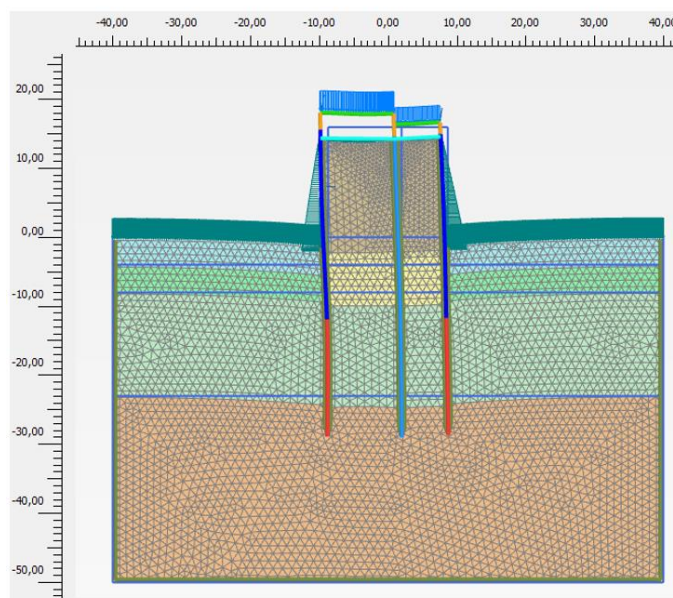


Figura 8.33 - Macro fase 7: applicazione carichi: SLU-4

Applicazione carichi: SLU-5

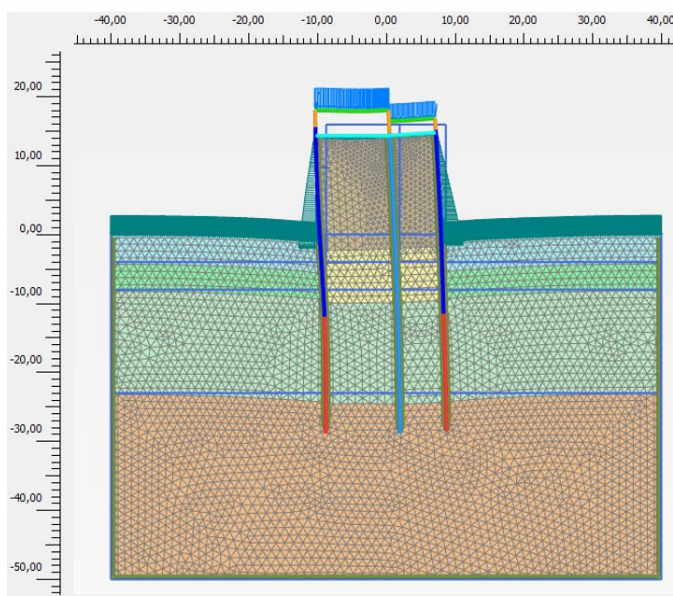


Figura 8.34 - Macro fase 8: applicazione carichi: SLU-5

Applicazione carichi: SLU-6

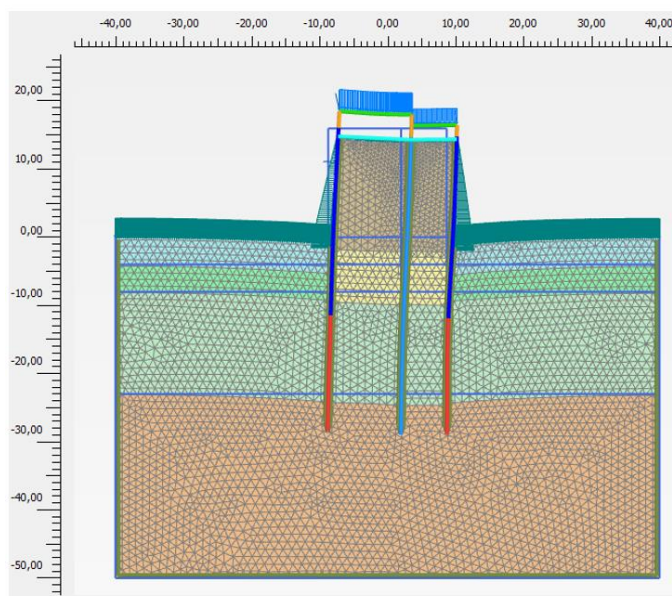


Figura 8.35 - Macro fase 9: applicazione carichi: SLU-6

Applicazione carichi: SLV-1

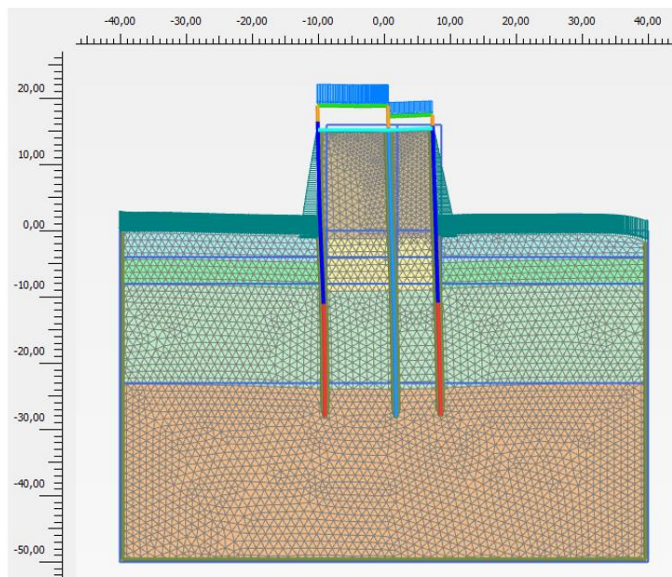


Figura 8.36 - Macro fase 10: applicazione carichi: SLV-1

Applicazione carichi: SLV-2

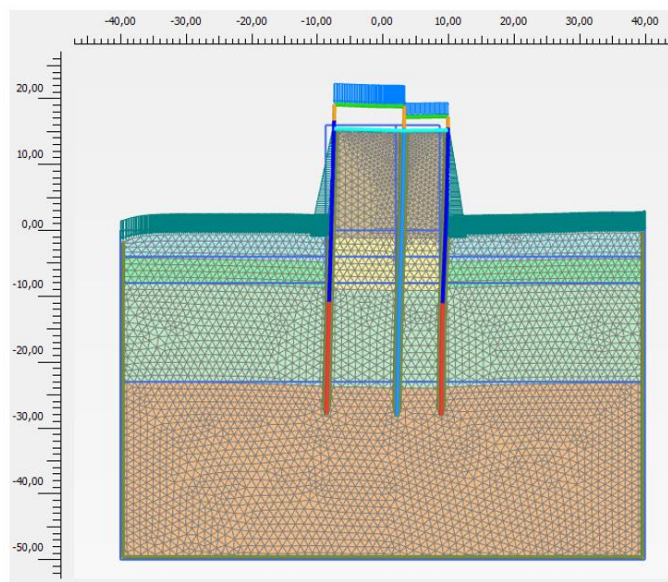


Figura 8.37 - Macro fase 11: applicazione carichi: SLV-2

Nel paragrafo successivo sono presentati i risultati ottenuti in termini di caratteristiche di sollecitazione per gli elementi strutturali.

8.2.3.6.2 Sollecitazioni agli stati limite ultimi SLU/SLV

Le massime sollecitazioni ottenute espresse per metro lineare sono rappresentate in tabella:

Opera	Combinazione	M _{min} [kNm/m]	M _{max} [kNm/m]	V _{min} [kN/m]	V _{max} [kN/m]
Parete combinata esterna	SLU-1	-1556	1255	-181.6	254.8
	SLU-2	-1545	1084	-180.5	250.9
	SLU-3	-479.9	884.4	-139.2	174.9
	SLU-4	-1681	1488	-196.6	267.7
	SLU-5	-1805	1299	-198.9	274.5
	SLU-6	-233.6	844.4	-195.1	165.3
	SLV-1	-1092	938.8	-122.5	208.8
	SLV-2	-146.2	214.3	-33.3	93.1
MAX/MIN		-1805	1488	-198.9	274.5
Fila di pali centrale	SLU-1	-32.7	260.4	-91.8	30.6
	SLU-2	-37.9	262.7	-87.9	36.8
	SLU-3	-447.2	498.4	-199.7	42.3
	SLU-4	-197.6	413.4	-45.5	78.1
	SLU-5	-216.5	446	-53.4	83.4
	SLU-6	-622.3	594.7	-213.5	58
	SLV-1	-158.5	337	-38	50.7
	SLV-2	-406.8	377	-95.5	36.6
MAX/MIN		-622.3	594.7	-213.5	83.4
Parete combinata lato darsena	SLU-1	-413.2	791.9	-141	84.5
	SLU-2	-413.8	822.8	-144	84.4
	SLU-3	-1455	1010	-245.1	165
	SLU-4	-79.6	647.7	-78.8	85.3
	SLU-5	-50.4	751.9	-101.5	87.2
	SLU-6	-1660	1060	-262.5	178.3
	SLV-1	-133.9	192.9	-42.8	34.1
	SLV-2	-1007	936.8	-202.9	110.4
MAX/MIN		-1660	1060	-262.5	178.3

Tabella 8.23 - Caratteristiche sollecitazione elementi strutturali portanti

Considerando l'interasse tra gli elementi principali di 3.48 m, in ciascun palo le massime sollecitazioni risulteranno quindi pari a:

Opera	i [m]	M _{min} [kNm/m]	M _{max} [kNm/m]	V _{min} [kN/m]	V _{max} [kN/m]
Parete combinata esterna	3.48	-6281.4	5178.2	-692.2	955.3
Fila di pali centrale	3.48	-2165.6	2069.6	-743.0	290.2
Parete combinata lato darsena	3.48	-5776.8	3688.8	-913.5	620.5

Tabella 8.24 - Caratteristiche sollecitazione sui singoli elementi strutturali portanti

Per quanto riguarda i tiranti il tiro massimo di progetto ottenuto è pari a:

Opera	Combinazione	N _{max} [kN]
Tirante	SLU-2	707.7

Tabella 8.25 - Massima sollecitazione assiale sui tiranti

8.2.3.7 Verifiche elementi strutturali

8.2.3.7.1 Dimensionamento ai sensi delle NTC2018

Per ogni stato limite ultimo che preveda il raggiungimento della resistenza di un elemento strutturale (STR) o del terreno (GEO), come definiti al § 2.6.1 delle suddette NTC2018, deve essere rispettata la condizione:

$$E_d \leq R_d$$

dove E_d è il valore di progetto dell'azione o dell'effetto dell'azione definito dalle relazioni [6.2.2a] o [6.2.2b]:

$$E_d = E \left[\gamma_F \cdot F_k; \frac{X_k}{\gamma_M}; a_d \right]$$

$$E_d = \gamma_E \cdot E \left[F_k; \frac{X_k}{\gamma_M}; a_d \right]$$

e R_d è il valore di progetto della resistenza del sistema geotecnico definito dalla relazione [6.2.3]:

$$R_d = \frac{R}{\gamma_R} \left[\gamma_F \cdot F_k; \frac{X_k}{\gamma_M}; a_d \right]$$

L'effetto delle azioni e la resistenza di progetto sono espressi in funzione delle azioni di progetto $\gamma_F F_k$, dei parametri geotecnici di progetto X_k/γ_M e della geometria di progetto a_d . Nella formulazione della resistenza R_d , compare esplicitamente un coefficiente γ_R che opera direttamente sulla resistenza del sistema. L'effetto delle azioni di progetto può anche essere valutato direttamente con i valori caratteristici delle azioni come indicato dalla [6.2.2b] con $\gamma_E = \gamma_F$.

8.2.3.7.2 Criteri delle verifiche strutturali

La resistenza di calcolo delle membrature R_d si pone nella forma:

$$R_d = \frac{R_k}{\gamma_M}$$

In cui R_k è il valore caratteristico della resistenza – trazione, compressione, flessione, taglio e torsione – della membratura, determinata dai valori caratteristici della resistenza dei materiali f_{yk} e dalle caratteristiche geometriche degli elementi strutturali, dipendenti dalla classe della sezione, come di seguito illustrate.

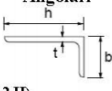
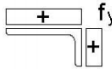
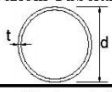
<div>Angolari</div> 																			
Riferirsi anche alle piattabande esterne (v. Tab 4.2.II) Non si applica agli angoli in contatto continuo con altri componenti																			
Classe	Sezione in compressione																		
Distribuzione delle tensioni sulla sezione (compressione positiva)																			
3	$h/t \leq 15\epsilon$ $\frac{b+h}{2t} \leq 11,5\epsilon$																		
<div>Sezioni Tubolari</div> 																			
Classe	Sezione inflessa e/o compressa																		
1	$d/t \leq 50\epsilon^2$																		
2	$d/t \leq 70\epsilon^2$																		
3	$d/t \leq 90\epsilon^2$ (Per $d/t > 90\epsilon^2$ vedere EN 1993-1-6)																		
$\epsilon = \sqrt{235/f_{yk}}$	<table><tr><td>f_{yk}</td><td>235</td><td>275</td><td>355</td><td>420</td><td>460</td></tr><tr><td>ϵ</td><td>1,00</td><td>0,92</td><td>0,81</td><td>0,75</td><td>0,71</td></tr><tr><td>ϵ^2</td><td>1,00</td><td>0,85</td><td>0,66</td><td>0,56</td><td>0,51</td></tr></table>	f_{yk}	235	275	355	420	460	ϵ	1,00	0,92	0,81	0,75	0,71	ϵ^2	1,00	0,85	0,66	0,56	0,51
f_{yk}	235	275	355	420	460														
ϵ	1,00	0,92	0,81	0,75	0,71														
ϵ^2	1,00	0,85	0,66	0,56	0,51														

Figura 8.38 - Classi di sezioni dei profilati metallici

Per le verifiche di resistenza delle sezioni delle membrature, con riferimento ai modelli di resistenza esposti nella normativa NTC18 ed utilizzando acciai dal grado S235 al grado S460, si adottano i fattori parziali γ_{M0} e γ_{M2} indicati nella tabella. Il coefficiente di sicurezza γ_{M2} , in particolare, deve essere impiegato qualora si eseguano verifiche di elementi tesi nelle zone di unione delle membrature indebolite dai fori.

Per valutare la stabilità degli elementi strutturali compressi, inflessi e presso-inflessi, si utilizza il coefficiente parziale di sicurezza γ_{M1} .

Resistenza delle Sezioni di Classe 1-2-3-4	$\gamma_{M0} = 1,05$
Resistenza all'instabilità delle membrature	$\gamma_{M1} = 1,05$
Resistenza all'instabilità delle membrature di ponti stradali e ferroviari	$\gamma_{M1} = 1,10$
Resistenza, nei riguardi della frattura, delle sezioni tese (indebolite dai fori)	$\gamma_{M2} = 1,25$

Tabella 8.26 - Coefficienti di sicurezza per la resistenza

Le verifiche degli elementi strutturali sono state condotte, a seconda dello stato tensionale agente nell'elemento analizzato, con riferimento alle seguenti relazioni.

Elementi inflessi (flessione retta)

Il momento flettente di calcolo M_{Ed} deve rispettare la seguente condizione:

$$\frac{M_{Ed}}{M_{c,Rd}} \leq 1$$

dove la resistenza di calcolo a flessione retta della sezione $M_{c,Rd}$ si valuta tenendo conto della presenza di eventuali fori in zona tesa per collegamenti bullonati o chiodati.

La resistenza di calcolo a flessione retta della sezione $M_{c,Rd}$ vale:

$$M_{c,Rd} = M_{pl,Rd} = \frac{W_{pl} \cdot f_{yk}}{\gamma_{M0}} \quad \text{per le sezioni di classe 1 e 2;}$$

$$M_{c,Rd} = M_{el,Rd} = \frac{W_{el,min} \cdot f_{yk}}{\gamma_{M0}} \quad \text{per le sezioni di classe 3;}$$

$$M_{c,Rd} = \frac{W_{eff,min} \cdot f_{yk}}{\gamma_{M0}} \quad \text{per le sezioni di classe 4.}$$

Elementi sollecitati a taglio

Il valore di calcolo dell'azione tagliante V_{Ed} deve rispettare la condizione:

$$\frac{V_{Ed}}{V_{c,Rd}} \leq 1$$

dove la resistenza di calcolo a taglio $V_{c,Rd}$, in assenza di torsione, vale:

$$V_{c,Rd} = \frac{A_v \cdot f_{yk}}{\sqrt{3} \cdot \gamma_{M0}}$$

dove A_v è l'area resistente a taglio, che per sezioni circolari cave e tubi di spessore uniforme vale:

$$A_v = 2 \cdot A / \pi$$

dove A è l'area lorda della sezione del profilo.

In generale la sollecitazione di taglio di progetto sulla parte in acciaio, non deve eccedere il 50% del taglio resistente di progetto della sola sezione in acciaio (§ 4.2.4.1.2), per poterne così trascurare l'influenza sulla determinazione della curva di interazione N-M. In caso contrario è possibile tenerne in conto dell'interazione in base alle indicazioni del § 4.2.4.1.2.

Dunque, per semplicità è possibile procedere assegnando tutta l'azione di taglio V_{Ed} alla sola parte in acciaio.

Elementi sollecitati a flessione e taglio

Se il taglio di calcolo V_{Ed} è inferiore a metà della resistenza di calcolo a taglio $V_{c,Rd}$ si può trascurare l'influenza del taglio sulla resistenza a flessione, eccetto nei casi in cui l'instabilità per taglio riduca la resistenza a flessione della sezione.

Se il taglio di calcolo V_{Ed} è superiore a metà della resistenza di calcolo a taglio $V_{c,Rd}$ bisogna tener conto dell'influenza del taglio sulla resistenza a flessione.

Posto:

la resistenza a flessione si determina assumendo per l'area resistente a taglio A_v la tensione di snervamento ridotta $(1 - \rho) f_{yk}$.

Effetti indotti nel tempo dalla corrosione

Cautelativamente, nelle verifiche degli elementi strutturali sono state prese in considerazione anche le perdite di spessore dei tubolari metallici riconducibili ad effetti di corrosione di lunga durata.

In particolare, sulla base delle indicazioni fornite dalla normativa europea EN 1993-5 : 2003 (tabella 4-2 dell'Eurocode 3: Design of steel structures) con riferimento alla vita di riferimento di 100 anni, è stata considerata una riduzione di spessore di 3.50 mm anche alla luce delle sollecitazioni ottenute, i cui valori massimi riguardano sempre sezioni completamente immerse.

Required design working life	5 years	25 years	50 years	75 years	100 years
Common fresh water (river, ship canal, ...) in the zone of high attack (water line)	0,15	0,55	0,90	1,15	1,40
Very polluted fresh water (sewage, industrial effluent, ...) in the zone of high attack (water	0,30	1,30	2,30	3,30	4,30
Sea water in temperate climate in the zone of high attack (low water and splash zones)	0,55	1,90	3,75	5,60	7,50
Sea water in temperate climate in the zone of permanent immersion or in the intertidal zone	0,25	0,90	1,75	2,60	3,50

Tabella 8.27 - Perdita di spessore per corrosione per pali e palancole in acqua salmastra

8.2.3.8 Resistenze della sezione strutturale portante

A favore di sicurezza, le verifiche sulle pareti combinate (esterna e interna) sono state riportate alla funzione portante dei pali principali. Ai fini delle verifiche a flessione, la sezione è stata considerata comunque di classe 3.

Di seguito (Tabella 8.28 e Tabella 8.29) sono rappresentati i parametri meccanici e geometrici impiegati per la definizione delle resistenze a flessione e taglio, sia a breve termine (in assenza di specifici fenomeni di corrosione) che a lungo termine (sezione ridotta per perdite di spessore).

Caratteristiche strutturali in assenza di corrosione – Pali delle pareti combinate

Dati geometrici		
ϕ_{est}	1620 mm	Diametro esterno armatura
ϕ_{int}	1580 mm	Diametro interno armatura
s	20 mm	Spessore armatura
int	1,1 m	Interasse pali
A_s	100531 mm ²	Area della sezione
$A_v = 2 \times A_s / \pi$	64000,0 mm ²	Area di taglio
J_s	3,22E+10 mm ⁴	Inerzia della sezione
W_{el}	3,97E+07 mm ³	Modulo di resistenza elastico della sezione
W_{pl}	5,12E+07 mm ³	Modulo di resistenza plastico della sezione
i	566 mm	Raggio di inerzia della sezione
Classe Sezione metallica		
ϵ	0,814	Parametro di controllo epsilon
ϵ^2	0,662	Parametro di controllo epsilon quadrato
d/t	81	Rapporto diametro/spessore
Classe	3	Classe di resistenza sezione
W	W _{el}	Modulo di resistenza di riferimento
Resistenze strutturali della sezione		
M _y	23126,0 kNm	Resistenza a flessione
V _y	12492,8 kN	Resistenza a taglio

Tabella 8.28 - Caratteristiche meccaniche, geometriche e strutturali sezione pali pareti combinate (in assenza di corrosione)

Caratteristiche strutturali con corrosione – perdita di spessore pari a 3.50 mm

Dati geometrici		
ϕ_{est}	1613 mm	Diametro esterno armatura
ϕ_{int}	1580 mm	Diametro interno armatura
s	16,5 mm	Spessore armatura
int	1,1 m	Interasse pali
A_s	82757 mm ²	Area della sezione
$A_v = 2 \times A_s / \pi$	52684,5 mm ²	Area di taglio
J_s	2,64E+10 mm ⁴	Inerzia della sezione
W_{el}	3,27E+07 mm ³	Modulo di resistenza elastico della sezione
W_{pl}	4,21E+07 mm ³	Modulo di resistenza plastico della sezione
i	564 mm	Raggio di inerzia della sezione

Classe Sezione metallica		
ε	0,814	Parametro di controllo epsilon
ε^2	0,662	Parametro di controllo epsilon quadrato
d/t	97,757576	Rapporto diametro/spessore
Classe	3	Classe di resistenza sezione
W	Wel	Modulo di resistenza di riferimento

Resistenze strutturali della sezione		
M_y	20092,0 kNm	Resistenza a flessione
V_y	10284,0 kN	Resistenza a taglio

Tabella 8.29 - Caratteristiche meccaniche, geometriche e strutturali pali pareti combinate (con corrosione 3.50 mm)

8.2.3.9 Verifiche sezione corrente

8.2.3.9.1 Verifiche pali parete combinata esterna

VERIFICA PALI PARETE COMBINATA ESTERNA	
M_{Ed} [kNm]	6281.4
V_{Ed} [kN]	955.3
Verifiche B.T.	
M_{Rd} [kNm]	23126
M_{Rd}/M_{Ed} [-]	3.68
V_{Rd} [kN]	12492.8
V_{Rd}/V_{Ed} [-]	13.08
Verifiche L.T. (perdita di spessore 3.5 mm)	
M_{Rd} [kNm]	20092
M_{Rd}/M_{Ed} [-]	3.20
V_{Rd} [kN]	10284.0
V_{Rd}/V_{Ed} [-]	10.77

Tabella 8.30 - Verifiche pali parete combinata esterna

8.2.3.9.2 Verifiche fila di pali centrale

In questo caso non sono presenti – a vantaggio di sicurezza - le verifiche a lungo termine in quanto il palo è considerato con camicia a perdere non strutturale

VERIFICA PALI CENTRALI	
M_{Ed} [kNm]	2165.6
V_{Ed} [kN]	743.0
Verifiche B.T.	
M_{Rd} [kNm]	5348.8
M_{Rd}/M_{Ed} [-]	2.47
V_{Rd} [kN]	1994.2
V_{Rd}/V_{Ed} [-]	2.68

Tabella 8.31 - Verifiche fila centrale di pali

8.2.3.9.3 Verifiche pali parete combinata lato darsena

VERIFICA PALI PARETE COMBINATA INTERNA (LATO DARSENA)	
M_{Ed} [kNm]	5776.8
V_{Ed} [kN]	913.5
Verifiche B.T.	
M_{Rd} [kNm]	23126
M_{Rd}/M_{Ed} [-]	4.00
V_{Rd} [kN]	12492.8
V_{Rd}/V_{Ed} [-]	13.68
Verifiche L.T. (perdita di spessore 3.5 mm)	
M_{Rd} [kNm]	20092
M_{Rd}/M_{Ed} [-]	3.48
V_{Rd} [kN]	10284.0
V_{Rd}/V_{Ed} [-]	11.26

Tabella 8.32 - Verifica pali parete combinata lato darsena

8.2.3.9.4 Verifiche tiranti

VERIFICA TIRANTI	
N_{Ed} [kN]	707.7
Verifiche B.T.	
N_{Rd} [kN]	2945.2
N_{Rd}/N_{Ed} [-]	4.2
Verifiche L.T. (perdita di spessore 7.5 mm)	
N_{Rd} [kN]	1884.9
N_{Rd}/N_{Ed} [-]	2.7

Tabella 8.33 - Verifiche tiranti

8.2.4 Calcolo preliminare alternativa progettuale 3: struttura a giorno su pali

8.2.4.1 Descrizione della struttura a giorno su pali

La terza soluzione (sezione tipologica in Figura 8.39), prevede la realizzazione di una serie di impalcati a giorno su pali trivellati, tramite moduli strutturalmente indipendenti collegati tra loro mediante giunti tecnici. In testa ai pali è prevista l’installazione di pulvini prefabbricati in c.a. la cui funzione è quella di consentire nelle fasi costruttive il posizionamento delle travi, anch’esse prefabbricate in calcestruzzo armato, di lunghezza variabile a seconda degli interassi tra i pali. Esse costituiranno, a struttura ultimata, il graticcio di travi dell’impalcato. Su tale “griglia” di travi saranno allocate lastre prefabbricate tipo “predalles” e soletta di completamento.

L’impalcato sarà completato con idonea sovrastruttura all’interno della quale verranno allocati i cunicoli dei sottoservizi.

Ciascun palo sarà profondamente infisso nel complesso delle argille subappennine e dovrà assolvere, sin dalle prime fasi costruttive, alle esigenze di resistenza strutturale necessaria. A tal fine per ciascuno di essi è prevista una camicia a perdere in acciaio di spessore 14 mm che dovrà essere ammortata per un minimo di 2.00 m nel substrato di depositi limosi-argillosi consistenti, denominato DA1.

Per ogni singolo modulo i pali di fondazione saranno opportunamente progettati in funzione della stratigrafia dell’area di competenza ed eventualmente diversificati in funzione delle condizioni geotecniche locali. Tale scelta dovrà essere approfondita a seguito di future campagne di indagini geotecniche e geognostiche da programmare nell’area di interesse al fine di ottenere una più profonda conoscenza dei parametri geotecnici e delle stratigrafie dei terreni di fondazione delle nuove opere. I pali che costituiranno il nuovo molo Chiapparo avranno tutti diametro pari a 1500 mm.

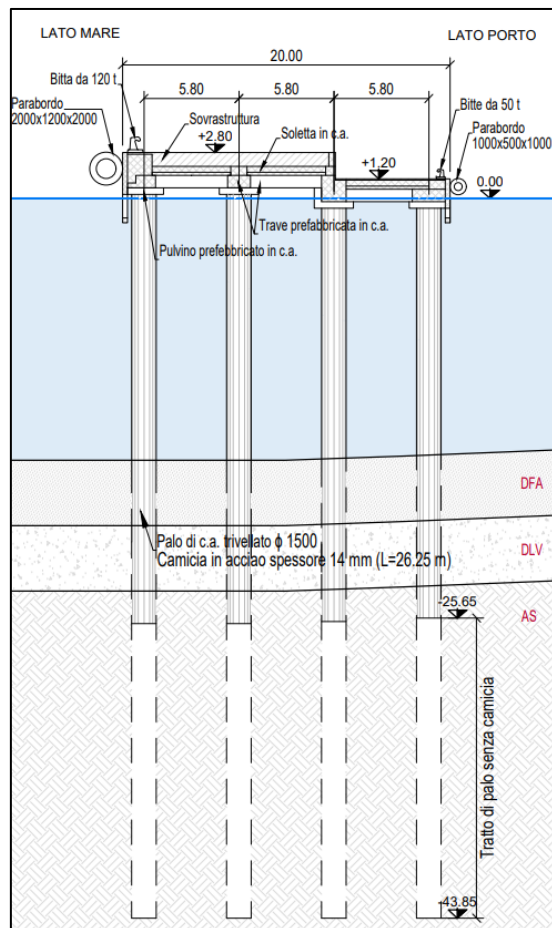


Figura 8.39 - Sezione tipologica struttura a giorno su pali

8.2.4.2 Materiali impiegati

Le caratteristiche dei materiali previsti per la realizzazione delle opere in progetto, a cui si è fatto riferimento per la redazione dei calcoli di seguito riportati, sono le seguenti:

Strutture in elevazione in calcestruzzo armato:

- Calcestruzzo: $R_{ck} \geq 45$ MPa (Classe C35/45);
- Acciaio in barre ad aderenza migliorata B450C.

Pali di fondazione per le strutture a giorno:

- Calcestruzzo: $R_{ck} \geq 45$ MPa (Classe C35/45);
- Acciaio in barre ad aderenza migliorata B450C.

8.2.4.2.1 Calcestruzzo

Le caratteristiche assunte in fase di progettazione per il calcestruzzo di classe C35/45 per le nuove opere in c.a. sono riportate nella tabella seguente:

CALCESTRUZZO CLASSE 35/45	
Resistenza caratteristica cubica	$R_{ck} = 45 \text{ N/mm}^2$
Resistenza caratteristica cilindrica	$f_{ck} = 37.35 \text{ N/mm}^2$
Resistenza media cilindrica	$f_{cm} = 45.35 \text{ N/mm}^2$
Resistenza a trazione media	$f_{ctm} = 3.35 \text{ N/mm}^2$
Resistenza a trazione caratteristica Frattile 5%	$f_{ctk,5} = 2.35 \text{ N/mm}^2$
Resistenza a trazione caratteristica Frattile 95%	$f_{ctk,95} = 4.36 \text{ N/mm}^2$
Modulo Elastico	$E_c = 34625.5 \text{ N/mm}^2$
Coefficiente di Dilatazione Termica	$\alpha = 0.00001 \text{ 1/}^\circ\text{C}$

Tabella 8.34 - Proprietà calcestruzzo C35/45

Le caratteristiche dei calcestruzzi sono state definite in accordo alle indicazioni fornite dalla Norma UNI 11104:2016 e dalla Circolare n. 7/2019, assumendo cautelativamente:

- Classe di esposizione: XS2-XS3 (Corrosione indotta da cloruri presenti nell'acqua di mare-Calcestruzzo di parti di strutture marine completamente immerse in acqua, Calcestruzzo di opere portuali, per esempio banchine, moli, pontili);
- Classe di resistenza minima: C35/45;
- Massimo rapporto a/c: 0.45;
- Minimo contenuto di cemento: 360 kg/m³;
- Spessore copriferro minimo: 60 mm.

8.2.4.2.2 Barre di armatura per c.a.

Il progetto delle opere in c.a. prevede l'impiego di barre ad aderenza migliorata in acciaio tipo B450C. Le caratteristiche assunte in fase di progettazione sono riportate nella tabella seguente.

f_{yk} (Mpa)	f_{tk} (Mpa)	ε_{uk} (‰)	E_s (Mpa)	f_{yd} (Mpa)	f_{td} (Mpa)	ε_{yd} (‰)	ε_{ud} (‰)
450	540	25	210000	391	469	1.86	22.5

Tabella 8.35 - Caratteristiche meccaniche dell'acciaio delle barre di armatura

8.2.4.3 Azioni e combinazioni di progetto

Nel presente capitolo è riportata l'analisi dei carichi agenti sulle strutture a giorno su pali precedentemente descritte.

8.2.4.3.1 Carichi permanenti strutturali

I carichi permanenti strutturali dovuti al peso proprio degli elementi in calcestruzzo armato sono stati valutati assumendo per il calcestruzzo un peso per unità di volume pari a $g_{1k} = 25.00 \text{ kN/m}^3$. Nel seguito si riporta il calcolo dei pesi propri degli elementi strutturali:

- Soletta (incluse coppelle): $g_{1k} = 25.00 \cdot 0.55 = 13.75 \text{ kN/m}^2$;
- Travi rettangolari prefabbricate: $g_{1k} = 25.00 \cdot 1.40 \cdot 0.75 = 26.25 \text{ kN/m}$;
- Pali in c.a.: $g_{1k} = 25.00 \cdot 1.77 = 44.16 \text{ kN/m}$;
- Pulvino interno: $G_{1k} = 25.00 \cdot 2.4 \cdot 2.4 \cdot 0.4 = 57.6 \text{ kN}$;
- Pulvino esterno: $G_{1k} = 25.00 \cdot 2.4 \cdot 2.2 \cdot 0.4 = 52.8 \text{ kN}$.

8.2.4.3.2 Carichi permanenti non strutturali

I carichi permanenti non strutturali sono dovuti alla parte sommitale dell’impalcato, costituito da una sovrastruttura dello spessore complessivo di 0.85 m, composta da calcestruzzo alleggerito (spessore medio 58 cm; $\gamma_{mg} = 19.00 \text{ kN/m}^3$), massetto delle pendenze (spessore medio pari a 7 cm; $\gamma_{mp} = 20 \text{ kN/m}^3$) e pavimentazione industriale in c.a. (spessore 20 cm; $\gamma_{pav} = 25.00 \text{ kN/m}^3$).

Dunque, il peso complessivo da attribuire all’intero strato di sovrastruttura è pari a circa 17.4 kN/m^2 .

8.2.4.3.3 Carichi variabili

Il sovraccarico variabile considerato agente come un carico uniformemente distribuito sull’impalcato è stato assunto pari a:

$$Q_{1k} = 40 \text{ kN/m}^2$$

I coefficienti di combinazione dell’azione in condizioni statiche sono i seguenti (“**Categoria G**: rimesse, parcheggi ed aree per il traffico dei veicoli, per autoveicoli di peso > 30 kN”):

$$\Psi_{0j} = 0.7; \quad \Psi_{1j} = 0.5; \quad \Psi_{2j} = 0.3$$

8.2.4.3.4 Tiro alla bitta, Accosto e Azioni da moto ondoso

Sulle nuove opere, è prevista l’installazione di bitte da 120 t posizionate lungo il filo banchina esterno di ciascun impalcato (Molo UU.NN. maggiori) con interasse costante pari a circa 25 m, unitamente a bitte da 50 t posizionate lungo il filo banchina interno lato Darsena (Molo UU.NN. minori), con interasse pari a circa 20 m.

Si assume che il tiro alla bitta agisca ortogonalmente alle banchine e nel piano orizzontale dell’impalcato. Nei calcoli il valore caratteristico del tiro alla bitta è rispettivamente pari a:

$$Q_{2k} = 1200 \text{ kN}$$

$$Q_{2k} = 500 \text{ kN}$$

Il calcolo delle azioni dovute al moto ondoso agente sui pannelli e sulle travi di coronamento degli impalcati a giorno è stato condotto utilizzando l’approccio di calcolo proposto da KRIEBEL, SOLLIT e GERKEN (1998). Le formulazioni utilizzate non tengono conto della presenza delle forature sui pannelli e dell’angolo di incidenza della mareggiata, motivo per cui i valori ottenuti per le forze agenti sui pannelli rappresentano una stima cautelativa. In Tabella 8.36 è riportato, in sintesi, il calcolo delle spinte da moto ondoso agenti sul nuovo molo Chiapparo.

SEZIONE	TEST (T_R 975 anni)	H_s (m)	T_p (s)	Sovralzo (m IGM)	h (m IGM)	h (m)	w (m)	m	F_0 (t/m)	F_{m0} (t/m)	F_{design} (t/m)
Chiapparo	108 (onda lunga)	0.6	13.7	+1.13	-17.25	18.38	2.88	1.85	9.91	0.32	0.58
	135 (onda corta)	1.32	3.8	+1.13	-17.25	18.38	2.88	0.45	5.02	2.20	3.96

Tabella 8.36 - Calcolo delle forze agenti sui pannelli delle strutture a giorno del molo Chiapparo ($T_R = 975$ anni)

I coefficienti di combinazione delle azioni sono i seguenti ("vento"):

$$\Psi_{0j} = 0.6; \Psi_{1j} = 0.2; \Psi_{2j} = 0.0$$

Tra le azioni orizzontali agenti sull'impalcato si è tenuto conto anche dell'impatto della nave in accosto, che può avvenire secondo 2 casistiche:

- impatto su un parabordo centrale, con schiacciamento parziale anche dei parabordi laterali (vengono coinvolti da 1 a 5 parabordi - Figura 8.40);
- impatto su due parabordi, con schiacciamento parziale anche dei parabordi laterali (vengono coinvolti da 2 a 6 parabordi - Figura 8.41).

IMPACT ON CENTRAL FENDER

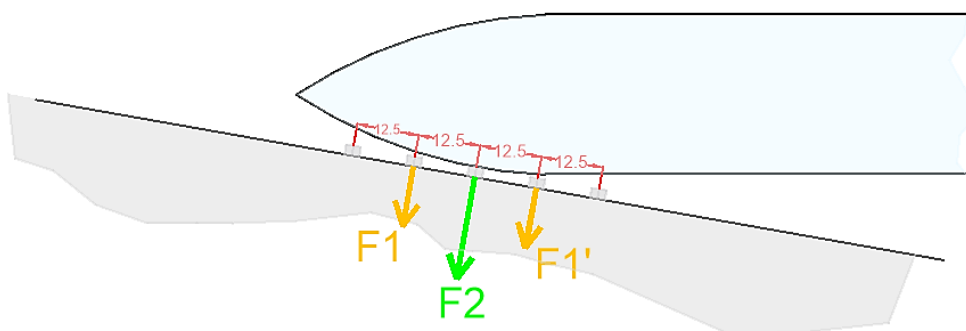


Figura 8.40 - Impatto su un parabordo centrale

IMPACT ON TWO FENDER

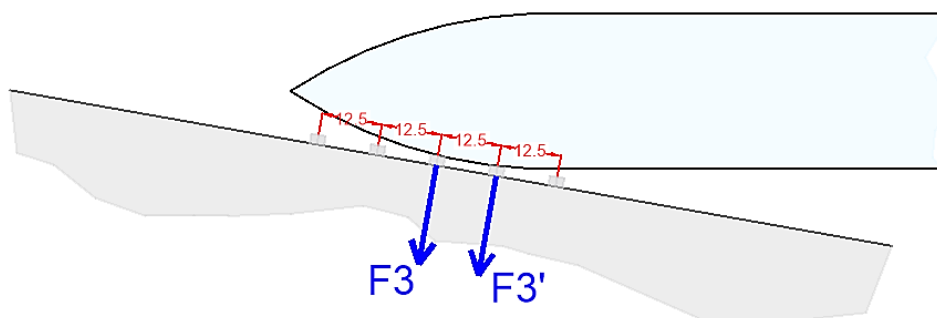


Figura 8.41 - Impatto su due parabordi

I carichi di accosto agenti sulle strutture a giorno sono stati desunti a partire dalle caratteristiche delle navi e dei parabordi impiegati, ricavando la percentuale di schiacciamento, l'energia assorbita e la reazione fornita da ciascuno di essi, sulla base delle curve caratteristiche. Questi ultimi sono riassunti in Tabella 8.37.

BERTH	SHIP	CENTRAL FENDER				TWO FENDER			
		F1	F2	F1'	TOTALE	F3	F3'	TOTALE	
CHIAPPARO	TRIESTE	0	904	0	904	634.9	634.9	1269.7	REACTION FOR NORMAL IMPACT (ESERCIZIO) (kN)
		0	1509.1	0	1509.1	904	904	1807.9	REACTION FOR ABNORMAL IMPACT (LIMITE) (kN)

Tabella 8.37 - Tabella riassuntiva delle reazioni per ogni tipologia di impatto sui parabordi e di nave (normale ed eccezionale)

Nei modelli di calcolo è stata considerata – a vantaggio di sicurezza – solamente la reazione da impatto eccezionale (abnormal impact).

8.2.4.3.5 Classe di duttilità, Tipologia strutturale e Fattore di struttura

La struttura è calcolata in classe di duttilità bassa (CD“B”) ed è stata classificata come “*struttura a pendolo inverso intelaiata monopiano*” in quanto più del 50% della massa è nel terzo superiore dell'altezza della costruzione, in cui i pilastri sono incastrati in sommità alle travi lungo entrambe le direzioni principali dell'edificio.

Il fattore di struttura q è dato da:

$$q = q_0 \cdot K_R = 2.5$$

dove:

- $q_0 = 2.50$ per classe di duttilità CD“B” e struttura a “*pendolo inverso intelaiata monopiano*” in Tab. 7.3.II (Tabella 8.38);
- $K_R = 1.00$ (struttura regolare in altezza)

Tipologia strutturale	q_0	
	CD“A”	CD“B”
Costruzioni di calcestruzzo (§ 7.4.3.2)		
Strutture a telaio, a pareti accoppiate, miste (v. § 7.4.3.1)	4,5 α_w/α_1	3,0 α_w/α_1
Strutture a pareti non accoppiate (v. § 7.4.3.1)	4,0 α_w/α_1	3,0
Strutture deformabili torsionalmente (v. § 7.4.3.1)	3,0	2,0
Strutture a pendolo inverso (v. § 7.4.3.1)	2,0	1,5
Strutture a pendolo inverso intelaiate monopiano (v. § 7.4.3.1)	3,5	2,5

Tabella 8.38 - Tab. 7.3.II: Valori massimi del valore di base q_0 del fattore di comportamento allo SLV per diverse tecniche costruttive ed in funzione della tipologia strutturale e della classe di duttilità CD (NTC 2018)

8.2.4.3.6 Spettri di progetto per gli Stati Limite Ultimi

Ai fini del progetto o della verifica delle strutture le capacità dissipative delle strutture sono state messe in conto attraverso una riduzione delle forze elastiche, che tiene conto in modo semplificato della capacità dissipativa anelastica della struttura, della sua sovrarresistenza, dell'incremento del suo periodo proprio a seguito delle plasticizzazioni. In tal caso, lo spettro di progetto $S_d(T)$ da utilizzare per le componenti orizzontali è lo spettro elastico corrispondente riferito alla probabilità di

superamento nel periodo di riferimento P_{VR} considerata, con le ordinate ridotte sostituendo nelle formule η con $1/q$, dove q è il fattore di struttura, assumendo comunque $S_d(T) \geq 0.2 a_g$. Per il sito in esame ed i parametri sismici di progetto gli spettri di risposta sono riportati in Figura 8.42.

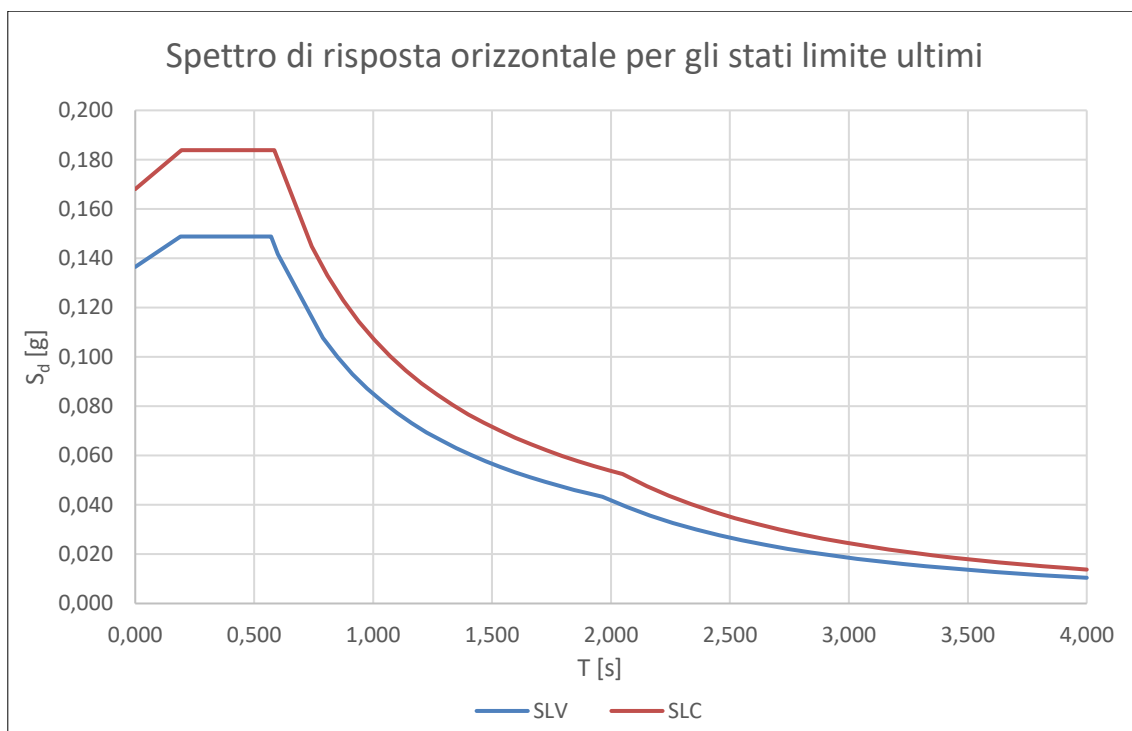


Figura 8.42 - Spettro di risposta orizzontale per gli stati limite ultimi

Lo stato limite ultimo si considera conseguito qualora sono rispettate le verifiche allo stato limite di salvaguardia della vita (SLV).

8.2.4.3.7 Spettri di progetto per gli Stati Limite di Esercizio

Per gli stati limite di esercizio lo spettro di progetto $S_d(T)$ da utilizzare, sia per le componenti orizzontali che per la componente verticale, è lo spettro elastico corrispondente, riferito alla probabilità di superamento nel periodo di riferimento P_{VR} considerata.

Per il sito in esame ed i parametri sismici di progetto gli spettri di risposta sono riportati in Figura 8.43.

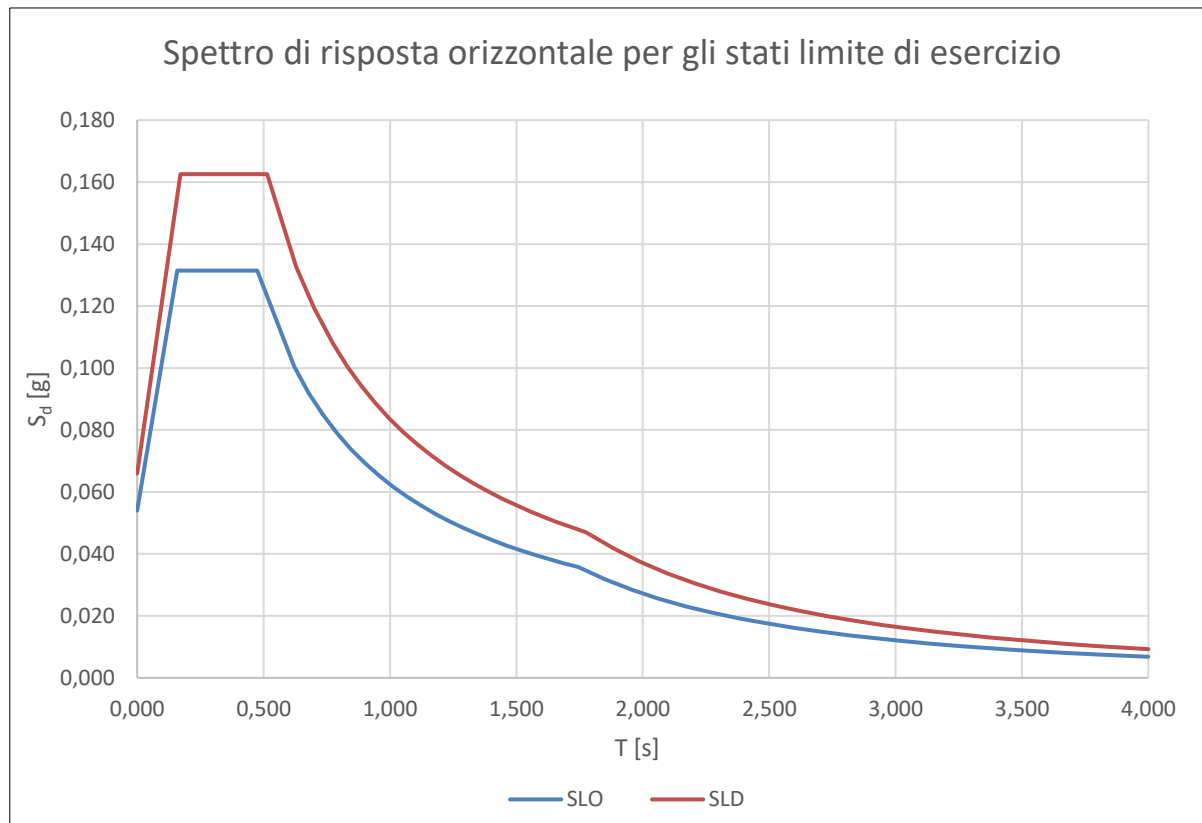


Figura 8.43 - Spettro di risposta orizzontale per gli stati limite di esercizio

Lo stato limite di esercizio si considera conseguito qualora sono rispettate le verifiche allo stato limite di danno (SLD). Per le strutture in classe III e IV devono inoltre essere soddisfatte le verifiche allo stato limite di operatività (SLO) per gli elementi non strutturali e gli impianti. Nel caso in esame (strutture in classe IV) non essendo presenti elementi non strutturali e impianti di rilevante importanza le verifiche allo SLO sono state omesse.

8.2.4.3.8 Combinazioni di carico

Ai fini delle verifiche degli stati limite, si definiscono le seguenti combinazioni delle azioni:

- Combinazione fondamentale, generalmente impiegata per gli stati limite ultimi (SLU):

$$\gamma_{G1} \cdot G_1 + \gamma_{G2} \cdot G_2 + \gamma_P \cdot P + \gamma_{Q1} \cdot Q_{k1} + \gamma_{Q2} \cdot \Psi_{02} \cdot Q_{k2} + \gamma_{Q3} \cdot \Psi_{03} \cdot Q_{k3} + \dots$$
- Combinazione caratteristica, cosiddetta rara, generalmente impiegata per gli stati limite di esercizio (SLE) irreversibili:

$$G_1 + G_2 + P + Q_{k1} + \Psi_{02} \cdot Q_{k2} + \Psi_{03} \cdot Q_{k3} + \dots$$
- Combinazione frequente, generalmente impiegata per gli stati limite di esercizio (SLE) reversibili:

$$G_1 + G_2 + P + \Psi_{11} \cdot Q_{k1} + \Psi_{22} \cdot Q_{k2} + \Psi_{23} \cdot Q_{k3} + \dots$$

- Combinazione quasi permanente (SLE), generalmente impiegata per gli effetti a lungo termine:

$$G_1 + G_2 + P + \Psi_{21} \cdot Q_{k1} + \Psi_{22} \cdot Q_{k2} + \Psi_{23} \cdot Q_{k3} + \dots$$

- Combinazione sismica, impiegata per gli stati limite ultimi e di esercizio connessi all'azione sismica E:

$$E + G_1 + G_2 + P + \Psi_{21} \cdot Q_{k1} + \Psi_{22} \cdot Q_{k2} + \dots$$

- Combinazione eccezionale, impiegata per gli stati limite ultimi connessi alle azioni eccezionali A:

$$G_1 + G_2 + P + A_d + \Psi_{21} \cdot Q_{k1} + \Psi_{22} \cdot Q_{k2} + \dots$$

Gli effetti dell'azione sismica saranno valutati tenendo conto delle masse associate ai seguenti carichi gravitazionali:

$$G_1 + G_2 + \sum_j \Psi_{2j} \cdot Q_{kj}$$

Nelle combinazioni si intende che vengano omissi i carichi Q_{kj} che danno un contributo favorevole ai fini delle verifiche e, se del caso, i carichi G_2 .

Altre combinazioni sono da considerare in funzione di specifici aspetti (p. es. fatica, ecc.). Nelle formule sopra riportate il simbolo "+" vuol dire "combinato con".

I valori dei coefficienti Ψ_{0j} , Ψ_{1j} e Ψ_{2j} sono dati nella Tab. 2.5.I (Tabella 8.39), mentre i valori dei coefficienti parziali di sicurezza γ_{Gi} e γ_{Qj} sono dati nella Tab. 2.6.I (Tabella 8.40).

Categoria/Azione variabile	Ψ_{0j}	Ψ_{1j}	Ψ_{2j}
Categoria A - Ambienti ad uso residenziale	0,7	0,5	0,3
Categoria B - Uffici	0,7	0,5	0,3
Categoria C - Ambienti suscettibili di affollamento	0,7	0,7	0,6
Categoria D - Ambienti ad uso commerciale	0,7	0,7	0,6
Categoria E - Aree per immagazzinamento, uso commerciale e uso industriale Biblioteche, archivi, magazzini e ambienti ad uso industriale	1,0	0,9	0,8
Categoria F - Rimesse, parcheggi ed aree per il traffico di veicoli (per autoveicoli di peso ≤ 30 kN)	0,7	0,7	0,6

Tabella 8.39 - Tab. 2.5.I: Valori dei coefficienti di combinazione (NTC 2018)

		Coefficiente	EQU	A1	A2
		γ_F			
Carichi permanenti G_1	Favorevoli	γ_{G1}	0,9	1,0	1,0
	Sfavorevoli		1,1	1,3	1,0
Carichi permanenti non strutturali $G_2^{(1)}$	Favorevoli	γ_{G2}	0,8	0,8	0,8
	Sfavorevoli		1,5	1,5	1,3
Azioni variabili Q	Favorevoli	γ_{Qi}	0,0	0,0	0,0
	Sfavorevoli		1,5	1,5	1,3

⁽¹⁾ Nel caso in cui l'intensità dei carichi permanenti non strutturali o di una parte di essi (ad es. carichi permanenti portati) sia ben definita in fase di progetto, per detti carichi o per la parte di essi nota si potranno adottare gli stessi coefficienti parziali validi per le azioni permanenti.

Tabella 8.40 - Tab. 2.6.I: Coefficienti parziali per le azioni o per l'effetto delle azioni nelle verifiche SLU (NTC 2018)

8.2.4.4 Criteri di calcolo

8.2.4.4.1 Verifiche e valutazione della sicurezza

Le opere strutturali devono essere verificate, salvo diversa indicazione riportata nelle specifiche parti delle presenti norme:

- per gli stati limite ultimi che possono presentarsi;
- per gli stati limite di esercizio definiti in relazione alle prestazioni attese;
- quando necessario, nei confronti degli effetti derivanti dalle azioni termiche connesse con lo sviluppo di un incendio.

La struttura deve essere verificata nelle fasi intermedie, tenuto conto del processo costruttivo previsto; le verifiche per queste situazioni transitorie sono generalmente condotte nei confronti dei soli stati limite ultimi.

Nel metodo agli stati limite, la sicurezza strutturale nei confronti degli stati limite ultimi deve essere verificata confrontando la capacità di progetto R_d , in termini di resistenza, duttilità e/o spostamento della struttura o della membratura strutturale, funzione delle caratteristiche meccaniche dei materiali che la compongono e dei valori nominali delle grandezze geometriche interessate, con il corrispondente valore di progetto della domanda E_d , funzione dei valori di progetto delle azioni (F_d) e dei valori nominali delle grandezze geometriche della struttura interessate.

La verifica della sicurezza nei riguardi degli stati limite ultimi (SLU) è espressa dall'equazione formale:

$$R_d \geq E_d$$

Per quanto concerne gli stati limite di esercizio deve essere rispettata la condizione:

$$E_d \leq C_d$$

dove:

- E_d è il valore di progetto dell'effetto delle azioni;

- C_d è il prescritto valore limite dell'effetto delle azioni.

Quest'ultimo deve essere stabilito in funzione del comportamento della struttura in elevazione.

8.2.4.4.2 Fondazioni su pali

Le verifiche delle fondazioni su pali devono essere effettuate con riferimento almeno ai seguenti stati limite, accertando che la condizione $R_d \geq E_d$ sia soddisfatta per ogni stato limite considerato:

- SLU di tipo geotecnico (GEO):
 - collasso per carico limite della palificata nei riguardi dei carichi assiali;
 - collasso per carico limite della palificata nei riguardi dei carichi trasversali;
 - collasso per carico limite di sfilamento nei riguardi dei carichi assiali di trazione.
- SLU di tipo strutturale (STR):
 - raggiungimento della resistenza dei pali;
 - raggiungimento della resistenza della struttura di collegamento dei pali.

Le verifiche devono essere effettuate secondo l'Approccio 2, con la combinazione (A1+M1+R3), tenendo conto dei valori dei coefficienti parziali riportati nelle Tab. 6.2.I (Tabella 8.41), 6.2.II (Tabella 8.42), 6.4.II (Tabella 8.43) e 6.4.IV (Tabella 8.44) delle NTC 2018.

	Effetto	Coefficiente Parziale γ_F (o γ_E)	EQU	(A1)	(A2)
Carichi permanenti G_1	Favorevole	γ_{G1}	0,9	1,0	1,0
	Sfavorevole		1,1	1,3	1,0
Carichi permanenti $G_2^{(4)}$	Favorevole	γ_{G2}	0,8	0,8	0,8
	Sfavorevole		1,5	1,5	1,3
Azioni variabili Q	Favorevole	γ_Q	0,0	0,0	0,0
	Sfavorevole		1,5	1,5	1,3

⁽⁴⁾ Per i carichi permanenti G_2 si applica quanto indicato alla Tabella 2.6.I. Per la spinta delle terre si fa riferimento ai coefficienti γ_{ca}

Tabella 8.41 - Tab. 6.2.I: Coefficienti parziali per le azioni o per l'effetto delle azioni (NTC 2018)

Parametro	Grandezza alla quale applicare il coefficiente parziale	Coefficiente parziale γ_M	(M1)	(M2)
Tangente dell'angolo di resistenza al taglio	$\tan \varphi'_k$	$\gamma_{\varphi'}$	1,0	1,25
Coesione efficace	c'_k	$\gamma_{c'}$	1,0	1,25
Resistenza non drenata	c_{uk}	γ_{cu}	1,0	1,4
Peso dell'unità di volume	γ_γ	γ_γ	1,0	1,0

Tabella 8.42 - Tab. 6.2.II: Coefficienti parziali per i parametri geotecnici del terreno (NTC 2018)

Resistenza	Simbolo	Pali infissi	Pali trivellati	Pali ad elica continua
	γ_R	(R3)	(R3)	(R3)
Base	γ_b	1,15	1,35	1,3
Laterale in compressione	γ_s	1,15	1,15	1,15
Totale (*)	γ	1,15	1,30	1,25
Laterale in trazione	γ_{st}	1,25	1,25	1,25

(*) da applicare alle resistenze caratteristiche dedotte dai risultati di prove di carico di progetto.

Tabella 8.43 - Tab. 6.4.II: Coefficienti parziali γ_R da applicare alle resistenze caratteristiche a carico verticale dei pali (NTC 2018)

Numero di verticali indagate	1	2	3	4	5	7	≥ 10
ξ_3	1,70	1,65	1,60	1,55	1,50	1,45	1,40
ξ_4	1,70	1,55	1,48	1,42	1,34	1,28	1,21

Tabella 8.44 - Tab. 6.4.IV: Fattori di correlazione ξ per la determinazione della resistenza caratteristica in funzione del numero di verticali indagate (NTC 2018)

8.2.4.4.3 Resistenze di pali soggetti a carichi assiali e trasversali

Il valore di progetto R_d della resistenza si ottiene a partire dal valore caratteristico R_k applicando i coefficienti parziali γ_R della Tabella 8.43.

La resistenza caratteristica R_k del palo singolo può essere dedotta da:

- risultati di prove di carico statico di progetto su pali pilota (§ 6.4.3.7.1);
- metodi di calcolo analitici, dove R_k è calcolata a partire dai valori caratteristici dei parametri geotecnici, oppure con l'impiego di relazioni empiriche che utilizzino direttamente i risultati di prove in sito (prove penetrometriche, pressiometriche, ecc.);
- risultati di prove dinamiche di progetto, ad alto livello di deformazione, eseguite su pali pilota (§ 6.4.3.7.1).

Con riferimento alle procedure analitiche che prevedano l'utilizzo dei parametri geotecnici o dei risultati di prove in sito, il valore caratteristico della resistenza di pali soggetti a carichi verticali, $R_{c,k}$, e della resistenza di pali soggetti a carichi trasversali, $R_{t,k}$, è dato dal minore dei valori ottenuti applicando al valore medio e al valore minimo delle resistenze calcolate $R_{c,cal}$ ($R_{t,cal}$) i fattori di correlazione ξ riportati nella Tabella 8.44, in funzione del numero n di verticali di indagine.

Inoltre, per la determinazione del valore di progetto $R_{d,d}$ della resistenza di pali soggetti a carichi trasversali valgono le indicazioni del § 6.4.3.1.1, applicando il coefficiente parziale $\gamma_T=1.3$.

$$R_{c,k} = \text{Min} \left\{ \frac{(R_{c,cal})_{media}}{\xi_3}, \frac{(R_{c,cal})_{min}}{\xi_4} \right\} \quad R_{t,k} = \text{Min} \left\{ \frac{(R_{t,cal})_{media}}{\xi_3}, \frac{(R_{t,cal})_{min}}{\xi_4} \right\}$$

8.2.4.4.4 Resistenza a carico assiale di una palificata

Per una palificata, la verifica dovrà essere fatta in base alla resistenza caratteristica che risulta

dalla somma delle resistenze caratteristiche dei pali che la costituiscono. Sarà comunque necessario valutare possibili riduzioni della resistenza disponibile per effetto di gruppo, tenendo conto della tipologia dei pali, della natura dei terreni interessati e della configurazione geometrica della palificata.

8.2.4.4.5 Verifiche agli stati limite di esercizio (SLE)

Devono essere presi in considerazione almeno i seguenti stati limite di esercizio, quando pertinenti:

- eccessivi cedimenti o sollevamenti;
- eccessivi spostamenti trasversali.

La geometria della fondazione (numero, lunghezza, diametro e interasse dei pali) deve essere stabilita nel rispetto dei summenzionati requisiti prestazionali, tenendo opportunamente conto degli effetti di interazione tra i pali e considerando i diversi meccanismi di mobilitazione della resistenza laterale rispetto alla resistenza alla base, soprattutto in presenza di pali di grande diametro.

8.2.4.5 Verifiche geotecniche delle palificate

Nel presente capitolo vengono riportate le verifiche geotecniche ed i calcoli effettuati per il corretto dimensionamento delle strutture di fondazione degli impalcati a giorno previsti per il nuovo Molo Chiapparo.

Come già descritto precedentemente, per il nuovo molo Chiapparo sono previsti una serie di impalcati a giorno realizzati mediante pali trivellati in c.a. di grande diametro $\Phi 1500$ mm ad interasse variabile. I pali saranno adeguatamente ammorsati nel complesso delle argille grigio-azzurre basali.

In tali condizioni, la specifica configurazione assunta per i gruppi di pali costituenti i “moduli” indipendenti caratterizzati da rapporti s/d sempre maggiori di 4, prevede verosimilmente un meccanismo di rottura del tipo “individuale” nelle condizioni limite per cui può essere assunto ragionevolmente unitario il coefficiente di influenza della palificata, mentre i cedimenti della palificata w_{pal} saranno praticamente coincidenti a quelli attesi per il palo singolo w_p . Nel caso in esame, peraltro, trattandosi di gruppi di pali collegati in testa al di sopra del piano di campagna (strutture offshore), la capacità portante della palificata è data dalla somma delle capacità portanti dei singoli pali (*Foundation Analysis and Design – BOWLES 1997*).

In tutti i casi le condizioni di stabilità e di sicurezza geotecniche sono state eseguite secondo i criteri delle *Norme Tecniche per le Costruzioni 2018*. La stima del carico limite è stata eseguita secondo il collaudato metodo delle “formule statiche”.

Le sollecitazioni di sforzo normale, momento flettente e di taglio agenti sui pali nelle differenti combinazioni di carico sono state determinate mediante specifiche analisi agli elementi finiti condotte con il codice di calcolo “WinStrand” prodotto da EnExSys s.r.l. di Casalecchio di Reno (BO).

8.2.4.5.1 Verifica della capacità portante dei pali a carichi verticali

Ai fini del calcolo, il carico limite di un palo singolo Q_{lim} viene convenzionalmente suddiviso in due aliquote, la resistenza alla punta Q_b e la resistenza laterale Q_s :

$$Q_{lim} = Q_b + Q_s$$

Il carico limite alla punta Q_b è ricavato con l'espressione:

$$Q_b = \pi \cdot \frac{D^2}{4} \cdot p$$

dove:

- D è il diametro del palo;
- p è la resistenza unitaria alla punta.

In generale per un mezzo dotato di coesione ed attrito si pone:

$$p = N_q \cdot \sigma_{vL} + N_c \cdot c$$

In cui σ_{vL} rappresenta la tensione litostatica verticale alla profondità della base del palo ed N_q ed N_c sono fattori adimensionali funzioni dell'angolo d'attrito φ e del rapporto L/D .

Tra i due parametri esiste una relazione di trasformazione di seguito riportata:

$$N_c = (N_q - 1) \cdot \cot(\varphi)$$

A tal riguardo, sistematiche ricerche sperimentali condotte da KERISEL (1961) e VESIC (1967) mostrano che la resistenza alla punta non cresce linearmente ed indefinitamente con la profondità, ma al contrario si mantiene praticamente costante al di sotto di una certa profondità critica. Tale effetto viene tenuto in conto da BEREZANTZEV, il quale postula l'esistenza di una sorta di effetto silo, per il quale la tensione verticale σ_{vL} risulterebbe minore della tensione litostatica. In particolare, per pali trivellati di grande diametro (> 800 mm), come nel caso del presente progetto, lo stesso BEREZANTZEV (1965) propone l'utilizzo di un valore significativamente ridotto di N_q , detto N_q^* che risulta funzione decrescente del rapporto L/D , oltre che funzione crescente dell'angolo di attrito φ (Figura 8.44).

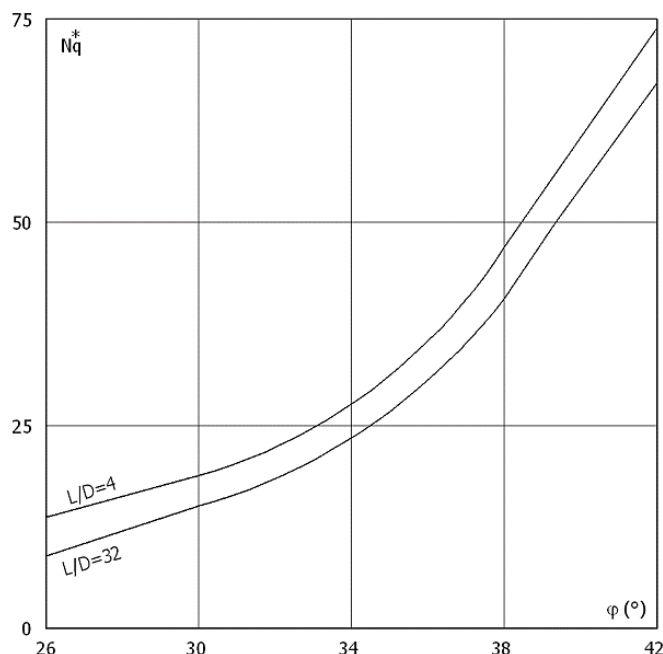


Figura 8.44: Valore ridotto del coefficiente N_q (Berezantzev, 1965)

Per quanto riguarda il valore di φ da assumere nel calcolo della resistenza alla punta, KISHIDA (1967) suggerisce di assumere:

$$\varphi' = (\varphi'_1 + 40^{\circ})/2 \quad \text{per i pali battuti}$$

$$\varphi' = \varphi'_1 - 3^{\circ} \quad \text{per i pali trivellati}$$

Dove φ'_1 è l'angolo di attrito del deposito indisturbato.

Infine, la resistenza limite laterale Q_s , è ricavata attraverso l'espressione:

$$Q_s = \pi \cdot D \cdot \int_0^L s \cdot dz$$

In cui:

- L è la lunghezza del palo;
- s è la resistenza tangenziale all'interfaccia palo-terreno.

La determinazione del parametro s differisce a seconda del tipo di analisi condotta in condizioni di lungo termine (tensioni efficaci) o breve termine (tensioni totali).

8.2.4.5.1.1 Verifiche nelle condizioni di lungo termine (condizioni drenate)

In questo caso, le verifiche sono state eseguite in termini di tensioni efficaci. La resistenza laterale del palo Q_s è stata calcolata, come noto in letteratura, tramite la seguente formulazione:

$$Q_s = \pi \cdot D \cdot \int_0^L s \cdot dz = \pi \cdot D \cdot \int_0^L K \cdot \mu \cdot \sigma'_{v0} \cdot dz = \pi \cdot D \cdot \int_0^L \beta \cdot \sigma'_{v0} \cdot dz$$

in cui:

- K è da intendersi come un coefficiente di spinta che correla la tensione orizzontale efficace, agente sul palo all'istante di rottura, alla tensione verticale efficace iniziale. In particolare, nel caso di pali in argille consistenti, FLAATE E SELNES (1977) suggeriscono di tenere in conto del grado di sovraconsolidazione del terreno per mezzo della seguente relazione:

$$K = K_{0(NC)} \cdot OCR^{\tan(\varphi')} = (1 - \sin(\varphi')) \cdot OCR^{\tan(\varphi')}$$

- Occorre evidenziare che i dati raccolti da BURLAND (1973) su argilla sovraconsolidata indicherebbero che, procedendo come indicato da FLAATE E SELNES (1977), si perviene ad una stima che rappresenta un limite inferiore dei valori misurati e dunque tale scelta risulta essere a vantaggio di sicurezza;
- μ è un coefficiente di attrito che dipende dalla scabrezza dell'interfaccia palo-terreno ed ha come limite superiore il valore $\tan(\varphi')$ utilizzato per la parte di palo trivellato nelle argille subappenniniche. Invece, per la restante parte di palo si assume che il tratto rivestito dal lamierino offra un contributo ridotto in termini di portanza con $\mu = \tan(20^\circ)$ come mostrato in Tabella 8.1;
- σ'_v è la tensione litostatica efficace agente ad una certa profondità z .

Tipo di palo		k	μ
Infisso	acciaio	0.5 ÷ 1.0	$\tan 20^\circ$
	cls prefabbricato	1.0 ÷ 2.0	$\tan (3/4 \varphi')$
	cls in opera	1.0 ÷ 3.0	$\tan \varphi'$
Trivellato		0.4 ÷ 0.7	$\tan \varphi'$

Tabella 8.45: Valori suggeriti di k e μ (raccomandazioni AGI)

Il valore di β assunto nelle modellazioni è quindi legato alla presenza o meno del lamierino esterno ed al grado di sovraconsolidazione del terreno (tramite il parametro K) ed è stato calcolato con le seguenti formulazioni:

- tratto rivestito in acciaio: $\beta = K \cdot \tan(20^\circ) = (1 - \sin(\varphi')) \cdot OCR^{\tan(\varphi')} \cdot \tan(20^\circ) < 0.8$
- tratto non rivestito: $\beta = K \cdot \tan(\varphi') = (1 - \sin(\varphi')) \cdot OCR^{\tan(\varphi')} \cdot \tan(\varphi') < 0.8$

in cui i parametri di OCR e φ' sono desunti dalla caratterizzazione geotecnica e riassunti in Tabella 8.2.

La portata alla punta Q_b è stata valutata tramite la formula:

$$Q_b = \pi \cdot \frac{D^2}{4} \cdot p = \pi \cdot \frac{D^2}{4} \cdot (N_q \cdot \sigma'_{vL} + N_c \cdot c')$$

Dove:

- σ'_{vL} rappresenta la tensione litostatica verticale efficace alla profondità L (lunghezza del palo), e cioè quella che agisce sul piano orizzontale passante per la punta del palo;
- N_q ed N_c parametri ridotti da BEREZANTZEV (1965) precedentemente descritti.

8.2.4.5.1.2 Verifiche nelle condizioni di breve termine (condizioni non drenate)

In questo caso le verifiche sono condotte in termini di tensioni totali, con riferimento ai parametri caratteristici di resistenza al taglio in condizioni non drenate ottenuti dalla caratterizzazione geotecnica.

La resistenza laterale del palo Q_s , in questo caso, è stata calcolata tramite la seguente formulazione:

$$Q_s = \pi \cdot D \cdot \int_0^L s \cdot dz = \pi \cdot D \cdot \int_0^L \alpha \cdot c_u \cdot dz$$

dove α è un coefficiente empirico dipendente dal tipo di terreno e dalle modalità esecutive del palo, utilizzato per la stima dell'adesione laterale agente sullo stesso. Il contributo del tratto di terreni più superficiali per i quali è previsto l'impiego della camicia metallica è stato calcolato come tipologia di palo infisso in acciaio in funzione del valore di c_u dello strato stesso, secondo raccomandazioni AGI (Tabella 8.46).

<i>Tipo di palo</i>	<i>Materiale</i>	c_u (kPa)	α	$\alpha c_{u,max}$ (kPa)
Infisso (senza asportazione di terreno)	Calcestruzzo	≤ 25	1	120
		25 - 50	0,85	
		50 - 75	0,65	
		> 75	0,50	
	Acciaio	≤ 25	1	100
		25 - 50	0,80	
		50 - 75	0,65	
		> 75	0,50	
Trivellato (con asportazione di terreno)	Calcestruzzo	≤ 25	0,90	100
		25 - 50	0,80	
		50 - 75	0,60	
		> 75	0,40	

Tabella 8.46: Valori indicativi del coefficiente di aderenza α per pali in terreni coesivi saturi (raccomandazioni AGI)

Invece, per quanto riguarda la parte di palo trivellato il valore di α è stato calcolato mediante le formulazioni proposte da REESE E O'NEIL (1999), di seguito riportate:

$$\alpha = 0.55 \quad \text{per } c_u/p_a \leq 1.5, \text{ e}$$

$$\alpha = 0.55 - 0.1 \cdot (c_u/p_a - 1.5) \quad \text{per } 1.5 \leq c_u/p_a \leq 2.5$$

Tale correlazione di α risultante da una serie di prove di carico di compressione raccolte da REESE E O'NEIL (1999) è mostrata in Figura 8.45, in cui p_a è la pressione atmosferica.

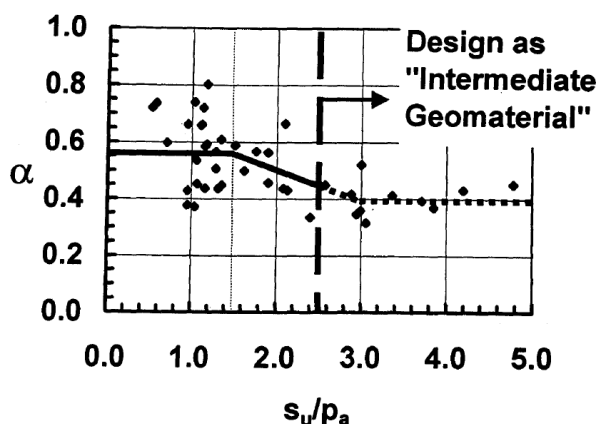


Figura 8.45: Correlazione tra α e c_u/p_a (Reese e O'Neil, 1999)

In realtà, per valori di $\frac{c_u}{p_a} > 2.5$ vengono applicate le correlazioni specifiche per rocce tenere. Ad ogni modo, anche per valori di $2.5 \leq \frac{c_u}{p_a} \leq 3.0$ si può estendere la legge di Reese e O'Neil (1999) ed assumere prudenzialmente un valore di α pari a 0.40.

Infine, la portata limite alla base Q_b è ricavata a partire dal caso generale:

$$p = N_q \cdot \sigma_{vL} + N_c \cdot c$$

In cui:

$$c = c_u \quad e \quad \varphi_u = 0$$

Per $\varphi_u = 0$ si assume $N_q = 1$, mentre N_c si assume in genere pari a 9; per cui:

$$p = \sigma_{vL} + 9 \cdot c_u$$

In definitiva, si ottiene:

$$Q_b = \pi \cdot \frac{D^2}{4} \cdot p = \pi \cdot \frac{D^2}{4} \cdot (\sigma_{vL} + 9 \cdot c_u)$$

in cui:

- σ_{vL} rappresenta la tensione litostatica verticale totale alla profondità L (lunghezza del palo), e cioè quella che agisce sul piano orizzontale passante per la punta del palo;
- c_u rappresenta la coesione non drenata agente alla profondità L .

8.2.4.5.1.3 Coefficienti di sicurezza nei confronti dei carichi verticali delle palificate

In Tabella 8.47 vengono riepilogati i valori dei coefficienti di sicurezza $FS = R_{c,d}/N_d$ ottenuti secondo l’Approccio 2 - combinazione A1+M1+R3 considerando un numero di verticali di indagine maggiore o uguale a 5. In tutti i casi sono state ottenute idonee condizioni di sicurezza.

Pontile Chiapparo			
Modulo	Pali interni all'impalcato	Quota imposta pali [m da l.m.m.]	$FS=R_{c,d}/N_d$
Sezione stratigrafica di riferimento	Condizioni drenate (L.T.)	44	1.15
	Condizioni non drenate (B.T)		1.35

Tabella 8.47 - Coefficienti di sicurezza ai carichi verticali SLU - combinazione A1-M1-R3 per il molo Chiapparo

I tabulati di calcolo sono per completezza riportati in Figura 8.46, Figura 8.47, Figura 8.48 e Figura 8.49.

ANALISI DEI CARICHI IN CONDIZIONI DRENATE (W'_p)					
Proprietà palo		Proprietà lamierino		Stratigrafia	
γ_{cls} [kg/m³]	25	γ_s [kg/m³]	78.5	FONDALE + DFA [m]	21.00
D_p [m]	1.5	s_{lam} [m]	0.014	SCANNO [m]	0.00
A_p [m²]	1.77	A_{lam} [m²]	0.067	DLV [m]	4.00
L_p [m] (tentativo)	44.25	L_{lam} [m]	27.25	DA* [m]	0.00
γ_w [kg/m³]	10.1	W_{lam} [kg]	125.7	DA1/DA2 [m]	19.00
Aliquote palo					
Palo emerso					
W_{emerso} [kg]	11.0	L_{emerso} [m]	0.25		
Palo immerso					
$W_{immerso}$ [kg]	553	$L_{immerso}$ [m]	21.00		
Palo infisso					
$W_{infisso}$ [kg]	605.3	$L_{infisso}$ [m]	23.00		
Peso totale					
W_{tot} [kg]		1294.7			
Permanenti portati					
Pulvino					
γ_{cls} [kg/m³]	25.00				
$h_{pulvino}$ [m]	0.40				
$B_{pulvino}$ [m]	2.40				
$L_{pulvino}$ [m]	2.40				
$W_{pulvino}$ [kg]	57.6				
Trave X		Trave Y			
γ_{cls} [kg/m³]	25	γ_{cls} [kg/m³]	25		
h_t [m]	0.75	h_t [m]	0.75		
b_t [m]	1.40	b_t [m]	1.40		
$L_{influenza}$ [m]	5.80	$L_{influenza}$ [m]	6.30		
$W_{t,x}$ [kg]	152.3	$W_{t,y}$ [kg]	165.4		
Soletta					
$\gamma_{c.a.}$ [kg/m³]	25				
$\gamma_{c.alleggerito}$ [kg/m³]	20.5				
h_{armato} [m]	0.55				
$h_{sovrastuttura}$ [m]	0.78				
$A_{influenza}$ [m²]	36.54				
$W_{soletta}$ [kg]	1087.7958				
Massetto					
γ_{pav} [kg/m³]	20				
$A_{influenza}$ [m²]	36.54				
h_{pav} [m]	0.070				
W_{pav} [kg]	51.2				
Carico Assiale Permanente					
G [kN]	2808.9				
Carico Assiale Variabile					
q [kN/m²]	40				
Q [kN]	1461.6				

Figura 8.46 - Analisi dei carichi in condizioni drenate

PROGRAMMA “BASI BLU” - ADEGUAMENTO E AMMODERNAMENTO DELLE CAPACITÀ DI SUPPORTO LOGISTICO DELLE BASI DELLA M.M.I. – STAZIONE NAVALE IN MAR GRANDE DI TARANTO – INTERVENTO “C”

INTEGRAZIONE, AGGIORNAMENTO E COORDINAMENTO DELLO STUDIO DI FATTIBILITÀ, ELABORATO DALL’A.D., PER LA “REALIZZAZIONE DI UN NUOVO PONTILE CHIAPPARO” – CIG 9620109D13 – CUP D52F23000000001

Documento di Fattibilità delle Alternative Progettuali (DOCFAP) (Articolo 2 Allegato I.7 D.Lgs. n. 36/2023)

RELAZIONE TECNICO-ILLUSTRATIVA

MOLO CHIAPPARO (Condizioni Drenate)

Carico Assiale Permanente (G) [kN]		2808.9
Carico Assiale Variabile (Q) [kN]		1461.6

D [m]	1.5
C _{irc} [m]	4.7
A _p [m ²]	1.77
L _{sbalzo} [m]	17.25
L _{tot} [m]	44.25

coefficienti parziali		azioni		resistenza laterale e di base		
Metodo di calcolo		permanenti γ _G	variabili γ _Q	γ _b	γ _s	γ _s traz
SLU	A1+M1+R1	1.30	1.50	1.00	1.00	1.00
	A2+M1+R2	1.00	1.30	1.70	1.45	1.60
	A1+M1+R3	1.30	1.50	1.35	1.15	1.25
	SISMA	1.00	1.00	1.35	1.15	1.25

n.	1	2	3	4	5	7	≥10
γ _{G1}	1.70	1.65	1.60	1.55	1.50	1.45	1.40
γ _{G2}	1.70	1.55	1.48	1.42	1.34	1.28	1.21

PARAMETRI MEDI										
Strato	Spess	Tipo di terreno	Parametri del terreno					Coefficienti di Calcolo		
			γ (kN/m ³)	C' med (kPa)	φ' med (°)	OCR (-)		k (-)	μ (-)	β (-)
(-)	(m)									
1	4.00	DFA	14.50	0.0	0.0	1.0		1.00	0.00	0.00
2	4.00	DLV	17.50	0.0	23.0	1.0		0.61	0.36	0.22
3	0.00	DA*	19.00	25.0	28.0	3.0		0.95	0.36	0.35
4	15.00	DA1	19.50	40.0	28.0	6.0		1.38	0.53	0.73
5	4.00	DA2	19.50	50.0	28.0	4.0		1.11	0.53	0.59

PARAMETRI MINIMI (solo per SLU)										
Strato	Spess	Tipo di terreno	Parametri del terreno					Coefficienti di Calcolo		
			γ (kN/m ³)	C' min (kPa)	φ' min (°)	OCR (-)		k (-)	μ (-)	β (-)
(-)	(m)									
1	4.00	DFA	14.50	0.0	0.0	1.0		1.00	0.00	0.00
2	4.00	DLV	17.00	0.0	22.0	1.0		0.63	0.36	0.23
3	0.00	DA*	18.50	10.0	28.0	2.0		0.77	0.36	0.28
4	15.00	DA1	19.00	40.0	28.0	5.0		1.25	0.53	0.66
5	4.00	DA2	19.00	40.0	28.0	3.0		0.95	0.53	0.51

Resistenza alla punta media				Resistenza alla punta minima			
N _q (-)	q _b (kPa)	N _c [-]	Q _b (kN)	N _q (-)	q _b (kPa)	N _c [-]	Q _b (kN)
7.28	2254.0	11.81	3983.1	7.28	2052.2	11.81	3626.4

CAPACITA' PORTANTE MEDIA			CAPACITA' PORTANTE MINIMA		
Base	R _{b,cal med} (kN)	3983.1	Base	R _{b,cal min} (kN)	3626.4
Laterale	R _{s,cal med} (kN)	8630.6	Laterale	R _{s,cal min} (kN)	7360.3
Totale	R _{c,cal med} (kN)	12613.7	Totale	R _{c,cal min} (kN)	10986.7

Capacità portante caratteristica		Capacità portante di progetto		FATTORE DI SICUREZZA FS=R _{c,d} /N _d 1.15
R _{b,k} =Min(R _{b,cal med} /γ _{s3} ; R _{b,cal min} /γ _{s4})	2655.4	R _{c,d} = R _{b,k} /γ _b +R _{s,k} /γ _s	6743.3	
R _{s,k} =Min(R _{s,cal med} /γ _{s3} ; R _{s,cal min} /γ _{s4})	5492.7			
R _{c,k} =R _{b,k} +R _{s,k}	8148.1	Carico Assiale Agente	N _d =N _G γ _G +N _Q γ _Q 5843.9	

Figura 8.47 - Verifica capacità portante dei pali a carichi verticali in condizioni drenate

ANALISI DEI CARICHI IN CONDIZIONI NON DRENATE (W_p)					
Proprietà palo		Proprietà lamierino		Stratigrafia	
γ_{cls} [kg/m ³]	25	γ_s [kg/m ³]	78.5	FONDALE + DFA [m]	21.00
D_p [m]	1.5	s_{lam} [m]	0.014	SCANNO [m]	0.00
A_p [m ²]	1.77	A_{lam} [m ²]	0.067	DLV [m]	4.00
L_p [m] (tentativo)	44.25	L_{lam} [m]	27.25	DLA [m]	0.00
γ_w [kg/m ³]	10.1	W_{lam} [kg]	129.9	AS [m]	19.00
Aliquote palo					
Palo emerso					
W_{emerso} [kg]	11.0	L_{emerso} [m]	0.25		
Palo immerso					
$W_{immerso}$ [kg]	553	$L_{immerso}$ [m]	21.00		
Palo infisso					
$W_{infisso}$ [kg]	1015.6	$L_{infisso}$ [m]	23.00		
Peso totale					
W_{tot} [kg]			1709.2		
Permanenti portati					
Pulvino					
γ_{cls} [kg/m ³]	25.00				
$h_{pulvino}$ [m]	0.40				
$B_{pulvino}$ [m]	2.40				
$L_{pulvino}$ [m]	2.40				
$W_{pulvino}$ [kg]	57.6				
Trave X			Trave Y		
γ_{cls} [kg/m ³]	25		γ_{cls} [kg/m ³]	25	
h_t [m]	0.75		h_t [m]	0.75	
b_t [m]	1.40		b_t [m]	1.40	
$L_{influenza}$ [m]	5.80		$L_{influenza}$ [m]	6.30	
$W_{t,x}$ [kg]	152.3		$W_{t,y}$ [kg]	165.4	
Soletta					
$\gamma_{c.a.}$ [kg/m ³]	25				
$\gamma_{c.alleggerito}$ [kg/m ³]	20.5				
h_{armato} [m]	0.55				
$h_{sovrastuttura}$ [m]	0.78				
$A_{influenza}$ [m ²]	36.54				
$W_{soletta}$ [kg]	1087.7958				
Pavimentazione					
γ_{pav} [kg/m ³]	20				
$A_{influenza}$ [m ²]	36.54				
h_{pav} [m]	0.07				
W_{pav} [kg]	51.2				
Carico Assiale Permanente					
G [kN]	3223.4				
Carico Assiale Variabile					
q [kN/m ²]	40				
Q [kN]	1461.6				

Figura 8.48 - Analisi dei carichi in condizioni non drenate

PROGRAMMA "BASI BLU" - ADEGUAMENTO E AMMODERNAMENTO DELLE CAPACITÀ DI SUPPORTO LOGISTICO DELLE BASI DELLA M.M.I. – STAZIONE NAVALE IN MAR GRANDE DI TARANTO – INTERVENTO "C"

INTEGRAZIONE, AGGIORNAMENTO E COORDINAMENTO DELLO STUDIO DI FATTIBILITÀ, ELABORATO DALL'A.D., PER LA "REALIZZAZIONE DI UN NUOVO PONTILE CHIAPPARO" – CIG 9620109D13 – CUP D52F23000000001

Documento di Fattibilità delle Alternative Progettuali (DOCFAP) (Articolo 2 Allegato I.7 D.Lgs. n. 36/2023)

RELAZIONE TECNICO-ILLUSTRATIVA

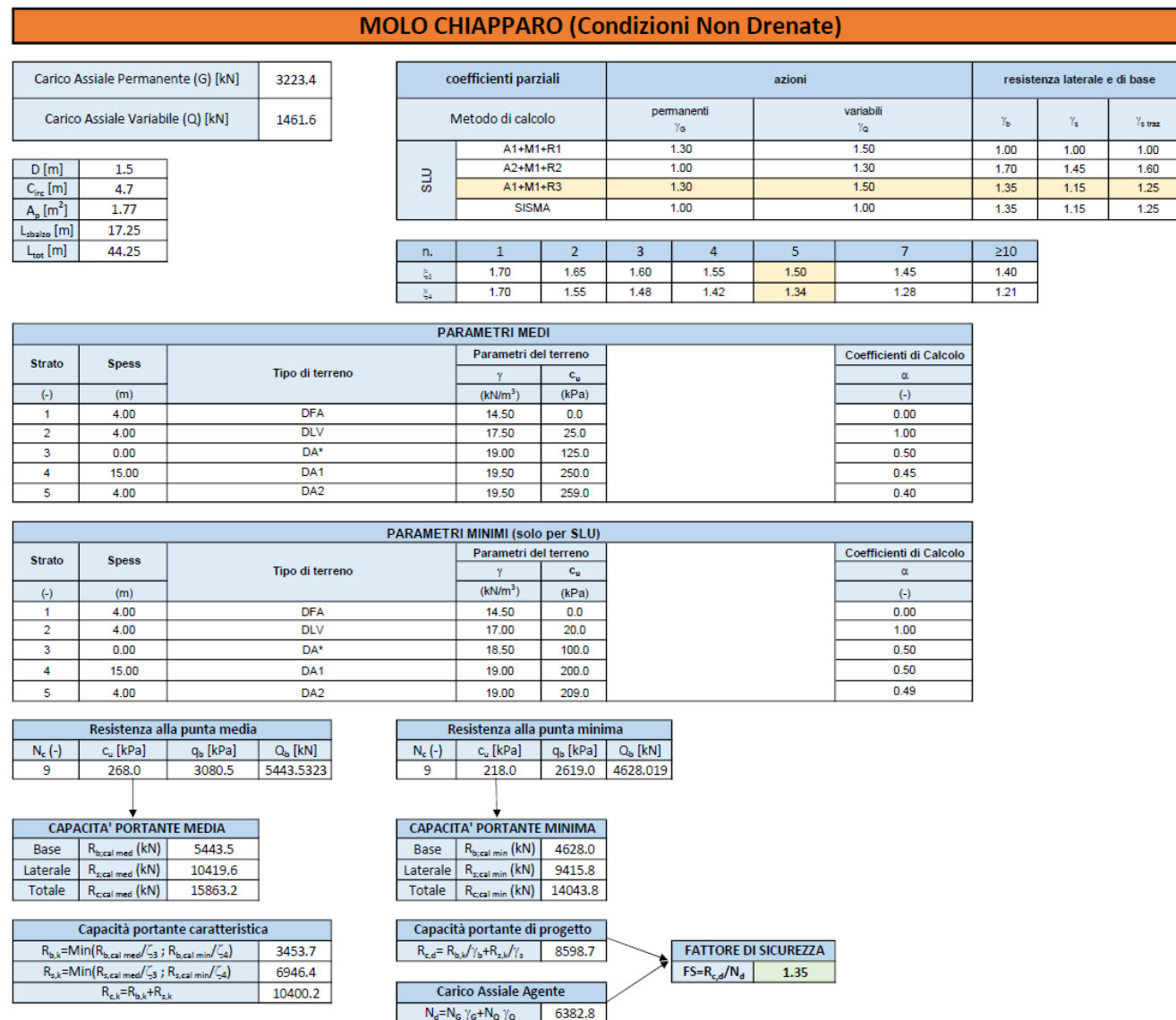


Figura 8.49 - Verifica capacità portante dei pali a carichi verticali in condizioni non drenate

8.2.4.5.2 Verifica della capacità portante dei pali a carichi orizzontali

I pali sottoposti a carichi orizzontali devono essere verificati sia per le sollecitazioni che nascono nel palo, sia per rottura a carico limite del complesso palo-terreno. Sotto i carichi orizzontali, nel terreno circostante un palo, si ha un aumento della tensione nella parte anteriore del palo e una riduzione in quella posteriore con spostamenti che si sviluppano prevalentemente in maniera radiale, verso il palo nella parte posteriore e allontanandosi da questo in quella anteriore.

La complessità del problema nel suo insieme è tale da risultare senz'altro inquadrabile quale problema tridimensionale, essendo così definibile lo stato tenso-deformativo del complesso palo-terreno sotto azioni orizzontali. Per poter giungere ad una soluzione analitica, pertanto, è necessario

procedere introducendo le seguenti ipotesi semplificative (teoria di BROMS, 1964):

- terreno omogeneo;
- comportamento dell’interfaccia palo-terreno di tipo rigido-perfettamente plastico;
- forma del palo influente ed interazione palo-terreno determinabile solo dalla dimensione caratteristica D della sezione del palo misurata normalmente alla direzione del movimento (nel caso di pali circolari, quali quelli in argomento, il diametro D del palo stesso);
- palo a comportamento rigido-perfettamente plastico: ne discende che sono considerate trascurabili le deformazioni elastiche del palo.

In particolare, l’ultima delle ipotesi appena elencate comporta che il palo abbia solo moti rigidi fino al punto in cui si determina la formazione di una cerniera plastica in cui la rotazione procede indefinitamente con momento costante.

In ragione del fatto che i pali sono vincolati in testa dall’impalcato, vale a dire da una struttura che ne limita totalmente o parzialmente le rotazioni, la condizione di lavoro attesa per i pali sotto carichi orizzontali è proprio quella di pali con testa impedita di ruotare.

I possibili meccanismi di rottura del complesso palo-terreno sono condizionati dalla lunghezza del palo, dall’eccentricità del palo, dal momento di plasticizzazione della sezione M_y ed anche, dalla resistenza che il terreno è in grado di esercitare.

Facendo ricorso a semplici equazioni di equilibrio, ed imponendo la formazione di una cerniera plastica nelle sezioni che raggiungono un momento pari a M_y , è possibile calcolare il carico limite orizzontale H corrispondente ai tre meccanismi di rottura, funzione delle caratteristiche del terreno, delle caratteristiche geometriche del palo oltre che del momento di plasticizzazione M_y .

Il presente caso ricade tra i casi in cui la teoria di Broms resta applicabile anche se non sono più utilizzabili le formule dei due casi notevoli (pali liberi di ruotare in testa e pali a rotazione in testa impedita). Di seguito sono riportate le equazioni risolventi nel caso notevole di pali a rotazione in testa impedita, che nel caso specifico di progetto sono state particolarizzate per tenere conto dell’eccentricità rispetto al piano campagna.

Dunque la soluzione andrà ricercata caso per caso, con la usuale tecnica di imporre un cinematismo di rottura e soddisfare poi alle condizioni di equilibrio (sia equilibrio alla traslazione orizzontale che equilibrio alla rotazione).

8.2.4.5.2.1 Verifiche nelle condizioni di lungo termine (condizioni drenate)

In questo capitolo si esamina il caso in cui un palo risulti vincolato in testa ad una struttura che ne impedisca totalmente o parzialmente la rotazione, e tale vincolo sia applicato alla quota del piano campagna ($e = 0$). In realtà il caso che riguarda il presente progetto è differente poiché pur essendo il palo vincolato in testa, il vincolo non è al piano campagna ($e \neq 0$) e richiede una serie di accortezze che verranno di seguito specificate.

Esistono tre possibili meccanismi di rottura che possono essere indicati come rottura a palo “corto” (Figura 8.50), “intermedio” (Figura 8.51) e “lungo” (Figura 8.52).

- Per il palo corto (Figura 8.50) una semplice equazione di equilibrio alla traslazione orizzontale fornisce:

$$H = 1.5 \cdot L^2 \cdot k_p \cdot \gamma \cdot D$$

Quindi H risulta funzione solo della resistenza del terreno (k_p, γ) e delle proprietà geometriche del palo (L, D). Al solito, però, occorre verificare che sia $M_{max} \leq M_y$; a tal fine può calcolarsi:

$$M_{max} = \frac{2}{3} \cdot H \cdot L$$

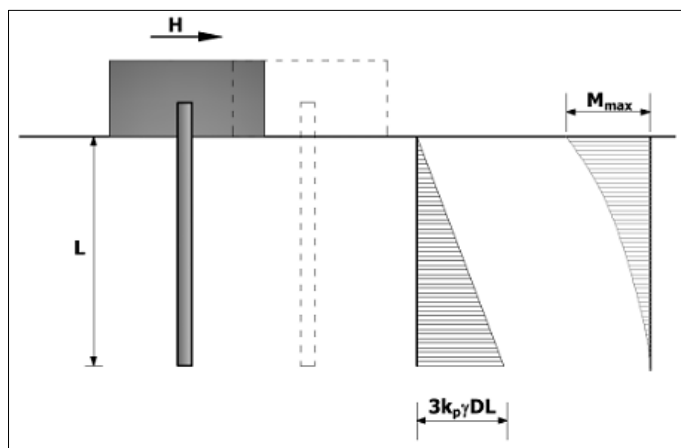


Figura 8.50: Palo impedito di ruotare in testa, terreni incoerenti, palo corto

- Per il palo intermedio (Figura 8.51) si ha la formazione di una sola cerniera plastica all’attacco con la struttura di fondazione. Imponendo l’equilibrio alla traslazione orizzontale si ottiene:

$$F = \frac{3}{2} \cdot L^2 \cdot k_p \cdot \gamma \cdot D - H$$

Tenendo conto di questa espressione ed imponendo l’equilibrio alla rotazione attorno alla cerniera plastica si ottiene:

$$M_y + \frac{1}{2} \cdot L^3 \cdot k_p \cdot \gamma \cdot D - H \cdot L = 0$$

Come si vede, H risulta funzione anche di M_y , oltre che di γ, k_p, D ed L .

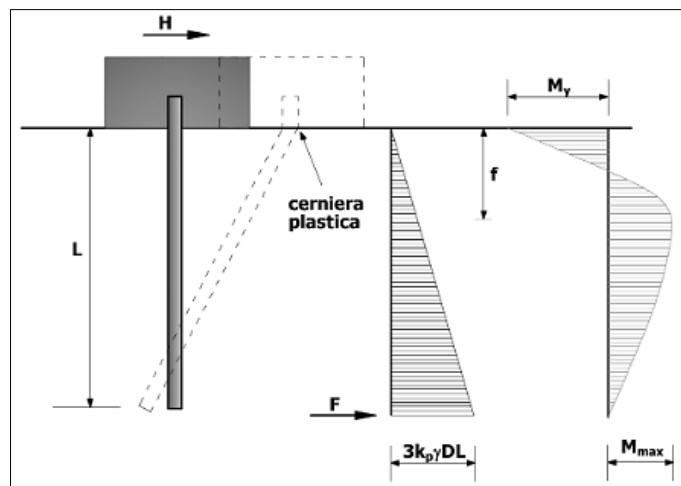


Figura 8.51: Palo impedito di ruotare in testa, terreni incoerenti, palo intermedio

- Per il palo lungo (Figura 8.52) il massimo momento lungo il fusto si verifica alla profondità f fornita dalla:

$$f = 0.816 \cdot \sqrt{\frac{H}{k_p \cdot \gamma \cdot D}}$$

A tale profondità il massimo momento lungo il fusto eguaglia il momento di plasticizzazione; si forma pertanto una seconda cerniera plastica. L'equilibrio alla rotazione del tratto di palo compreso tra le due cerniere plastiche fornisce:

$$\frac{2}{3} \cdot H \cdot f = 2 \cdot M_y$$

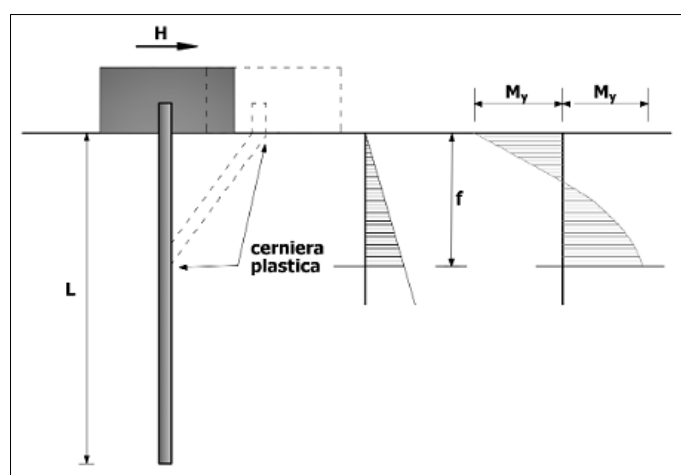


Figura 8.52: Palo impedito di ruotare in testa, terreni incoerenti, palo lungo

A titolo esemplificativo si riporta di seguito come variano le equazioni di equilibrio alla rotazione (le equazioni di equilibrio alla traslazione restano invariate) nei casi di palo corto e palo lungo

introducendo l'ipotesi di eccentricità non nulla:

$$\text{palo "corto":} \quad M_{max} = H \cdot \left(\frac{2}{3} \cdot L + e \right)$$

$$\text{palo "lungo":} \quad 2 \cdot M_y = H \cdot \left(\frac{2}{3} \cdot f + e \right)$$

8.2.4.5.2.2 Verifiche nelle condizioni di breve termine (condizioni non drenate)

I possibili meccanismi di rottura sono gli stessi tre indicati precedentemente e cioè rottura a palo "corto" (Figura 8.53), "intermedio" (Figura 8.54) e "lungo" (Figura 8.55).

- Per il palo corto (Figura 8.53) l'equazione di equilibrio alla traslazione fornisce:

$$H = 9 \cdot c_u \cdot d \cdot (L - 1.5 \cdot d)$$

Naturalmente, occorre verificare che sia $M_{max} \leq M_y$. A tal fine si calcola:

$$M_{max} = H \cdot (0.5 \cdot L + 0.75 \cdot d)$$

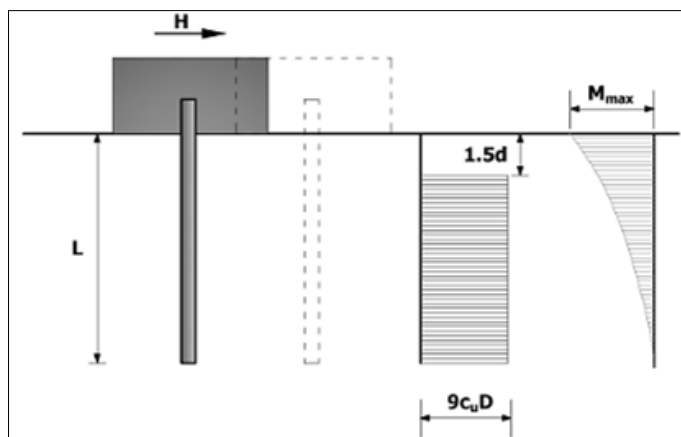


Figura 8.53: Palo impedito di ruotare in testa, terreni coesivi, palo corto

- Per il palo intermedio (Figura 8.54) si ha la formazione di una sola cerniera plastica nella sezione di collegamento con la struttura di fondazione. L'equilibrio alla traslazione orizzontale per il tronco di palo al di sopra della sezione di momento massimo fornisce:

$$H = 9 \cdot c_u \cdot d \cdot f$$

La condizione di equilibrio alla rotazione attorno al punto in cui si forma la cerniera plastica si scrive:

$$M_y + 9 \cdot c_u \cdot d \cdot \frac{g^2}{4} - 9 \cdot c_u \cdot d \cdot f \cdot \left(\frac{f}{2} + 1.5 \cdot d \right) = 0$$

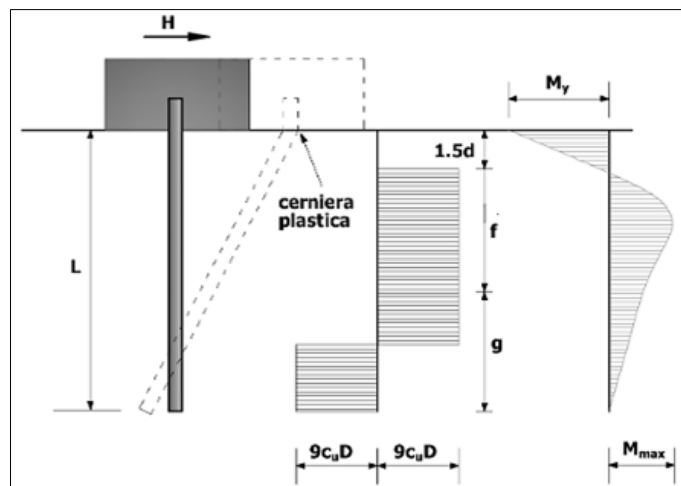


Figura 8.54: Palo impedito di ruotare in testa, terreni coesivi, palo intermedio

- Nel caso di palo lungo (Figura 8.55) il massimo momento lungo il fusto, che si verifica nella sezione a profondità $(1.5 \cdot d + f)$, uguaglia il momento di plasticizzazione M_y ; si forma in tal modo una seconda cerniera plastica.

In queste condizioni, l'equilibrio alla rotazione del tratto di palo compreso fra le due cerniere plastiche fornisce:

$$H \cdot (1.5 \cdot d + 0.5 \cdot f) = 2 \cdot M_y$$

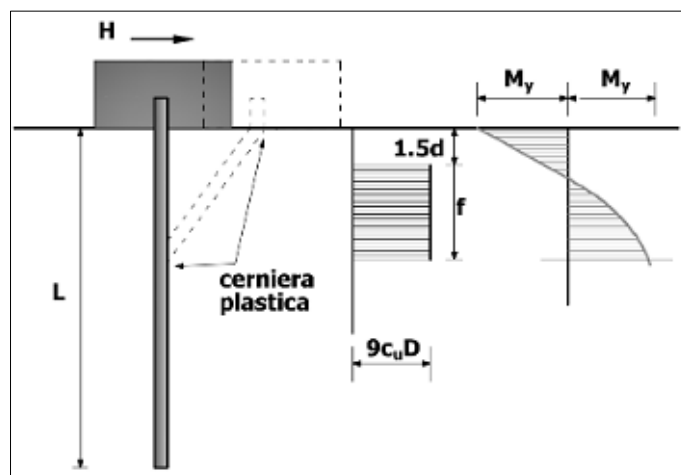


Figura 8.55: Palo impedito di ruotare in testa, terreni coesivi, palo lungo

A titolo esemplificativo si riporta di seguito come variano le equazioni di equilibrio alla rotazione (le equazioni di equilibrio alla traslazione restano invariate) nei casi di palo "corto" e palo "lungo" introducendo l'ipotesi di eccentricità non nulla:

palo "corto": $M_{max} = H \cdot (0.5 \cdot L + 0.75 \cdot d + e)$

palo "lungo": $2 \cdot M_y = H \cdot (1.5 \cdot d + 0.5 \cdot f + e)$

8.2.4.5.2.3 Coefficienti di sicurezza nei confronti dei carichi orizzontali delle palificate

Adottando i parametri di riferimento per i vari termini geologici, i calcoli sono stati eseguiti con il programma *PALI - PROGETTI E CALCOLI DI GEOTECNICA CON EXCEL Volume 2 - ED. DEI* che tiene conto anche di terreni variamente stratificati.

Pontile Chiapparo			
Modulo	Palo più sollecitato a forze trasversali	Quota imposta pali [m da l.m.m.]	$FS=H_d/F_d$
Sezione stratigrafica di riferimento	Condizioni drenate (L.T.)	44	1.24
	Condizioni non drenate (B.T)		1.25

Tabella 8.48 - Coefficienti di sicurezza ai carichi trasversali SLU per il pontile Chiapparo

In Tabella 8.48 vengono riepilogati i valori di coefficiente di sicurezza $FS = H_d/F_d$.

Il momento di plasticizzazione dei pali è stato determinato tenendo conto delle caratteristiche meccaniche e geometriche dell'elemento, del numero di barre longitudinali e dello sforzo normale agente sul palo nella combinazione di carico più gravosa in termini di azioni orizzontali agenti in testa al palo. In particolare: per i pali del modulo in esame è prevista un'armatura di 50 $\phi 30$.

In tutti i casi sono state ottenute idonee condizioni di sicurezza; i tabulati di calcoli sono per completezza riportati in Figura 8.56, Figura 8.57, Figura 8.58 e Figura 8.59.

PROGRAMMA "BASI BLU" - ADEGUAMENTO E AMMODERNAMENTO DELLE CAPACITÀ DI SUPPORTO LOGISTICO DELLE BASI DELLA M.M.I. – STAZIONE NAVALE IN MAR GRANDE DI TARANTO – INTERVENTO "C"

INTEGRAZIONE, AGGIORNAMENTO E COORDINAMENTO DELLO STUDIO DI FATTIBILITÀ, ELABORATO DALL'A.D., PER LA "REALIZZAZIONE DI UN NUOVO PONTILE CHIAPPARO" – CIG 9620109D13 – CUP D52F23000000001

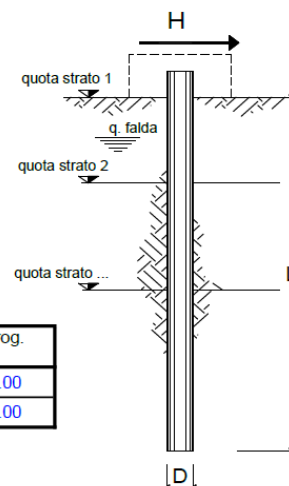
Documento di Fattibilità delle Alternative Progettuali (DOCFAP) (Articolo 2 Allegato I.7 D.Lgs. n. 36/2023)

RELAZIONE TECNICO-ILLUSTRATIVA

opera **NUOVO MOLO CHIAPPARO - CONDIZIONI DRENATE**

coefficienti parziali			A		M		R
Metodo di calcolo			permanenti γ_G	variabili γ_Q	$\gamma_{\phi'}$	γ_{cu}	γ_T
SU	A1+M1+R1	○	1.30	1.50	1.00	1.00	1.00
	A2+M1+R2	○	1.00	1.30	1.00	1.00	1.60
	A1+M1+R3	○	1.30	1.50	1.00	1.00	1.30
	SISMA	○	1.00	1.00	1.00	1.00	1.30
DM88		○	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
definiti dal progettista		●	1.00	1.00	1.00	1.00	1.30

n	1	2	3	4	5	7	≥10	T.A.	prog.
ξ_3	1.70	1.65	1.60	1.55	1.50	1.45	1.40	1.00	1.00
ξ_4	1.70	1.55	1.48	1.42	1.34	1.28	1.21	1.00	1.00



strati terreno	descrizione	quote (m)	γ (kN/m ³)	γ' (kN/m ³)	ϕ (°)	Parametri medi		Parametri minimi		
						k_p	c_u (kPa)	ϕ (°)	k_p	c_u (kPa)
p.c.=strato 1	T.P.+FOND.+DFA	2.80				1.00			1.00	
✓ strato 2	DLV	-21.25	17.5	7.4	23	2.28		22	2.20	
✓ strato 3	DA1/DA2	-25.25	19.5	9.4	28	2.77		28	2.77	
✓ strato 4						1.00			1.00	
□ strato 5						1.00			1.00	
□ strato 6						1.00			1.00	

Quota falda 0 (m)
 Diametro del palo D 1.50 (m)
 Lunghezza del palo L 44.25 (m)
 Momento di plasticizzazione palo M_y 8545.27 (kNm)
 Step di calcolo 0.01 (m)

● palo impedito di ruotare
 ○ palo libero

H medio			H minimo		
Palo lungo	639.9	(kN)	636.4	(kN)	
Palo intermedio	2369.9	(kN)	2347.3	(kN)	
Palo corto	21959.1	(kN)	21936.6	(kN)	
H_{med}	639.9	(kN)	H_{min}	636.4	(kN)
$H_k = \min(H_{med}/\xi_3 ; R_{min}/\xi_4)$			426.58	(kN)	
$H_d = H_k/\gamma_T$			328.14	(kN)	
Carico Assiale Permanente (G):	G =	263.7	(kN)		
Carico Assiale variabile (Q):	Q =	0	(kN)		
$F_d = G \cdot \gamma_G + Q \cdot \gamma_Q =$			263.70	(kN)	
$FS = H_d / F_d =$			1.24		

Figura 8.56 - Verifica capacità portante dei pali a carichi orizzontali in condizioni drenate

Calcolo del momento di plasticizzazione di una sezione circolare

Diametro = 1500 (mm)

Raggio = 750 (mm)

Sforzo Normale = 2017.8 (kN)

Caratteristiche dei Materiali

calcestruzzo C35/45

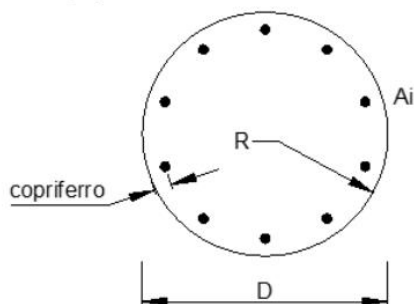
Rck = 45 (Mpa)

fck = 35 (Mpa)

γ_c = 1.5

α_{cc} = 0.85

$f_{cd} = \alpha_{cc} f_{ck} / \gamma_c = 19.83$ (Mpa)



Acciaio

tipo di acciaio B450C

fyk = 450 (Mpa)

γ_s = 1.15

$f_{yd} = f_{yk} / \gamma_s = 391.3$ (Mpa)

Es = 206000 (Mpa)

ϵ_{ys} = 0.190%

ϵ_{uk} = 10.000%

Armature

numero	diametro (mm)	area (mm ²)	copriferro (mm)
50	30	35342.92	65
0	18	0.00	70
0	8	0.00	30

calcolo

Momento di Plasticizzazione

My = 8545.3 (kN m)

Inserisci

Figura 8.57 – Calcolo del momento di plasticizzazione palo maggiormente sollecitato a taglio

PROGRAMMA "BASI BLU" - ADEGUAMENTO E AMMODERNAMENTO DELLE CAPACITÀ DI SUPPORTO LOGISTICO DELLE BASI DELLA M.M.I. – STAZIONE NAVALE IN MAR GRANDE DI TARANTO – INTERVENTO "C"

INTEGRAZIONE, AGGIORNAMENTO E COORDINAMENTO DELLO STUDIO DI FATTIBILITÀ, ELABORATO DALL'A.D., PER LA "REALIZZAZIONE DI UN NUOVO PONTILE CHIAPPARO" – CIG 9620109D13 – CUP D52F23000000001

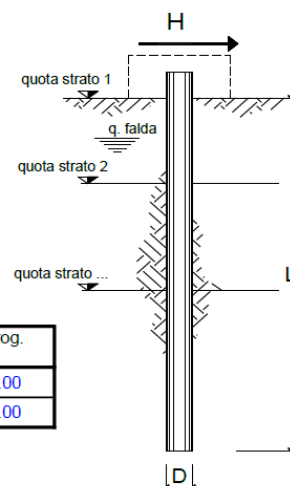
Documento di Fattibilità delle Alternative Progettuali (DOCFAP) (Articolo 2 Allegato I.7 D.Lgs. n. 36/2023)

RELAZIONE TECNICO-ILLUSTRATIVA

opera **NUOVO MOLO CHIAPPARO - CONDIZIONI NON DRENATE**

coefficienti parziali			A		M		R
Metodo di calcolo			permanenti γ_G	variabili γ_Q	γ_{ef}	γ_{au}	γ_T
CS	A1+M1+R1	○	1.30	1.50	1.00	1.00	1.00
	A2+M1+R2	○	1.00	1.30	1.00	1.00	1.60
	A1+M1+R3	○	1.30	1.50	1.00	1.00	1.30
	SISMA	○	1.00	1.00	1.00	1.00	1.30
DM88			1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
definiti dal progettista			1.00	1.00	1.00	1.00	1.30

n	1	2	3	4	5	7	≥10	T.A.	prog.
ξ_3	1.70	1.65	1.60	1.55	1.50	1.45	1.40	1.00	1.00
ξ_4	1.70	1.55	1.48	1.42	1.34	1.28	1.21	1.00	1.00



strati terreno	descrizione	quote (m)	γ (kN/m ³)	γ' (kN/m ³)	φ (°)	Parametri medi		Parametri minimi		
						k_p	c_u (kPa)	φ (°)	k_p	c_u (kPa)
p.c.=strato 1	T.P.+FOND.+DFA	2.80				1.00			1.00	
☑ strato 2	DLV	-21.25	17.5	7.4	23	2.28	25	22	2.20	20
☑ strato 3	DA1/DA2	-25.25	19.5	9.4	28	2.77	250	28	2.77	200
☐ strato 4						1.00			1.00	
☐ strato 5						1.00			1.00	
☐ strato 6						1.00			1.00	

Quota falda 0 (m)
 Diametro del palo D 1.50 (m)
 Lunghezza del palo L 44.25 (m)
 Momento di plasticizzazione palo M_y 8545.27 (kNm)
 Step di calcolo 0.01 (m)

● palo impedito di ruotare
 ○ palo libero

H medio			H minimo		
Palo lungo	644.6	(kN)	623.7	(kN)	
Palo intermedio	6432.8	(kN)	5200.2	(kN)	
Palo corto	55269.0	(kN)	44215.2	(kN)	
H_{med}	644.6	(kN)	H_{min}	623.7	(kN)
$H_k = \min(H_{med}/\xi_3; R_{min}/\xi_4)$			429.75 (kN)		
$H_d = H_k/\gamma_T$			330.58 (kN)		
Carico Assiale Permanente (G):			G = 263.7 (kN)		
Carico Assiale variabile (Q):			Q = 0 (kN)		
$F_d = G \cdot \gamma_G + Q \cdot \gamma_Q =$			263.70 (kN)		
$FS = H_d / F_d =$			1.25		

Figura 8.58 - Verifica capacità portante dei pali a carichi orizzontali in condizioni non drenate

Calcolo del momento di plasticizzazione di una sezione circolare

Diametro = 1500 (mm)

Raggio = 750 (mm)

Sforzo Normale = 2017.8 (kN)

Caratteristiche dei Materiali

calcestruzzo

C35/45

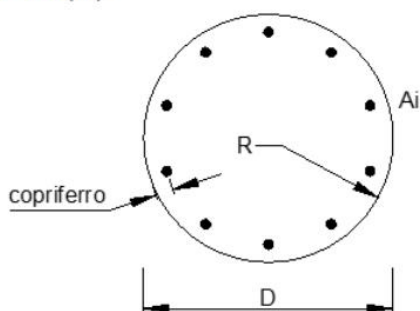
Rck = 45 (Mpa)

fck = 35 (Mpa)

$\gamma_c = 1.5$

$\alpha_{cc} = 0.85$

$f_{cd} = \alpha_{cc} f_{ck} / \gamma_c = 19.83$ (Mpa)



Acciaio

tipo di acciaio

B450C

f_{yk} = 450 (Mpa)

$\gamma_s = 1.15$

$f_{yd} = f_{yk} / \gamma_s = 391.3$ (Mpa)

E_s = 206000 (Mpa)

$\epsilon_{ys} = 0.190\%$

$\epsilon_{uk} = 10.000\%$

Armature

numero	diametro (mm)	area (mm ²)	copriferro (mm)
50	30	35342.92	65
0	18	0.00	70
0	8	0.00	30

calcolo

Momento di Plasticizzazione

M_y = 8545.3 (kN m)

Inserisci

Figura 8.59 – Calcolo del momento di plasticizzazione palo maggiormente sollecitato a taglio

8.2.4.5.3 Analisi dei cedimenti delle palificate in condizioni di esercizio

Le verifiche agli stati limite di esercizio (SLE) di fondazioni su pali devono garantire che i valori degli spostamenti e delle distorsioni siano compatibili con i requisiti prestazionali della struttura in elevazione.

In particolare, è stata considerata la combinazione di carico caratteristica (rara), impiegata per la valutazione degli effetti a lungo termine. Il cedimento finale in testa al palo è dato dalla somma di due aliquote: il cedimento imputabile al trasferimento dei carichi alla base del palo ed il cedimento elastico dovuto alla deformazione del palo sotto i carichi di esercizio:

$$w_p = w_{p,trasf} + w_{el}$$

Il calcolo del cedimento imputabile al trasferimento dei carichi è stato eseguito con il metodo empirico di VIGGIANI (1999) che prevede la seguente relazione:

$$w_{p,trasf} = \frac{\beta \cdot N_d}{E \cdot L_{utile}}$$

in cui:

- β è un coefficiente di influenza adimensionale funzione di L/D e del modello di sottosuolo adottato. Per l'espressione di β si può fare riferimento all'espressione proposta da POULOS E DAVIS (1981):

$$\beta = 0.5 + \log(L_u/D)$$

- D è il diametro del palo;
- N_d è il carico caratteristico agente;
- E è il modulo elastico del terreno;
- L_{utile} è la lunghezza di ammorsamento nello strato di base “portante”, ovvero depurata del tratto rivestito con lamierino.

Con riferimento alle condizioni di lungo termine, assumendo un valore del modulo di rigidezza operativo E' ricondotto ai valori di E_u di caratterizzazione ($E_u=60$ MPa) tramite la nota relazione:

$$E_u = \frac{1.5 \cdot E'}{1 + \nu'}$$

in cui il valore del coefficiente di Poisson ν' viene assunto cautelativamente pari a 0.2, per cui si ha che $E' = 0.8 \cdot E_u$.

Si ottiene così un valore di E' pari a 48 MPa caratteristico per il complesso delle argille di Taranto DA1/DA2.

In tali condizioni sono stati stimati cedimenti da “trasferimento” dei carichi in profondità pari a circa 8 mm.

Il cedimento elastico w_{el} è calcolato in funzione dei carichi permanenti agenti sul palo dati dalla somma dei carichi gravanti dall'impalcato e valutati secondo la combinazione rara:

$$w_{el} = \frac{Q_{char} \cdot L_p}{E \cdot A}$$

Si perviene così ad una stima del cedimento in testa al singolo palo variabile per ciascun impalcato.

I valori finali dei cedimenti, mostrati in Tabella 8.49, sono pari a circa 11 mm.

Pontile Chiapparo				
Modulo	Quota imposta pali [m da l.m.m.]	$w_{p,trasf}$ [mm]	w_{el} [mm]	$w_{p,testa}$ [mm]
Sezione stratigrafica di riferimento	44	8.1	3.1	11.2

Tabella 8.49 - Cedimenti del singolo palo per il pontile Chiapparo

Il dettaglio dei calcoli per ciascun modulo è mostrato nei tabulati di calcolo riportati in Tabella 8.50.

NUOVO MOLO CHIAPPARO (Cedimento)	
CEDIMENTO ELASTICO	
$L_{p,tot}$ [m]	44.25
Q_{char} [kN]	4270.5
E_c [Mpa]	34625.5
A_p [m ²]	1.77
$w_{el} = (L_{p,tot} \cdot Q_{char}) / (E_c \cdot A_p)$	
w_{el} [mm]	3.1
CEDIMENTO TRASFERIMENTO CARICHI	
D [m]	1.5
N_{tot} [kN]	4270.5
L_u [m]	17.0
E [Mpa]	48
β [-]	1.55
$w_{p,trasf} = (\beta \cdot N_{tot} \cdot L_u) / E$	
$w_{p,trasf}$ [mm]	8.1

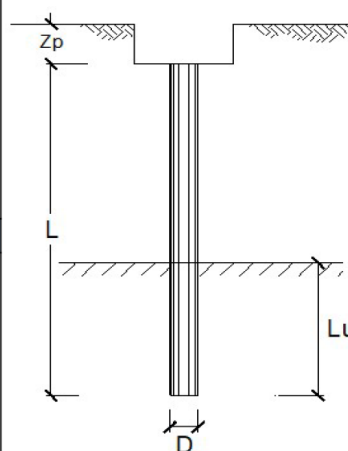


Tabella 8.50 - Calcolo cedimento palo singolo

8.2.4.5.4 Analisi degli spostamenti orizzontali in condizioni di esercizio

L'analisi degli spostamenti trasversali per ciascun impalcato a giorno è stata effettuata tramite il codice di calcolo “WinStrand” di EnExSys s.r.l. Quest'ultimo permette la valutazione di sollecitazioni e spostamenti implementando elementi di collegamento palo-terreno secondo un modello alla Winkler, ovvero generando delle molle di interfaccia palo-terreno sia in direzione trasversale che longitudinale rispetto all'asse del palo.

Dunque, lo studio di un palo isolato caricato in sommità da una forza orizzontale H e/o da una

coppia $M = H \cdot e$, viene condotto generalmente schematizzando il terreno come un modello alla Winkler.

Dal punto di vista applicativo, i due casi principali a cui si fa riferimento per terreni uniformi sono quello di k_h costante con la profondità (che viene in genere adoperato per simulare i terreni argillosi sovraconsolidati), e quello di k_h linearmente crescente con la profondità secondo l’espressione:

$$k_h = n_h \cdot \frac{z}{d}$$

Che viene generalmente associata a REESE E MATLOCK (1956) e viene adottata per terreni incoerenti e terreni argillosi normalmente consolidati.

Inoltre, BROMS (1964) ha suggerito di correlare il valore di k_h al modulo secante E_{50} determinato da prove di compressione triassiale non drenate per un livello di sforzo deviatorico pari alla metà di quello a rottura, mediante l’espressione:

$$k_h = 1.67 \cdot \frac{E_{50}}{d}$$

Si ricorda tuttavia, che la coesione non drenata c_u può essere correlata ad E_{50} con una relazione che, per argille sovraconsolidate, può scriversi:

$$E_{50} = (100 \div 500) \cdot c_u$$

Si ha, quindi:

$$k_h = (170 \div 800) \cdot \frac{c_u}{d}$$

Ragionando invece in termini di spostamenti, più cautelativamente, Davisson (1970) ha suggerito la seguente formula:

$$k_h = 67 \cdot \frac{c_u}{d}$$

Per terreni argillosi normalmente consolidati o debolmente sovraconsolidati, valori orientativi di n_h sono riportati in Tabella 8.51.

Tipo di terreno	n_h [N/cm ³]	Fonte
Argilla n.c. o lievemente o.c.	0,2 ÷ 3,5 0,3 ÷ 0,5	Reese, Matlock, 1956 Davisson, Prakash, 1963
Argilla organica n.c.	0,1 ÷ 1,0 0,1 ÷ 0,8	Peck, Davisson, 1970 Davisson, 1970
Torba	0,05 0,03 ÷ 0,1	Davisson, 1970 Wilson, Hilt, 1967
Loess	8 ÷ 10	Bowles, 1968

Tabella 8.51 - Valori orientativi di n_h per terreni coesivi (Viggiani, 1999)

È comunque necessario sottolineare che il regime di sollecitazioni e deformazioni è fortemente influenzato da variazioni delle caratteristiche del terreno lungo l'asse del palo; tali variazioni sono evidenti per i pali di fondazione che attraversano stratificazioni di terreni diversi. In questi casi, diventa assai utile la possibilità offerta dal modello di Winkler di simulare agevolmente tali variazioni.

In particolare si è proceduto alla stima di:

- Sollecitazioni e spostamenti massimi derivanti da:
 - valori di k_h calcolati mediante la formulazione di BROMS (1964) per le argille sovraconsolidate (DA*, DA1 e DA2);
 - valori di k_h calcolati mediante la formulazione di REESE E MATLOCK (1956) con i n_h pari a 1.85 N/cm³ per le DLV;

Infine, i valori di rigidezza dei moduli di reazione verticali k_v sono determinati dal codice di calcolo stesso assegnando carichi e cedimenti da trasferimento dei carichi ai pali dell'impalcato calcolati come precedentemente descritto.

I risultati saranno mostrati nel successivo paragrafo.

8.2.4.6 Calcolo della struttura del pontile

8.2.4.6.1 Descrizione dei modelli di calcolo

L'analisi strutturale delle strutture a giorno è stata effettuata attraverso la creazione di modelli tridimensionali agli elementi finiti, generati per mezzo del software strutturale "WinStrand" prodotto da Enexsys s.r.l. di Casalecchio di Reno (BO). Il modello è stato realizzato tenendo in conto le dimensioni degli elementi strutturali e la loro disposizione planimetrica.

La presenza dei giunti strutturali ha consentito la separazione longitudinale in vari moduli, strutturalmente indipendenti tra loro.

I modelli strutturali sono costituiti da pali in c.a. di diametro Φ 1500, collegati mediante travi in c.a.

Il gruppo di pali di fondazione viene schematizzato nel codice di calcolo assimilandolo ad un elemento *boundary*, agente nel nodo definito dall'operatore, ed in grado di reagire lungo le sei componenti di spostamento possibili per il nodo.

La matrice di rigidezza dell'elemento palo o gruppo di pali risulta pertanto essere così composta (Tabella 8.52):

	U_x	U_y	U_z	R_x	R_y	R_z
U_x	$K_{U_x U_x}$	$K_{U_x U_y}$	$K_{U_x U_z}$	$K_{U_x R_x}$	$K_{U_x R_y}$	$K_{U_x R_z}$
U_y		$K_{U_y U_y}$	$K_{U_y U_z}$	$K_{U_y R_x}$	$K_{U_y R_y}$	$K_{U_y R_z}$
U_z			$K_{U_z U_z}$	$K_{U_z R_x}$	$K_{U_z R_y}$	$K_{U_z R_z}$
R_x				$K_{R_x R_x}$	$K_{R_x R_y}$	$K_{R_x R_z}$
R_y		sim.			$K_{R_y R_y}$	$K_{R_y R_z}$
R_z						$K_{R_z R_z}$

Tabella 8.52 - Matrice di rigidezza dell'elemento palo o gruppo di pali

Tale matrice può essere calcolata con l'ausilio del programma "Pali" di EnExSys secondo il modello di MATLOCK E REESE.

I carichi adottati per ciascuno dei moduli considerati sono riportati al paragrafo 8.2.4.3 Azioni e combinazioni di progetto, in cui i pesi propri degli elementi strutturali sono definiti direttamente dal programma. Le condizioni e combinazioni di carico definite sono le medesime per tutti i moduli, e sono riportate nei paragrafi successivi.

8.2.4.6.1.1 Dati generali relativi all'analisi dinamica

L'analisi dinamica della struttura è stata condotta per *via modale* facendo uso, per il calcolo della risposta, dello spettro di pseudo accelerazioni fornito dal regolamento italiano. A seguire si riporta l'elenco dei dati generali relativi all'analisi condotta:

Spettro in accordo con il Testo Unico 2018

- Porto di Taranto SNMG Longitudine 17.246112, Latitudine 40.438475;
- Tipo di Terreno C;
- Coefficiente di amplificazione topografica (S_T) 1.0000;
- Vita nominale della costruzione (V_N) 50.0 anni;
- Classe d'uso IV coefficiente C_U 2.0;
- Classe di duttilità impostata Bassa;
- Fattore di duttilità α_u/α_1 per sisma orizzontale 1.00;
- Fattore riduttivo regolarità in altezza K_R 1.00;
- Fattore riduttivo per la presenza di setti K_W 1.00;
- Smorzamento Viscoso ($0.05 = 5\%$) 0.05.

Stato Limite	C $q_0 = C \alpha_u/\alpha_1$	q_H	q_V
SLV	2.50	2.50	1.50
SLD	1.00	1.00	1.50
SLC	2.50	2.50	1.50
SLO	1.00	1.00	1.50

Tabella 8.53 - Fattori di struttura per sisma orizzontale e verticale

Testo Unico 2018 SLV H

- Probabilità di superamento (P_{VR}) 10.0 e periodo di ritorno (T_R) 949 (anni)
- S_s 1.500
- T_B 0.19 [sec]
- T_C 0.57 [sec]
- T_D 1.96 [sec]
- a_g/g 0.0910
- F_o 2.7260
- T_C^* 0.4030

Testo Unico 2018 SLD H

- Probabilità di superamento (P_{VR}) 63.0 e periodo di ritorno (T_R) 101 (anni)
- S_s 1.500
- T_B 0.17 [sec]
- T_C 0.51 [sec]
- T_D 1.78 [sec]
- a_g/g 0.0440
- F_o 2.4630
- T_C^* 0.3440

Fattori di partecipazione per il calcolo delle masse:

- Cond. Carico 1 Peso Proprio 1.0000
- Cond. Carico 2 Peso Portato Strutturale 1.0000
- Cond. Carico 3 Carico Variabile 0.3000
- Cond. Carico 4 Tiro alla bitta 120t + Ormeggio 50t 0.0000
- Cond. Carico 5 Tiro alla bitta 50t + Ormeggio 120t 0.0000
- Cond. Carico 6 Tiro alla bitta 50t + Moto Ondoso 0.0000
- Cond. Carico 7 Tiro alla bitta 50t + Accosto 1 (Esterno) 0.0000
- Cond. Carico 8 Tiro alla bitta 50t + Accosto 2 (Esterno) 0.0000

Angoli d'ingresso del Sisma

- SLV Direzione 1 Angolo in pianta 0.00 [°]
- SLV Direzione 2 Angolo in pianta 90.00 [°]
- SLV Direzione 3 Angolo in pianta 180.00 [°]
- SLV Direzione 4 Angolo in pianta 270.00 [°]
- SLD Direzione 5 Angolo in pianta 0.00 [°]
- SLD Direzione 6 Angolo in pianta 90.00 [°]
- SLD Direzione 7 Angolo in pianta 180.00 [°]
- SLD Direzione 8 Angolo in pianta 270.00 [°]

Condizioni di carico definite

PROGRAMMA "BASI BLU" - ADEGUAMENTO E AMMODERNAMENTO DELLE CAPACITÀ DI SUPPORTO LOGISTICO DELLE BASI DELLA M.M.I. – STAZIONE
NAVALE IN MAR GRANDE DI TARANTO – INTERVENTO "C"

INTEGRAZIONE, AGGIORNAMENTO E COORDINAMENTO DELLO STUDIO DI FATTIBILITÀ, ELABORATO DALL'A.D., PER LA
"REALIZZAZIONE DI UN NUOVO PONTILE CHIAPPARO" – CIG 9620109D13 – CUP D52F23000000001

Documento di Fattibilità delle Alternative Progettuali (DOCFAP) (Articolo 2 Allegato I.7 D.Lgs. n. 36/2023)

RELAZIONE TECNICO-ILLUSTRATIVA

Condizione	
1	Peso Proprio
2	Peso Portato Strutturale
3	Carico Variabile
4	Tiro alla bitta 120t + Ormeggio 50t
5	Tiro alla bitta 50t + Ormeggio 120t
6	Tiro alla bitta 50t + Moto Ondoso
7	Tiro alla bitta 50t + Accosto 1 (Esterno)
8	Tiro alla bitta 50t + Accosto 2 (Esterno)
9	Sisma 0SLU
10	Sisma 90SLU
11	Sisma 180SLU
12	Sisma 270SLU
13	Sisma 0SLD
14	Sisma 90SLD
15	Sisma 180SLD
16	Sisma 270SLD

Combinazioni agli Stati Limite Ultimi

Combinazione di carico numero	
1	SLU Variabile + (Bitta 120 + Ormeggio 50)
2	SLU Variabile + (Bitta 50 + Ormeggio 120)
3	SLU Variabile + (Bitta 50 + Moto ondoso)
4	SLU Variabile + (Bitta 50 + Accosto 1)
5	SLU Variabile + (Bitta 50 + Accosto 2)
6	SLU Bitta 120 + Ormeggio 50 + (Variabile)
7	SLU Bitta 50 + Ormeggio 120 + (Variabile)
8	SLU Bitta 50 + Moto Ondoso + (Variabile)
9	SLU Bitta 50 + Accosto 1 Esterno + (Variabile)
10	SLU Bitta 50 + Accosto 2 Esterno + (Variabile)

Comb.\Cond	1	2	3	4	5	6	7	8
1	1.3	1.3	1.5	0.9				
2	1.3	1.3	1.5		0.9			
3	1.3	1.3	1.5			0.9		

RELAZIONE TECNICO-ILLUSTRATIVA

4	1.3	1.3	1.5				0.9	
5	1.3	1.3	1.5					0.9
6	1.3	1.3	1.05	1.5				
7	1.3	1.3	1.05		1.5			
8	1.3	1.3	1.05			1.5		
9	1.3	1.3	1.05				1.5	
10	1.3	1.3	1.05					1.5

Combinazioni agli Stati Limite di Salvaguardia della Vita

Combinazione di carico numero	
11	SLV 0 / 90
12	SLV 0 / 270
13	SLV 90 / 0
14	SLV 90 / 180
15	SLV 180 / 90
16	SLV 180 / 270
17	SLV 270 / 0
18	SLV 270 / 180

Comb.\Cond 1 2 3 9 10 11 12

11	1	1	0.3	1	0.3		
12	1	1	0.3	1			0.3
13	1	1	0.3	0.3	1		
14	1	1	0.3		1	0.3	
15	1	1	0.3		0.3	1	
16	1	1	0.3			1	0.3
17	1	1	0.3	0.3			1
18	1	1	0.3			0.3	1

Combinazioni RARE Stati Limite di Esercizio

Combinazione di carico numero	
19	RARE Variabile + (Bitta 120 + Ormezzio 50)
20	RARE Variabile + (Bitta 50 + Ormezzio 120)
21	RARE Variabile + (Bitta 50 + Moto ondoso)
22	RARE Variabile + (Bitta 50 + Accosto 1 Esterno)
23	RARE Variabile + (Bitta 50 + Accosto 2 Esterno)
24	RARE Bitta 120 + Ormezzio 50 + (Variabile)

Combinazione di carico numero	
25	RARE Bitta 50 + Ormeggio 120 + (Variabile)
26	RARE Bitta 50 + Moto ondoso + (Variabile)
27	RARE Bitta 50 + Accosto 1 Esterno + (Variabile)
28	RARE Bitta 50 + Accosto 2 Esterno + (Variabile)

Comb.\Cond	1	2	3	4	5	6	7	8
19	1	1	1	0.6				
20	1	1	1		0.6			
21	1	1	1			0.6		
22	1	1	1				0.6	
23	1	1	1					0.6
24	1	1	0.7	1				
25	1	1	0.7		1			
26	1	1	0.7			1		
27	1	1	0.7				1	
28	1	1	0.7					1

Combinazioni FREQUENTI Stati Limite di Esercizio

Combinazione di carico numero	
29	FREQ. Variabile
30	FREQ. Bitta 120 + Ormeggio 50 + (Variabile)
31	FREQ. Bitta 50 + Ormeggio 120 + (Variabile)
32	FREQ. Bitta 50 + Moto ondoso + (Variabile)
33	FREQ. Bitta 50 + Accosto 1 Esterno + (Variabile)
34	FREQ. Bitta 50 + Accosto 2 Esterno + (Variabile)

Comb.\Cond	1	2	3	4	5	6	7	8
29	1	1	0.5					
30	1	1	0.3	0.2				
31	1	1	0.3		0.2			
32	1	1	0.3			0.2		
33	1	1	0.3				0.2	
34	1	1	0.3					0.2

Combinazioni QUASI PERMANENTI Stati Limite di Esercizio

Combinazione di carico numero	
35	Q.P. Quasi Permanenti

Comb.\Cond	1	2	3
35	1	1	0.3

Combinazioni agli Stati Limite di Danno

Combinazione di carico numero	
36	SLD 0 / 90
37	SLD 0 / 270
38	SLD 90 / 0
39	SLD 90 / 180
40	SLD 180 / 90
41	SLD 180 / 270
42	SLD 270 / 0
43	SLD 270 / 180

Comb.\Cond	1	2	3	13	14	15	16
36	1	1	0.3	1	0.3		
37	1	1	0.3	1			0.3
38	1	1	0.3	0.3	1		
39	1	1	0.3		1	0.3	
40	1	1	0.3		0.3	1	
41	1	1	0.3			1	0.3
42	1	1	0.3	0.3			1
43	1	1	0.3			0.3	1

8.2.4.6.2 Risultati dei modelli di calcolo

8.2.4.6.2.1 Dati generali relativi all’analisi dinamica

La modellazione tridimensionale del modulo di riferimento del nuovo molo Chiapparo (Figura 8.60) è stata effettuata tenendo conto delle seguenti caratteristiche geometriche:

- forma rettangolare, dimensioni 20.00 m x 94.00 m;
- interasse pali longitudinale: 6.30 m;
- interasse pali trasversale: 5.80 m;
- diametro dei pali: 1500 mm;
- dimensione pulvini esterni: 2.40 m x 2.20 m x 0.40 m;
- dimensione pulvini interni: 2.40 m x 2.40 m x 0.40 m;
- travi a T rovescia (B=1.40 m, H=1.30 m, b=1.00 m, h=0.75 m) – Trave tipo 1;
- travi a L di bordo (B=2.00 m, H=1.30 m, b=1.00 m, h=0.75 m) – Trave tipo 2;
- travi a L (B=1.70 m; H=2.05 m; b=1.50 m; h=0.75 m) - Trave tipo 3;
- travi a L di bordo (B= 1.25 m; H=2.15m; b=0.60 m; h=1.30 m) - Trave di tipo 4;
- spessore coppelle: 20 cm;
- spessore getto di completamento: 35 cm.

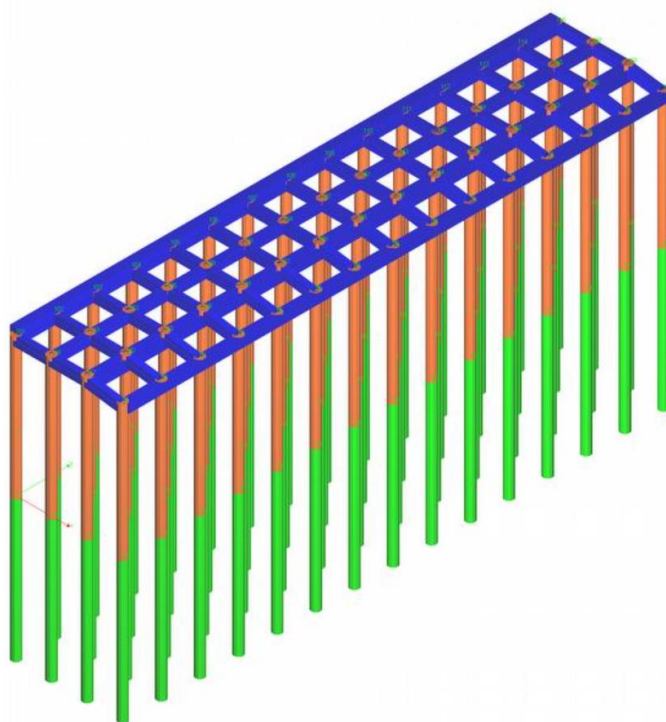


Figura 8.60 – Modello tridimensionale IMPALCATO 6 - Chiapparo

I risultati massimi in termini di sollecitazioni per i pali sono riportati in Tabella 8.54; analogamente per le travi, rispettivamente per ogni sezione definita, sono riportati in Tabella 8.55, Tabella 8.56, Tabella 8.57 e Tabella 8.58.

RELAZIONE TECNICO-ILLUSTRATIVA

Sforzo normale	Min asta 61 18	36927.6 [kg]	Comb. 15	Max asta 126 26	505965.3 [kg]	Comb. 4
Taglio piano 1-2	Min asta 62 21	-14399.6 [kg]	Comb. 17	Max asta 74 57	14399.6 [kg]	Comb. 13
Taglio piano 1-3	Min asta 16 116	-26123.0 [kg]	Comb. 6	Max asta 61 18	26872.5 [kg]	Comb. 10
Momento torcente	Min asta 101 1	-16665.9 [kgm]	Comb. 9	Max asta 101 1	6200.9 [kgm]	Comb. 6
Momento Flet. piano 1-2	Min asta 120 20	-200511.5 [kgm]	Comb. 17	Max asta 156 56	200511.5 [kgm]	Comb. 13
Momento Flet. piano 1-3	Min asta 117 17	-333244.0 [kgm]	Comb. 6	Max asta 16 116	365147.4 [kgm]	Comb. 6

Tabella 8.54 - Sollecitazioni massime agenti sui pali

Sforzo normale	Min asta 101 116	-132037.2 [kg]	Comb. 6	Max asta 101 116	157100.4 [kg]	Comb. 9
Taglio piano 1-2	Min asta 126 64	-269909.2 [kg]	Comb. 2	Max asta 116 119	213179.8 [kg]	Comb. 4
Taglio piano 1-3	Min asta 102 119	-55152.9 [kg]	Comb. 9	Max asta 116 119	61878.4 [kg]	Comb. 9
Momento torcente	Min asta 115 158	-34418.9 [kgm]	Comb. 2	Max asta 101 116	37080.2 [kgm]	Comb. 1
Momento Flet. piano 1-2	Min asta 129 65	-284958.3 [kgm]	Comb. 1	Max asta 101 116	397271.0 [kgm]	Comb. 6
Momento Flet. piano 1-3	Min asta 116 119	-184640.1 [kgm]	Comb. 9	Max asta 116 119	205193.8 [kgm]	Comb. 9

Tabella 8.55 - Sollecitazioni massime agenti sulle TRAVI TIPO 1

Sforzo normale	Min asta 63 64	-39772.1 [kg]	Comb. 6	Max asta 65 66	128840.4 [kg]	Comb. 9
Taglio piano 1-2	Min asta 74 75	-55344.3 [kg]	Comb. 13	Max asta 61 62	55344.3 [kg]	Comb. 17
Taglio piano 1-3	Min asta 61 62	-34211.0 [kg]	Comb. 6	Max asta 61 62	43109.0 [kg]	Comb. 9
Momento torcente	Min asta 74 75	-34730.0 [kgm]	Comb. 1	Max asta 61 62	43964.0 [kgm]	Comb. 9
Momento Flet. piano 1-2	Min asta 73 74	-117591.4 [kgm]	Comb. 18	Max asta 61 62	158208.8 [kgm]	Comb. 17
Momento Flet. piano 1-3	Min asta 61 62	-151466.0 [kgm]	Comb. 9	Max asta 61 62	120120.4 [kgm]	Comb. 9

Tabella 8.56 - Sollecitazioni massime agenti sulle TRAVI TIPO 2

Sforzo normale	Min asta 105 106	-141349.9 [kg]	Comb. 9	Max asta 103 104	44359.3 [kg]	Comb. 6
Taglio piano 1-2	Min asta 114 115	-152547.3 [kg]	Comb. 1	Max asta 101 102	154507.8 [kg]	Comb. 4
Taglio piano 1-3	Min asta 113 114	-31956.3 [kg]	Comb. 6	Max asta 101 102	54853.8 [kg]	Comb. 9
Momento torcente	Min asta 101 102	-132093.7 [kgm]	Comb. 6	Max asta 108 109	60733.8 [kgm]	Comb. 6
Momento Flet. piano 1-2	Min asta 114 115	-250138.2 [kgm]	Comb. 4	Max asta 101 102	202095.9 [kgm]	Comb. 18
Momento Flet. piano 1-3	Min asta 101 102	-165161.8 [kgm]	Comb. 9	Max asta 101 102	180417.3 [kgm]	Comb. 9

Tabella 8.57 - Sollecitazioni massime agenti sulle TRAVI TIPO 3

Sforzo normale	Min asta 138 141	4688.7 [kg]	Comb. 11	Max asta 150 153	32621.3 [kg]	Comb. 9
Taglio piano 1-2	Min asta 156 159	-153948.4 [kg]	Comb. 5	Max asta 117 120	154718.5 [kg]	Comb. 1
Taglio piano 1-3	Min asta 117 120	-31045.8 [kg]	Comb. 6	Max asta 117 120	53054.9 [kg]	Comb. 9
Momento torcente	Min asta 156 159	-3644.8 [kgm]	Comb. 3	Max asta 123 126	5667.7 [kgm]	Comb. 10
Momento Flet. piano 1-2	Min asta 117 120	-216582.2 [kgm]	Comb. 5	Max asta 117 120	224493.0 [kgm]	Comb. 17
Momento Flet. piano 1-3	Min asta 117 120	-137925.9 [kgm]	Comb. 9	Max asta 117 120	196319.8 [kgm]	Comb. 9

Tabella 8.58 - Sollecitazioni massime agenti sulle TRAVI TIPO 4

I massimi in termini di spostamento per la Combinazione Caratteristica (Rara) e per gli Stati Limite di Danno sono riportati rispettivamente in Tabella 8.59 e Tabella 8.60.

PROGRAMMA “BASI BLU” - ADEGUAMENTO E AMMODERNAMENTO DELLE CAPACITÀ DI SUPPORTO LOGISTICO DELLE BASI DELLA M.M.I. – STAZIONE NAVALE IN MAR GRANDE DI TARANTO – INTERVENTO “C”

INTEGRAZIONE, AGGIORNAMENTO E COORDINAMENTO DELLO STUDIO DI FATTIBILITÀ, ELABORATO DALL’A.D., PER LA “REALIZZAZIONE DI UN NUOVO PONTILE CHIAPPARO” – CIG 9620109D13 – CUP D52F23000000001

Documento di Fattibilità delle Alternative Progettuali (DOCFAP) (Articolo 2 Allegato I.7 D.Lgs. n. 36/2023)

RELAZIONE TECNICO-ILLUSTRATIVA

Combinazioni RARE Stati Limite di Esercizio

Componente	Valori Min			Valori Max			Valori Max		
	Comb	Nodo	Valore	Comb	Nodo	Valore	Comb	Nodo	Valore
Ux	24 RARE Bitta 120 + Ormeggio 50 + (Variabile)	101	-3.96 [cm]	28 RARE Bitta 50 + Accosto 2 Esterno + (Variabile)	101	3.87 [cm]	28 RARE Bitta 50 + Accosto 2 Esterno + (Variabile)	101	-3.96 [cm]
Uy	27 RARE Bitta 50 + Accosto 1 Esterno + (Variabile)	101	-0.40 [cm]	27 RARE Bitta 50 + Accosto 1 Esterno + (Variabile)	61	0.40 [cm]	27 RARE Bitta 50 + Accosto 1 Esterno + (Variabile)	61	0.40 [cm]
Uz	22 RARE Variabile + (Bitta 50 + Accosto 1 Esterno)	126	-1.49 [cm]	24 RARE Bitta 120 + Ormeggio 50 + (Variabile)	18	-0.64 [cm]	24 RARE Bitta 120 + Ormeggio 50 + (Variabile)	126	-1.49 [cm]
Rx	19 RARE Variabile + (Bitta 120 + Ormeggio 50)	116	-0.04 [°]	23 RARE Variabile + (Bitta 50 + Accosto 2 Esterno)	158	0.04 [°]	23 RARE Variabile + (Bitta 50 + Accosto 2 Esterno)	116	-0.04 [°]
Ry	24 RARE Bitta 120 + Ormeggio 50 + (Variabile)	64	-0.07 [°]	28 RARE Bitta 50 + Accosto 2 Esterno + (Variabile)	18	0.07 [°]	28 RARE Bitta 50 + Accosto 2 Esterno + (Variabile)	64	-0.07 [°]
Rz	24 RARE Bitta 120 + Ormeggio 50 + (Variabile)	101	-0.01 [°]	27 RARE Bitta 50 + Accosto 1 Esterno + (Variabile)	101	0.04 [°]	27 RARE Bitta 50 + Accosto 1 Esterno + (Variabile)	101	0.04 [°]

Tabella 8.59 - Spostamenti massimi agli Stati Limite di Esercizio (combinazione rara)

Combinazioni agli Stati Limite di Danno

Componente	Valori Min			Valori Max			Valori Max		
	Comb	Nodo	Valore	Comb	Nodo	Valore	Comb	Nodo	Valore
Ux	41 SLD 180 / 270	147	-3.27 [cm]	36 SLD 0 / 90	71	3.06 [cm]	36 SLD 0 / 90	147	-3.27 [cm]
Uy	42 SLD 270 / 0	113	-2.95 [cm]	38 SLD 90 / 0	103	2.95 [cm]	38 SLD 90 / 0	113	-2.95 [cm]
Uz	42 SLD 270 / 0	153	-1.17 [cm]	40 SLD 180 / 90	18	-0.58 [cm]	40 SLD 180 / 90	153	-1.17 [cm]
Rx	38 SLD 90 / 0	57	-0.06 [°]	42 SLD 270 / 0	21	0.06 [°]	42 SLD 270 / 0	21	0.06 [°]
Ry	41 SLD 180 / 270	71	-0.06 [°]	36 SLD 0 / 90	48	0.06 [°]	36 SLD 0 / 90	71	-0.06 [°]
Rz	39 SLD 90 / 180	75	-0.01 [°]	43 SLD 270 / 180	61	0.01 [°]	43 SLD 270 / 180	75	-0.01 [°]

Tabella 8.60 - Spostamenti massimi agli Stati Limite di Danno

8.2.4.6.2.2 Verifica delle travi

Le verifiche delle travi precedentemente definite, svolte in accordo alla normativa vigente (NTC18), risultato soddisfatte. Per semplicità, di seguito in Tabella 8.61 si riporta la verifica della travata in cui è presente la massima sollecitazione di momento flettente.

Nodo	x [m]	A _{te} [cm ²]	A _{fi} [cm ²]	q _r [kg/m]	M _{rit} [kgm]	M _{de} [kgm]	M _{re} [kgm]	x/d	M _{di} [kgm]	M _{ri} [kgm]	x/d	σ _{be} [kg/cm ²]	σ _{bi} [kg/cm ²]	σ _{fe} [kg/cm ²]	σ _{fi} [kg/cm ²]	w mm
Trave Sez. 1 a Tr 140x130x100x75 [cm] trave																
101	0.75	100.88	111.50			375875.3	460348.4	0.08	-237209.4	-505332.6	0.09					
					SLE Rare	251624.4			-157098.7			43.1	59.7	2227.3	1271.4	
					SLE Freq.	57174.4			-24570.2			6.7	13.6	506.1	198.9	OK
					SLE Q.P.	8939.5			0.0			0.0	2.1	79.1	24.8	OK
Camp.	2.90	100.88	111.50	5200.0	10933.0	159832.5	460348.4	0.08	-128371.7	-505332.6	0.09					
					SLE Rare	69414.4			-65725.2			18.0	16.5	614.4	531.9	
					SLE Freq.	1392.5			-25635.4			7.0	0.3	85.7	207.5	OK
					SLE Q.P.	0.0			-16485.1			4.5	0.0	55.1	133.4	OK
116	5.05	100.88	111.50			83585.2	460348.4	0.08	-124080.7	-505332.6	0.09					
					SLE Rare	54859.2			-83584.7			22.9	13.0	485.6	676.5	
					SLE Freq.	2510.3			-25178.5			6.9	0.6	84.2	203.8	OK
					SLE Q.P.	0.0			-12624.3			3.5	0.0	42.2	102.2	OK
Trave Sez. 1 a Tr 140x130x100x75 [cm] trave																
116	0.75	58.40	95.57			201520.0	269803.8	0.07	-209032.1	-433471.9	0.10					
					SLE Rare	134808.0			-138893.4			45.3	39.8	2032.2	1320.9	
					SLE Freq.	27923.6			-26816.7			8.7	8.2	421.0	255.0	OK
					SLE Q.P.	218.5			-179.5			0.1	0.1	3.3	1.7	OK
Camp.	2.90	58.40	95.57	5200.0	10933.0	6524.6	269803.8	0.07	-86555.4	-433471.9	0.10					
					SLE Rare	0.0			-35031.3			11.4	0.0	139.5	333.1	
					SLE Freq.	0.0			-27082.1			8.8	0.0	107.8	257.5	OK
					SLE Q.P.	0.0			-24199.4			7.9	0.0	96.3	230.1	OK
117	5.05	58.40	95.57			166250.6	269803.8	0.07	-245263.8	-433471.9	0.10					
					SLE Rare	108967.1			-165375.8			53.9	32.2	1642.7	1572.7	
					SLE Freq.	7787.3			-47081.3			15.3	2.3	187.4	447.7	OK
					SLE Q.P.	0.0			-19261.6			6.3	0.0	76.7	183.2	OK

Da [m]	A [m]	Δx [m]	cotg(θ)	V _{Ed} [kg]	V _{Rd,c} [kg]	V _{Rcd} [kg]	V _{Rsd} [kg]	V _{Rd} [kg]	T _{Ed} [kgm]	T _{Rcd} [kgm]	T _{Rsd} [kgm]	Staffe
Trave 101 116 Sez. 1 a Tr 140x130x100x75 [cm] trave												
1.19	4.61	3.42	1.00	279961.1	65372.5	545762.8	353612.8	353612.8	37080.2	188021.1	138121.3	ø 14 4br. 7.5
Trave 116 117 Sez. 1 a Tr 140x130x100x75 [cm] trave												
1.19	4.61	3.42	1.00	207063.1	62098.3	545762.8	212167.7	212167.7	18910.6	188021.1	82872.8	ø 14 4br. 12.5

Tabella 8.61 - Verifiche della travata con momento flettente massimo - TRAVE TIPO 1

8.2.4.6.2.3 Verifiche dei pali

In Tabella 8.62 vengono riepilogati i valori massimi per ciascuna delle caratteristiche delle sollecitazioni agenti sui pali, indicando anche la relativa combinazione di carico.

SOLLECITAZIONI MAX PALI MOLO CHIAPPARO											
T _x	T _y	T _{ris,max}	N _{testa}	Palo	Combo	M _{1-2,max}	Palo	Combo	M _{1-3,max}	Palo	Combo
[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	n°	n°	[kNm]	n°	n°	[kNm]	n°	n°
5.97	263.62	263.69	2017.8	61	10	1967	120	17	3582.10	116	6

Tabella 8.62 - Tabella riassuntiva sollecitazioni massime nuovo molo Chiapparo

In tutti i casi le verifiche strutturali dei singoli pali di ciascun modulo risultano soddisfatte. A titolo esemplificativo, si riporta la verifica a presso-flessione (Tabella 8.63) inerente il palo maggiormente sollecitato del modulo in esame.

Verifiche a Presso-Flessione S.L.U.

Nodo	Comb	N	M ₁₂	M ₁₃	α_{12}	α_{13}	Sd/Sr
16	6	-277936.7	18295.3	234374.6	1.00	1.00	0.22
116	6	-198852.5	-95781.0	-365147.5	1.00	1.00	0.40

Tabella 8.63 - Verifica a Presso-Flessione SLU

Infine, in Tabella 8.64 sono riportati i valori massimi degli spostamenti trasversali in condizioni di esercizio – sia sismiche (SLD), che rare – per ciascun modulo del nuovo molo Chiapparo.

SPOSTAMENTI ORIZZONTALI MOLO CHIAPPARO (cm)		
Modulo	RARE	SLD
Modulo di riferimento	3.96	3.27

Tabella 8.64 - Valori massimi degli spostamenti trasversali in condizioni di esercizio per il nuovo molo Chiapparo

Gli spostamenti orizzontali massimi dell’opera relativi alle combinazioni che simulano le condizioni di esercizio sono da ritenersi compatibili con la funzionalità dell’opera e degli impianti che la attraversano.

8.3 Dragaggi

Le operazioni di escavo dello specchio acqueo interessato dal dragaggio a -12,00 m s.m.m. sono finalizzate al raggiungimento della profondità richiesta per la manovra e l'ormeggio in sicurezza delle unità navali maggiori della MMI.

Lo specchio acqueo antistante la banchina Chiapparo è oggetto di previsione progettuale di dragaggio nell'ambito di due separati interventi del Programma Basi Blu: l'Intervento C in esame e l'Intervento B.

Come rappresentato nell'allegato grafico B3 - Planimetria generale, l'area da dragare nell'ambito dell'Intervento C risulta limitrofa allo specchio acqueo oggetto di escavo in relazione alle previsioni progettuali del separato Intervento B.

Il dragaggio afferente al presente Intervento C, necessario per l'operatività del realizzando pontile Chiapparo, interessa un'area per la quale, sulla base della batimetria disponibile, è stato stimato un volume di sedimenti oggetto di escavo pari a circa 127.500,00 mc.

Tale dragaggio sarà effettuato dopo la demolizione dell'esistente pontile Chiapparo a Y, prevista nell'ambito di un ulteriore altro intervento, distinto da C e B, che ricomprende la demolizione dell'impalcato e dei pali.

La scelta delle tecnologie di escavo deve tenere conto di:

- volumi complessivi da dragare;
- volumi da dragare nelle singole fasi di intervento;
- costi di intervento, comprensivi di mob/demob ed eventuali stand-by;
- livelli di contaminazione del materiale da dragare;
- natura del materiale da dragare;
- destinazione finale prevista del materiale dragato;
- caratteristiche rese del materiale dragato (contenuto d'acqua, palabilità, etc.);
- compatibilità dei ratei produttivi massimi con la sistemazione a terra, eventualmente previo trattamento, del materiale dragato;
- compatibilità dei ratei produttivi con la caratterizzazione e il conferimento a discarica o impianto di trattamento del materiale dragato incompatibile con il riutilizzo a terra;
- produzione collaterale di materiali da trattare (acque di refluento);
- impatti ambientali diretti ed indiretti delle operazioni di dragaggio;
- fattibilità e costi delle misure di mitigazione ambientale;
- interferenze con l'operatività della SNMG.

Il quadro complessivo dei vincoli e dei criteri di ottimizzazione delle tecnologie e modalità di dragaggio è quindi molto complesso e sito/caso specifico. Le scelte progettuali che ne derivano sono

il risultato di un’analisi approfondita che tiene conto dei fattori sopra elencati.

Le analisi preliminari effettuate nell’ambito della stesura del presente DOCFAP sono state condotte in relazione alle ricorrenti **tecnologie di dragaggio** riferibili a due categorie: **meccanico** e **idraulico**. Entrambe le tecnologie, appresso riportate, sono oggi normalmente associate a sistemi di controllo guidati da DGPS ed encoder in grado di ottimizzare la precisione delle manovre di escavo per minimizzare i volumi di overdredging.

Il **dragaggio meccanico** avviene con mezzi effossori imbarcati su natante, autocaricante o associato ad altro mezzo marittimo per il carico del materiale dragato. Il mezzo effossorio impiegato può essere di diverso tipo: i più comuni sono benna (Figura 8.61) o pala (Figura 8.62), manovrate da escavatori a fune o braccio articolato, e le secchie (Figura 8.63), collegate ad una drag line a catenaria.

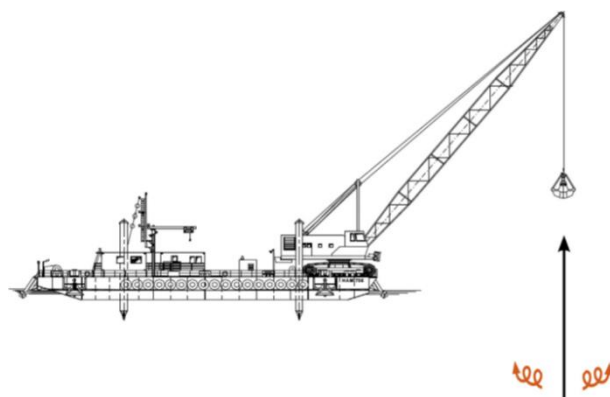


Figura 8.61 - Draga a benna con escavatore a fune (Becker et al., 2015)

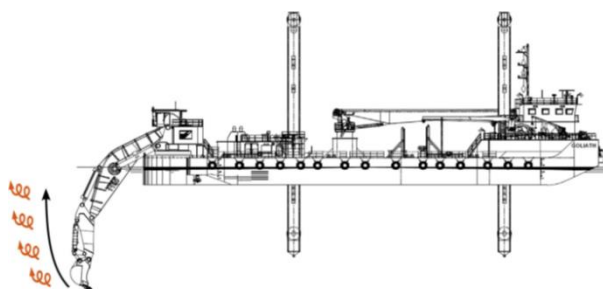


Figura 8.62 - Draga con pala e escavatore (backhoe; Becker et al., 2015)

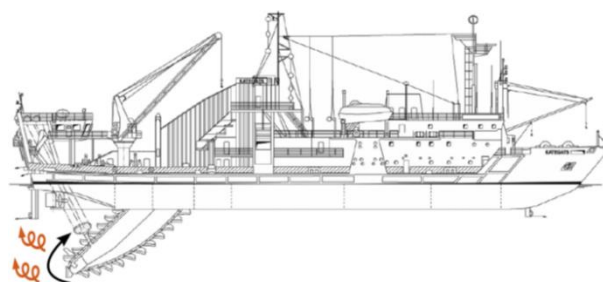


Figura 8.63 - Draga a secchie (Becker et al., 2015)

Nel caso di interventi su sedimenti inquinati, viene di norma utilizzata una benna cosiddetta “ambientale” a chiusura ermetica, che consente di minimizzare la sospensione di sedimenti lungo la colonna d’acqua durante la manovra.

Il dragaggio meccanico presenta i seguenti vantaggi:

- consente normalmente di minimizzare i volumi di acqua di esubero a bordo e nelle vasche di scarico del materiale;
- consente di minimizzare l’aumento del contenuto d’acqua del sedimento durante la manovra di escavo;
- non necessita di dispositivi di collegamento a terra;
- la manovra può facilmente essere interrotta per spostare i mezzi marittimi impiegati nelle operazioni di dragaggio, con conseguente riduzione delle interferenze con il traffico marittimo.

Il **dragaggio idraulico** avviene pure con mezzi marittimi, ma in questo caso si tratta quasi esclusivamente di mezzi con scarsa mobilità, appositamente concepiti per queste operazioni e spesso non autopropulsi (soprattutto nel caso di mezzi destinati a piccoli interventi, come quello richiesto presso la SNMG).

Il dragaggio idraulico prevede la liquefazione del sedimento, che viene trasportato in sospensione all’interno di tubazioni con concentrazioni generalmente comprese tra il 15 e il 30% in volume (riferito alla densità nativa del sedimento). Il refluimento della miscela avviene generalmente all’interno di ambienti confinati (colmate o stive di grandi imbarcazioni), presso i quali è previsto lo scarico delle (abbondanti) acque di esubero. La risospensione dei sedimenti è minima nel punto di prelievo, ma risulta, invece, rilevante nella zona di scarico delle acque di esubero, a meno che non vi sia disponibilità di grandi volumi per permettere la chiarificazione dell’effluente.

La draga idraulica è di norma collegata a tubazioni di refluimento di non immediata rimozione in caso di interferenze con il traffico marittimo, sia che siano collegate a terra che a un altro mezzo marittimo.

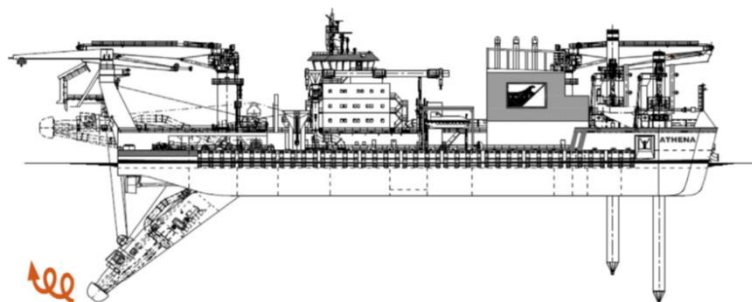


Figura 8.64 - Draga aspirante-refluente (CSD; Becker et al., 2015)

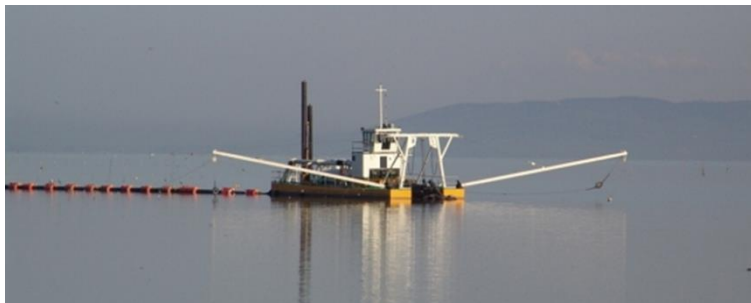


Figura 8.65 - Draga aspirante-refluente con tubazione galleggiante allacciata (CSD; Becker et al., 2015)



Fig. 8.66 - Draga aspirante-refluente autocaricante (TSHD; Becker et al., 2015)

All'esito delle preliminari analisi condotte, l'opzione del "dragaggio idraulico", in questa fase, è stata esclusa in quanto la presenza della tubazione di refluimento e di mezzi a scarsa mobilità interferirebbero negativamente con l'operatività della base.

Sulla scorta degli esiti delle campagne di caratterizzazione ambientale già condotte all'interno della Stazione Navale, si può presupporre che l'intervento di dragaggio fino alla profondità di -12,00 m s.m.m., connesso con la realizzazione del pontile Chiapparo (*cfr. Tav. B3 Planimetria generale*), apra tre possibili scenari "ambientali" per i sedimenti dragati:

- materiale di dragaggio "non inquinato";
- materiale di dragaggio "parzialmente inquinato (50%)";
- materiale di dragaggio "totalmente inquinato".

Gli esiti delle caratterizzazioni ambientali disponibili in aree prossime o limitrofe a quella interessata dal presente Intervento C (la caratterizzazione ambientale inerente all'intervento A ha mostrato l'assenza di uno stato di diffuso inquinamento fatta eccezione per alcune celle che, anche in relazione alla morfologia dei fondali e alle correnti, sono caratterizzate dalla presenza di inquinanti; la caratterizzazione ambientale inerente all'Intervento B non ha rilevato significativo inquinamento) non possono, a priori, escludere l'assenza di inquinanti nelle celle di futura caratterizzazione da individuarsi in relazione al previsto dragaggio.

Nel caso di materiale di dragaggio "non inquinato" si è ipotizzato che i sedimenti provenienti dall'escavo dei fondali siano destinati all'immersione nel corpo idrico di provenienza.

Conformemente a quanto previsto al p.to 5.1 lett. b), par. 5, All. A del DM 172/16, sono ammesse per i sedimenti le operazioni di "immissione o refluimento nel corpo idrico di provenienza per: ripristino morfologico, opere di difesa costiera, interventi di valorizzazione ambientale, mantenimento

del bilancio sedimentario, riempimento di strutture di contenimento sommerse", purché risultino conformi a quanto previsto dall'art. 5bis, c.2, lett a), ovvero "qualora presentino all'origine (...) caratteristiche fisiche, chimiche e microbiologiche idonee con riferimento al sito di destinazione, e non presentino positività ai test eco-tossicologici".

In tale evenienza, il dragaggio potrà essere effettuato mediante l'impiego di benna mordente ed eventuale ripper montata su idoneo mezzo marittimo e panne anti torbidità di contenimento atte a circoscrivere l'area da dragare e a evitare la dispersione del materiale messo in sospensione durante l'operazione di escavo.

Nel caso di materiale di dragaggio "parzialmente (50%) inquinato" per i sedimenti provenienti dall'escavo dei fondali sono state ipotizzate due opzioni di gestione: il trasporto a discarica del materiale inquinato e l'immersione nel corpo idrico di provenienza del materiale "pulito".

In tale evenienza, il dragaggio dovrà essere di tipo ambientale e dovrà essere effettuato mediante l'impiego di benna mordente bivalve ermetica montata su idoneo mezzo marittimo e panne anti torbidità di contenimento atte a circoscrivere l'area da dragare e a evitare la dispersione del materiale messo in sospensione durante l'operazione di escavo.

Nel caso di materiale di dragaggio "inquinato" si è ipotizzato che i sedimenti provenienti dall'escavo dei fondali siano destinati a essere conferiti in discarica.

In tale evenienza, il dragaggio dovrà, ancora una volta, essere di tipo ambientale e dovrà essere effettuato mediante l'impiego di benna mordente bivalve ermetica montata su idoneo mezzo marittimo e panne anti torbidità di contenimento atte a circoscrivere l'area da dragare e a evitare la dispersione del materiale messo in sospensione durante l'operazione di escavo.

8.4 Matrice analisi delle alternative progettuali: confronto caratteristiche funzionali, tecniche, ambientali, economiche, tempistiche per l’attuazione e manutenibilità

8.4.1 Soluzione 1: struttura a cassoni cellulari

In presenza di fondali piuttosto profondi quali quelli del nuovo Molo Chiapparo, in linea di principio il ricorso ad opere di tipo verticale, del tipo a cassoni imbasati su scanno di imbasamento, anche per quanto concerne l’anti-riflettenza, è senza dubbio conveniente dal punto di vista economico, data la semplicità costruttiva che si riflette sul costo inferiore rispetto a quello di soluzioni che prevedano l’impiego di pareti combinate preventivamente infisse.

Tuttavia, visto il quadro stratigrafico e geotecnico in cui l’opera è inserita, i principali aspetti da considerare riguardano la stabilità e i cedimenti dei cassoni in fase costruttiva e il comportamento in esercizio della struttura di banchina. Ciò è ben evidenziato nell’attuale Molo Rotundi in cui, nonostante gli imponenti lavori di bonifica preventiva eseguiti in fase costruttiva (spinti fino a profondità di circa -25 m da l.m.m.) si sono comunque manifestati importanti cedimenti nel tempo.

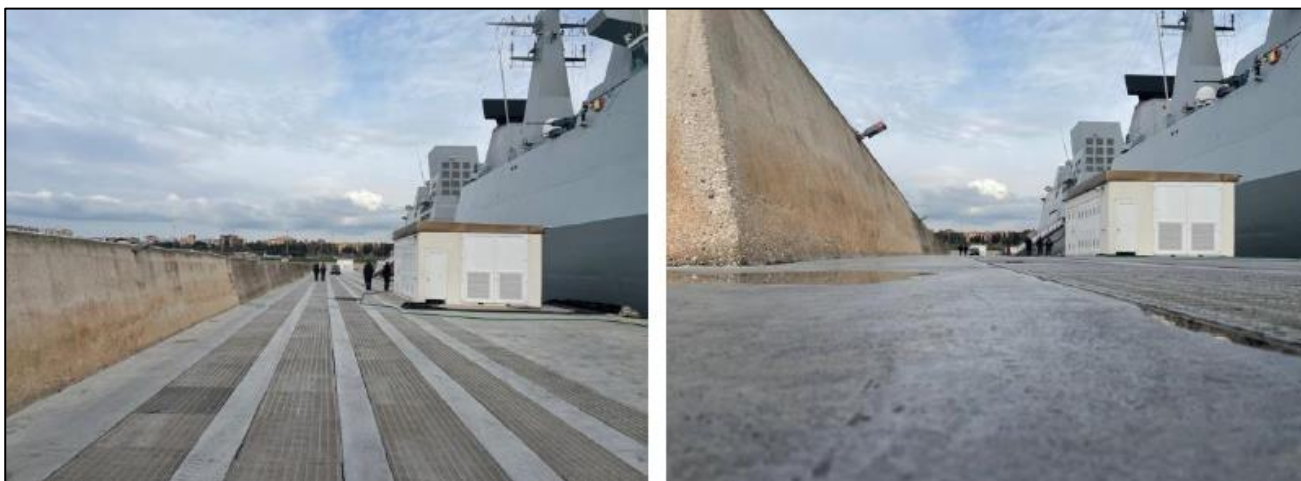


Figura 8.67 - Avvallamenti nella zona centrale del Molo Rotundi

Tali criticità, assieme alla necessità di limitare al minimo gli inevitabili effetti sull’operatività della Base Navale connessi con una tale lavorazione, oltre a conseguenti considerazioni di tipo tecnico-economiche ed ambientali connesse con la necessità di massimizzare il reimpiego dei sedimenti di dragaggio in vasca, ovvero di minimizzare l’apporto di materiali di cava, hanno avuto particolare rilievo nello sconsigliare la soluzione a “cassoni”.

Alternativamente è possibile prevedere specifici estesi interventi di consolidamento dei terreni di fondale previa rimozione dello strato fangoso più superficiale (termini DFA) mediante la tecnica della “vibro-sostituzione” con formazione di colonne di ghiaia a maglia prestabilita. Tuttavia tali interventi presentano una complessità costruttiva implicita nella lavorazione da eseguire in mare aperto in un paraggio non protetto. Ciò potrebbe rendere fortemente incerti, oltre che la qualità dei consolidamenti, anche il rispetto dei programmi temporali, oltre a rendere necessari specifici accorgimenti a carattere ambientale.

Ulteriori problemi connessi con la soluzione sono quelli di carattere ambientale e riflessi sull'operatività della base navale in fase costruttiva. Il rinfiango con materiali di cava comporterebbe infatti immediati pesanti riflessi sul bilancio complessivo dei volumi e sull'impatto complessivo del cantiere, mentre se la realizzazione di cassoni in bacini galleggianti di prefabbricazione posti all'interno della base è difficile da ipotizzare, anche se questi fossero trasportati dall'esterno l'impatto sul traffico portuale che ne deriverebbe potrebbe essere incompatibile con l'operatività della base.

Infine, dal punto di vista ambientale, occorre evidenziare che la realizzazione di una struttura a parete verticale, sebbene in grado di garantire una sensibile riduzione dell'agitazione interna, comporterebbe inevitabilmente una riduzione del ricambio idrico interno alla Darsena, costituendo altresì un ostacolo al normale transito dei sedimenti nel fondale, aspetto di fondamentale importanza vista la presenza di impianti di coltivazione di mitili nelle immediate vicinanze.

8.4.1.1 Soluzione 1: stima sommaria dei costi

Nel presente paragrafo si riporta la stima sommaria dei costi necessari per la realizzazione del nuovo pontile con struttura a cassoni cellulari. Le valutazioni sono state condotte secondo tre differenti ipotesi sulla qualità del materiale dragato (sedimenti non inquinati, sedimenti parzialmente inquinati e sedimenti totalmente inquinati).

Per la definizione sommaria della spesa da sostenere per l'esecuzione dei lavori si è fatto riferimento, ove possibile, al prezzario LL.PP. della Regione Puglia, anno 2023 o, in alternativa, a costi parametrici standardizzati ricavati da indagini di mercato, da altri prezzari regionali (in particolare quello Lazio 2023) o da altre opere simili.

STIMA SOMMARIA DELLA SPESA - STRUTTURA A CASSONI CELLULARI					
Ipotesi 1: materiale di dragaggio "non inquinato" (immersione nel corpo idrico di provenienza)					
Lavoro		u.m.	Quantità	Prezzo unitario (€)	Costo (€)
1	DRAGAGGIO	mc	127 500,00	19,06	2 430 150,00
2		mc	127 500,00	3,95	503 625,00

MINISTERO DELLA DIFESA – SEGRETARIATO GENERALE DELLA DIFESA E DIREZIONE NAZIONALE DEGLI ARMAMENTI – DIREZIONE DEI LAVORI E DEL DEMANIO – 1° REPARTO – UFFICIO BASI BLU

PROGRAMMA "BASI BLU" - ADEGUAMENTO E AMMODERNAMENTO DELLE CAPACITÀ DI SUPPORTO LOGISTICO DELLE BASI DELLA M.M.I. – STAZIONE NAVALE IN MAR GRANDE DI TARANTO – INTERVENTO "C"

INTEGRAZIONE, AGGIORNAMENTO E COORDINAMENTO DELLO STUDIO DI FATTIBILITÀ, ELABORATO DALL'A.D., PER LA "REALIZZAZIONE DI UN NUOVO PONTILE CHIAPPARO" – CIG 9620109D13 – CUP D52F23000000001

Documento di Fattibilità delle Alternative Progettuali (DOCFAP) (Articolo 2 Allegato I.7 D.Lgs. n. 36/2023)

RELAZIONE TECNICO-ILLUSTRATIVA

3		Trasporto con mezzo marittimo dotato di fondo apribile fino al punto indicato per lo sversamento dei sedimenti nel corpo idrico, compreso di geocontainer (geobag) necessari per limitare la risospensione e la diffusione di sedimenti versati. PER IMMISSIONE NEL CORPO IDRICO DELLA PARTE NON COLLOCABILE ALL'INTERNO DEI CASSONI (CAPACITA' CIRCA 149 000 mc). INCLUSO VOLUME DI ESCAVO PER COLLOCAZIONE CASSONI	mc	84 821,25	28,34	2 403 834,23
4		INTERVENTO DI VIBROSOSTITUZIONE (WET TOP-FEED) Formazione di colonne di ghiaia mediante vibrocompattazione e/o vibrosostituzione del fondale marino eseguita per punti con vibrator di profondità azionati da motori elettrici od oleodinamici infissi nel fondale con l'ausilio di un getto d'acqua in pressione, con immissione dall'alto durante la fase di compattazione e di risalita del vibratore di inerti di granulometria opportuna fino ad un assorbimento di 0,6 m³/m, mediante l'ausilio di appositi mezzi marittimi.	m	135 969,39	125,00	16 996 173,47
5	CASSONI	Scavo subacqueo eseguito senza impiego di esplosivi, fino alla profondità di 12 m sotto il livello medio del mare, con mezzi meccanici idonei, eventualmente muniti di disgregatore di idonea potenza. Nel prezzo è compreso l'onere della rimozione di eventuali trovanti, scogli, ruderi di muratura o in conglomerato cementizio semplice o armato, di qualsiasi resistenza e di volume non superiore a 0,5 mc, con l'obbligo del loro salpamento, ove i mezzi effossori non fossero allo scopo sufficienti, con idoneo mezzo di sollevamento. Nel prezzo, inoltre, è compresa l'eventuale disgregazione subacquea dei materiali mediante adeguati mezzi meccanici, compresi il carico sui mezzi idonei ed il trasporto, a mezzo di betta, a rifiuto o a ripascimento delle materie di risulta in zone autorizzate, fino a 5 miglia marine dal cantiere o a terra in apposite aree nell'ambito del cantiere o vasche di decantazione, la cui realizzazione è da compensarsi a parte. Il prezzo applicato per ogni mc di scavo misurato in sito, comprende anche gli oneri per la regolarizzazione delle scarpate ed il ritorno a vuoto dei mezzi; il rispetto delle disposizioni delle autorità competenti acquisite in sede progettuale in merito alla movimentazione portuale e quelle relative allo scarico, e quanto altro occorre per dare il lavoro di scavo compiuto a perfetta regola d'arte: in materiali incoerenti anche contenenti elementi lapidei di qualsiasi resistenza e di volume non superiore a 0,5 mc	mc	106 440,00	13,23	1 408 201,20
6		Sovrapprezzo agli scavi subacquei per ogni mc di escavazione eseguita a profondità maggiore di 12 m sotto il livello medio del mare e per ogni 5 m di maggiore profondità. Per ogni mc di scavo misurato in sito di escavazione	mc	106 440,00	3,97	422 460,36

MINISTERO DELLA DIFESA – SEGRETARIATO GENERALE DELLA DIFESA E DIREZIONE NAZIONALE DEGLI ARMAMENTI – DIREZIONE DEI LAVORI E DEL DEMANIO – 1° REPARTO – UFFICIO BASI BLU

PROGRAMMA "BASI BLU" - ADEGUAMENTO E AMMODERNAMENTO DELLE CAPACITÀ DI SUPPORTO LOGISTICO DELLE BASI DELLA M.M.I. – STAZIONE NAVALE IN MAR GRANDE DI TARANTO – INTERVENTO "C"

INTEGRAZIONE, AGGIORNAMENTO E COORDINAMENTO DELLO STUDIO DI FATTIBILITÀ, ELABORATO DALL'A.D., PER LA "REALIZZAZIONE DI UN NUOVO PONTILE CHIAPPARO" – CIG 9620109D13 – CUP D52F23000000001

Documento di Fattibilità delle Alternative Progettuali (DOCFAP) (Articolo 2 Allegato I.7 D.Lgs. n. 36/2023)

RELAZIONE TECNICO-ILLUSTRATIVA

7	Costituzione di strati di bonifica, scanni di imbasamento, nuclei di opere a gettata, eseguiti via terra, in pietrame scapolo di natura calcarea o lavica di peso specifico non inferiore a 25 kN/mc e del peso singolo da 5 kg a 50 kg, proveniente, a cura e spese dell'Impresa, da cave accettate dalla D.L. e site ad una distanza non superiore a 10 km, dato in opera in acqua, a qualsiasi profondità secondo sagoma di progetto, compreso l'onere del trasporto, il versamento in opera in maniera graduale e uniforme, la sistemazione superficiale, l'impiego degli idonei mezzi terrestri, ed ogni altro onere per dare il lavoro finito a perfetta regola d'arte. SCANNO DI IMBASAMENTO CASSONI	t	349 180,00	20,94	7 311 829,20
8	Compenso addizionale ai prezzi di cui ai precedenti articoli OM 02.03 e OM 02.04 per ogni km di distanza in più delle cave di provenienza oltre i primi 10 km. Per ogni t di scogli e per ogni km in più	t*km	6 983 600,00	0,40	2 793 440,00
9	Compenso addizionale ai prezzi di cui agli articoli OM 02.03 e OM 02.04 per la collocazione in acqua degli scogli via mare con l'impiego di idonei mezzi marittimi: per pietrame scapolo 5-50 kg	t	349 180,00	6,30	2 199 834,00
10	Costituzione di nuclei di strati intermedi di scogliera o di mantellata, eseguiti via terra, in scogli di pietra calcarea o lavica di peso dell'unità di volume non inferiore a 25 kN/mc, provenienti, a cura e spese dell'impresa, da cave accettate dalla D.L., dati in opera a qualsiasi altezza o profondità secondo sagoma di progetto compreso l'onere del trasporto fino ad una distanza dalle cave di 10 km, il versamento in opera con idoneo mezzo terrestre, la regolarizzazione anche con l'ausilio del palombaro, e quanto altro occorre per dare il lavoro finito a perfetta regola d'arte: del peso singolo 50-1000 kg (1a categoria). SCOGLIERA DI PROTEZIONE AL PIEDE	t	39 748,80	18,11	719 850,77
11	Compenso addizionale ai prezzi di cui ai precedenti articoli OM 02.03 e OM 02.04 per ogni km di distanza in più delle cave di provenienza oltre i primi 10 km. Per ogni t di scogli e per ogni km in più	t*km	794 976,00	0,40	317 990,40
12	Compenso addizionale ai prezzi di cui agli articoli OM 02.03 e OM 02.04 per la collocazione in acqua degli scogli via mare con l'impiego di idonei mezzi marittimi: per pietrame scogli di 1a e 2a categoria	t	39 748,80	7,50	298 116,00
13	Regolarizzazione e spianamento subacqueo di scanni di imbasamento eseguito anche a mezzo di palombaro, fino alla profondità di 12 m sotto il livello medio del mare, compreso l'impiego degli idonei mezzi marittimi, la fornitura e la posa in opera del pietrisco necessario per la regolarizzazione e quanto altro occorre per dare il lavoro finito a perfetta regola d'arte	mq	17 650,00	33,76	595 864,00

MINISTERO DELLA DIFESA – SEGRETARIATO GENERALE DELLA DIFESA E DIREZIONE NAZIONALE DEGLI ARMAMENTI – DIREZIONE DEI LAVORI E DEL DEMANIO – 1° REPARTO – UFFICIO BASI BLU

PROGRAMMA "BASI BLU" - ADEGUAMENTO E AMMODERNAMENTO DELLE CAPACITÀ DI SUPPORTO LOGISTICO DELLE BASI DELLA M.M.I. – STAZIONE NAVALE IN MAR GRANDE DI TARANTO – INTERVENTO "C"

INTEGRAZIONE, AGGIORNAMENTO E COORDINAMENTO DELLO STUDIO DI FATTIBILITÀ, ELABORATO DALL'A.D., PER LA "REALIZZAZIONE DI UN NUOVO PONTILE CHIAPPARO" – CIG 9620109D13 – CUP D52F23000000001

Documento di Fattibilità delle Alternative Progettuali (DOCFAP) (Articolo 2 Allegato I.7 D.Lgs. n. 36/2023)

RELAZIONE TECNICO-ILLUSTRATIVA

14	Massi guardiani in conglomerato cementizio con classe di resistenza a compressione C32/40 (Rck 40 N/mm ²), classe di esposizione XS1 e classe di consistenza S4, dati nel cantiere massi secondo le sagome di progetto, compreso acciaio tondo ad aderenza migliorata classi B450C e B450A, in quantità non inferiore a 50 kg per mc di conglomerato, di qualsiasi diametro, piegatura e legatura, con filo di ferro, uncini, sovrapposizioni, sfrido, nonché le necessarie casseforme, armo e relativo disarmo, vibratura, l'onere della formazione degli eventuali fori da valutare come pieni, e quanto altro occorre per dare i massi guardiani a piè d'opera a perfetta regola d'arte	mc	2 000,00	304,32	608 640,00
15	Collocazione in opera di massi artificiali in conglomerato cementizio di volume non superiore a 10 mc, per qualunque destinazione d'impiego, compreso l'onere dell'utilizzo dei necessari mezzi terrestri e marittimi fino alla profondità di 12 m sotto il livello medio del mare, secondo sagoma o allineamento di progetto con pontone a bigo o altro mezzo d'opera idoneo e con l'ausilio del palombaro, compreso ogni altro onere per dare il lavoro finito a perfetta regola d'arte: per massi guardiani o massi parallelepipedi o prismatici collocati a pile	mc	2 000,00	38,71	77 420,00
16	Infrastruttura costituita da cassone galleggiante cellulare di qualunque dimensione in conglomerato cementizio armato di cui alle normative vigenti, della classe di resistenza a compressione non inferiore a C32/40 (Rck 40 N/mm ²), classe di esposizione XS1 e classe di consistenza S4, compreso l'onere della vibratura, gli additivi fluidificanti e inibitori di corrosione, la fornitura e collocazione dell'acciaio tondo ad aderenza migliorata classi B450C e B450A di armatura di qualsiasi diametro, dato in opera comprendendo piegatura legatura con filo di ferro, uncini, sovrapposizioni, sfridi, nella quantità non inferiore a 110 kg per mc di conglomerato, casseforme, armo e disarmo, ed ogni altro onere per dare il conglomerato in sito ed il lavoro a perfetta regola d'arte. Nel prezzo si intende compreso anche il varo, trasporto da sito di costruzione a quello di affondamento, l'imbasamento fino a profondità di 12 m sotto il livello medio del mare ed il relativo affondamento. Il prezzo unitario applicato al volume vuoto per pieno, con incidenza del pieno non inferiore al 25% del volume totale, si intende comprensivo di tutti gli oneri nessuno escluso per dare l'infrastruttura in opera, compresi gli sbalzi di 150 cm del solettone inferiore del cassone di base, misurato secondo il perimetro della sagoma esterna del cassone. Per ogni mc vuoto per pieno	mc/vpp	198 825,00	179,00	35 589 675,00
17	Sovrapprezzo alla voce precedente per calcestruzzo di classe di resistenza a compressione 40/45 e classe di esposizione XS3	mc/vpp	198 825,00	17,90	3 558 967,50
18	Riempimento Celle Cassoni con materiale proveniente dagli scavi, collocato via mare	mc	149 118,75	9,13	1 361 454,19

MINISTERO DELLA DIFESA – SEGRETARIATO GENERALE DELLA DIFESA E DIREZIONE NAZIONALE DEGLI ARMAMENTI – DIREZIONE DEI LAVORI E DEL DEMANIO – 1° REPARTO – UFFICIO BASI BLU

PROGRAMMA "BASI BLU" - ADEGUAMENTO E AMMODERNAMENTO DELLE CAPACITÀ DI SUPPORTO LOGISTICO DELLE BASI DELLA M.M.I. – STAZIONE NAVALE IN MAR GRANDE DI TARANTO – INTERVENTO "C"

INTEGRAZIONE, AGGIORNAMENTO E COORDINAMENTO DELLO STUDIO DI FATTIBILITÀ, ELABORATO DALL'A.D., PER LA "REALIZZAZIONE DI UN NUOVO PONTILE CHIAPPARO" – CIG 9620109D13 – CUP D52F23000000001

Documento di Fattibilità delle Alternative Progettuali (DOCFAP) (Articolo 2 Allegato I.7 D.Lgs. n. 36/2023)

RELAZIONE TECNICO-ILLUSTRATIVA

19		Getti subacquei tra cassone e cassone per colmamento dei giunti e riempimento di celle dati in opera fino ad una profondità di 12 m sotto il livello medio del mare, di conglomerato cementizio con classe di resistenza a compressione non inferiore a C35/45 (Rck 45 N/mm ²), versato entro casseri o paratie comprese nel prezzo, compreso altresì l'onere della cassetta a valvola o altro mezzo idoneo per evitare il dilavamento, eventuali additivi, l'impiego degli idonei mezzi marittimi e del palombaro ed ogni altro onere per dare il lavoro finito a perfetta regola d'arte	mc	660,00	286,31	188 964,60
20	MASSICCIO DI SOVRACCARICO	Conglomerato cementizio per sovrastruttura di banchine, massiccio di sovraccarico e muro paraonde, con classe di resistenza a compressione non inferiore a C32/40 (Rck 40 N/mm ²), classe di esposizione XS1 e classe di consistenza S4, dato in opera con qualunque mezzo, terrestre o marittimo, a qualunque altezza e per qualsiasi spessore, per interventi posti fino a 3,50 m di altezza, i relativi armare e disarmare, la vibratura dei getti, gli eventuali additivi, le casseforme, escluse le eventuali barre d'armatura e compreso ogni altro onere per dare il lavoro finito a perfetta regola d'arte	mc	30 808,00	275,52	8 488 220,16
21		Sovrapprezzo ai getti di conglomerato cementizio per passaggio a classe di esposizione XS3 e classe di resistenza Rck 45 (Percentuale del 10%)	mc	30 808,00	27,55	848 822,02
22		Acciaio in barre per armature di conglomerato cementizio prelavorato e pretagliato a misura, sagomato e posto in opera a regola d'arte, compreso ogni sfrido, legature, ecc.; nonché tutti gli oneri relativi ai controlli di legge; del tipo B450C prodotto da azienda in possesso di attestato di qualificazione rilasciato dal Servizio Tecnico Centrale della Presidenza del Consiglio Superiore dei LL.PP.	kg	1 540 400,00	2,33	3 589 132,00
23		Zincatura di opere in ferro con trattamento a fuoco mediante immersione in vasche contenenti zinco fuso alla temperatura di circa 500 °C previo decappaggio, sciacquaggio e quanto altro necessario per ottenere un prodotto finito: strutture di peso inferiore a 80 kg	kg	1 540 400,00	0,76	1 170 704,00
24	PACCHETTO PAVIMENTAZIONE	Massetto delle pendenze per coperture piane realizzato con impasto di cemento 32.5 e sabbia di cava, ottenuto con kg 300 di cemento tipo 32.5 per mc 1,0 di sabbia, per una resistenza a compressione minima di 150 kg/cm ² , compresa la formazione di poste e fasce per pendenza variabile tra 1% e 2%, e spessore minimo di 4 cm	mc	1 012,20	235,52	238 393,34
25		Pavimento industriale di dimensioni non inferiori a 400 mq ad alta resistenza meccanica con malta sintetica epossidica, con cariche quarzifere, posto su massetto esistente e meccanicamente solido, frattazzato e lisciato, spessore pari a 7 mm circa, con caratteristiche di resistenza all'usura, alla compressione, agli olii, agli acidi ed all'umidità	mq	14 460,00	41,22	596 041,20
26	IMPIANTI	Sistema di smaltimento acque meteoriche, comprensivo di canalette di drenaggio, pozzetti di ispezione e vasche di trattamento delle acque.	corpo	1	350 000,00	350 000,00
27		Impianti elettrici e meccanici	corpo	1	8 700 000,00	8 700 000,00

MINISTERO DELLA DIFESA – SEGRETARIATO GENERALE DELLA DIFESA E DIREZIONE NAZIONALE DEGLI ARMAMENTI – DIREZIONE DEI LAVORI E DEL DEMANIO – 1° REPARTO – UFFICIO BASI BLU

PROGRAMMA "BASI BLU" - ADEGUAMENTO E AMMODERNAMENTO DELLE CAPACITÀ DI SUPPORTO LOGISTICO DELLE BASI DELLA M.M.I. – STAZIONE NAVALE IN MAR GRANDE DI TARANTO – INTERVENTO "C"

INTEGRAZIONE, AGGIORNAMENTO E COORDINAMENTO DELLO STUDIO DI FATTIBILITÀ, ELABORATO DALL'A.D., PER LA "REALIZZAZIONE DI UN NUOVO PONTILE CHIAPPARO" – CIG 9620109D13 – CUP D52F23000000001

Documento di Fattibilità delle Alternative Progettuali (DOCFAP) (Articolo 2 Allegato I.7 D.Lgs. n. 36/2023)

RELAZIONE TECNICO-ILLUSTRATIVA

28	ACCESSORI	Bitta d'ormeggio in ghisa sferoidale, conforme alla norma UNI EN 1563, in opera con idonei tiranti di ancoraggio adeguati al tiro, compreso conglomerato cementizio per il plinto di fondazione e per l'alloggiamento nella sovrastruttura, escluso il ripristino della pavimentazione e dell'orlatura di banchina, la sabbiatura e la verniciatura: tiro da 100 a 120 t	cad	26,00	5 814,47	151 176,22
29		Bitta d'ormeggio in ghisa sferoidale, conforme alla norma UNI EN 1563, in opera con idonei tiranti di ancoraggio adeguati al tiro, compreso conglomerato cementizio per il plinto di fondazione e per l'alloggiamento nella sovrastruttura, escluso il ripristino della pavimentazione e dell'orlatura di banchina, la sabbiatura e la verniciatura: tiro da 20 a 50 t	cad	29,00	2 795,02	81 055,58
30		Fornitura e posa in opera di paraspigoli antinfortunistici di bordo banchina, con tacche antisdrucchiolo segnalatrici di limite o con cordolo, con o senza catarifrangente secondo le prescrizioni del Ministero della Marina Mercantile, posti in opera con tasselli di tenuta o zanche incorporate di qualunque tipo, spessore e dimensioni, idonee secondo la Direzione dei Lavori, il tutto in ghisa sferoidale UNI 4544 anticorrosione. Compreso eventuali tagli, pezzi speciali per angoli, sfridi e quanto altro necessario.	kg	33 750,00	4,16	140 400,00
31		Fornitura e posa in opera di acciaio tondo, quadro, profilato, etc., debitamente lavorato forgiato, per tiranti di bitte, anelli d'ormeggio, scalette, bordonali, etc., in opera compreso la dipintura a tre passate di cui due al minio di piombo ed una a vernice antiruggine colorata, incluso filettature, bullonature, saldature ed ogni onere e magistero occorrente per dare il lavoro finito a perfetta regola d'arte. Per anelli di ormeggio	kg	2 200,00	4,53	9 966,00
32		Fornitura e posa in opera di scalette alla marinara in ghisa sferoidale in fusione monoblocco, modulari, senza alcuna saldatura corrodibile, installabile con zanche in acciaio inox, gradini antisdrucchiolo, griglie di scolo e aggrappo con fori predisposti per l'installazione di balaustre di protezione e di comodo, compreso tutto quanto occorre per dare la fornitura in opera a perfetta regola d'arte e secondo le indicazioni che saranno fornite dalla Direzione dei Lavori.	kg	5 200,00	4,52	23 504,00
33		Parabordi esterni 2000*1200*2000	cad	52	39 900,00	2 074 800,00
34	Parabordi interni 1000*500*1000	cad	58,0	7 137,03	413 947,74	
35	PONTILE FREGATE	Prolungamento pontile Fregate (struttura a giorno su pali)	mq	710,4	5 000,00	3 552 000,00
TOTALE NUOVO PONTILE CHIAPPARO CON STRUTTURA A CASSONI CELLULARI Nell'ipotesi di materiale di dragaggio "non inquinato"						110 214 652,17

PROGRAMMA "BASI BLU" - ADEGUAMENTO E AMMODERNAMENTO DELLE CAPACITÀ DI SUPPORTO LOGISTICO DELLE BASI DELLA M.M.I. – STAZIONE
NAVALE IN MAR GRANDE DI TARANTO – INTERVENTO "C"

INTEGRAZIONE, AGGIORNAMENTO E COORDINAMENTO DELLO STUDIO DI FATTIBILITÀ, ELABORATO DALL'A.D., PER LA
"REALIZZAZIONE DI UN NUOVO PONTILE CHIAPPARO" – CIG 9620109D13 – CUP D52F23000000001

Documento di Fattibilità delle Alternative Progettuali (DOCFAP) (Articolo 2 Allegato I.7 D.Lgs. n. 36/2023)

RELAZIONE TECNICO-ILLUSTRATIVA

STIMA SOMMARIA DELLA SPESA - STRUTTURA A CASSONI CELLULARI						
Ipotesi 2: materiale di dragaggio "parzialmente (50%) inquinato" (trasporto a scarica del materiale inquinato e immersione nel corpo idrico di provenienza del materiale "pulito")						
Lavoro			u.m.	Quantità	Prezzo unitario (€)	Costo (€)
1	DRAGAGGIO	Dragaggio di tipo ambientale effettuato con idonee attrezzature, di materie sciolte costituito da sabbia, argilla, ghiaia, rottami di muratura, calcestruzzi e pietrame, del volume di ogni pezzo fino a mc 0,20, in qualsiasi proporzione, eseguito a sezione ampia o ristretta o entro casseri, secondo le direttive impartite dalla D.L., fino alla profondità di progetto. Con benna mordente bivalve ermetica montata su galleggiante o qualunque altro mezzo idoneo, compreso ogni onere per il carico, il trasporto e il trasferimento in idonee vasche di raccolta. Incluso altresì l'impiego di panne anti torbidità di contenimento galleggianti con gonne impermeabili di PVC ancorate al fondale marino necessarie per circoscrivere l'intera area ed evitare la dispersione del materiale messo in sospensione durante l'escavo.	mc	127 500,00	20,31	2 589 525,00
2		Movimentazione nell'area di cantiere di materiali di qualsiasi natura e consistenza con uso di mezzi meccanici, per carico su mezzo terrestre per il successivo trasporto in scarica o il carico su mezzo marittimo per la successiva immersione nel corpo idrico di provenienza o il riutilizzo degli stessi nell'ambito della realizzazione delle opere previste in progetto. Compreso l'escavo per la collocazione dei cassoni.	mc	127 500,00	3,95	503 625,00
3		Trasporto con mezzo marittimo dotato di fondo apribile fino al punto indicato per lo sversamento dei sedimenti nel corpo idrico, compreso di geocontainer (geobag) necessari per limitare la risospensione e la diffusione di sedimenti versati. PER IMMISSIONE NEL CORPO IDRICO DELLA PARTE NON COLLOCABILE ALL'INTERNO DEI CASSONI (CAPACITA' CIRCA 149 000 mc). INCLUSO VOLUME DI ESCAVO PER COLLOCAZIONE CASSONI	mc	84 821,25	28,34	2 403 834,23
4	CASSONI	INTERVENTO DI VIBROSOSTITUZIONE (WET TOP-FEED) Formazione di colonne di ghiaia mediante vibrocompattazione e/o vibrosostituzione del fondale marino eseguita per punti con vibrator di profondità azionati da motori elettrici od oleodinamici infissi nel fondale con l'ausilio di un getto d'acqua in pressione, con immissione dall'alto durante la fase di compattazione e di risalita del vibratore di inerti di granulometria opportuna fino ad un assorbimento di 0,6 m³/m, mediante l'ausilio di appositi mezzi marittimi.	m	135 969,39	125,00	16 996 173,47

MINISTERO DELLA DIFESA – SEGRETARIATO GENERALE DELLA DIFESA E DIREZIONE NAZIONALE DEGLI ARMAMENTI – DIREZIONE DEI LAVORI E DEL DEMANIO – 1° REPARTO – UFFICIO BASI BLU

PROGRAMMA "BASI BLU" - ADEGUAMENTO E AMMODERNAMENTO DELLE CAPACITÀ DI SUPPORTO LOGISTICO DELLE BASI DELLA M.M.I. – STAZIONE NAVALE IN MAR GRANDE DI TARANTO – INTERVENTO "C"

INTEGRAZIONE, AGGIORNAMENTO E COORDINAMENTO DELLO STUDIO DI FATTIBILITÀ, ELABORATO DALL'A.D., PER LA "REALIZZAZIONE DI UN NUOVO PONTILE CHIAPPARO" – CIG 9620109D13 – CUP D52F23000000001

Documento di Fattibilità delle Alternative Progettuali (DOCFAP) (Articolo 2 Allegato I.7 D.Lgs. n. 36/2023)

RELAZIONE TECNICO-ILLUSTRATIVA

5	Scavo subacqueo eseguito senza impiego di esplosivi, fino alla profondità di 12 m sotto il livello medio del mare, con mezzi meccanici idonei, eventualmente muniti di disgregatore di idonea potenza. Nel prezzo è compreso l'onere della rimozione di eventuali trovanti, scogli, ruderi di muratura o in conglomerato cementizio semplice o armato, di qualsiasi resistenza e di volume non superiore a 0,5 mc, con l'obbligo del loro salpamento, ove i mezzi effossori non fossero allo scopo sufficienti, con idoneo mezzo di sollevamento. Nel prezzo, inoltre, è compresa l'eventuale disgregazione subacquea dei materiali mediante adeguati mezzi meccanici, compresi il carico sui mezzi idonei ed il trasporto, a mezzo di betta, a rifiuto o a ripascimento delle materie di risulta in zone autorizzate, fino a 5 miglia marine dal cantiere o a terra in apposite aree nell'ambito del cantiere o vasche di decantazione, la cui realizzazione è da compensarsi a parte. Il prezzo applicato per ogni mc di scavo misurato in sito, comprende anche gli oneri per la regolarizzazione delle scarpate ed il ritorno a vuoto dei mezzi; il rispetto delle disposizioni delle autorità competenti acquisite in sede progettuale in merito alla movimentazione portuale e quelle relative allo scarico, e quanto altro occorre per dare il lavoro di scavo compiuto a perfetta regola d'arte: in materiali incoerenti anche contenenti elementi lapidei di qualsiasi resistenza e di volume non superiore a 0,5 mc	mc	106 440,00	13,23	1 408 201,20
6	Sovrapprezzo agli scavi subacquei per ogni mc di escavazione eseguita a profondità maggiore di 12 m sotto il livello medio del mare e per ogni 5 m di maggiore profondità. Per ogni mc di scavo misurato in sito di escavazione	mc	106 440,00	3,97	422 460,36
7	Costituzione di strati di bonifica, scanni di imbasamento, nuclei di opere a gettata, eseguiti via terra, in pietrame scapolo di natura calcarea o lavica di peso specifico non inferiore a 25 kN/mc e del peso singolo da 5 kg a 50 kg, proveniente, a cura e spese dell'Impresa, da cave accettate dalla D.L. e site ad una distanza non superiore a 10 km, dato in opera in acqua, a qualsiasi profondità secondo sagoma di progetto, compreso l'onere del trasporto, il versamento in opera in maniera graduale e uniforme, la sistemazione superficiale, l'impiego degli idonei mezzi terrestri, ed ogni altro onere per dare il lavoro finito a perfetta regola d'arte. SCANNO DI IMBASAMENTO CASSONI	t	349 180,00	20,94	7 311 829,20
8	Compenso addizionale ai prezzi di cui ai precedenti articoli OM 02.03 e OM 02.04 per ogni km di distanza in più delle cave di provenienza oltre i primi 10 km. Per ogni t di scogli e per ogni km in più	t*km	6 983 600,00	0,40	2 793 440,00
9	Compenso addizionale ai prezzi di cui agli articoli OM 02.03 e OM 02.04 per la collocazione in acqua degli scogli via mare con l'impiego di idonei mezzi marittimi: per pietrame scapolo 5-50 kg	t	349 180,00	6,30	2 199 834,00

MINISTERO DELLA DIFESA – SEGRETARIATO GENERALE DELLA DIFESA E DIREZIONE NAZIONALE DEGLI ARMAMENTI – DIREZIONE DEI LAVORI E DEL DEMANIO – 1° REPARTO – UFFICIO BASI BLU

PROGRAMMA "BASI BLU" - ADEGUAMENTO E AMMODERNAMENTO DELLE CAPACITÀ DI SUPPORTO LOGISTICO DELLE BASI DELLA M.M.I. – STAZIONE NAVALE IN MAR GRANDE DI TARANTO – INTERVENTO "C"

INTEGRAZIONE, AGGIORNAMENTO E COORDINAMENTO DELLO STUDIO DI FATTIBILITÀ, ELABORATO DALL'A.D., PER LA "REALIZZAZIONE DI UN NUOVO PONTILE CHIAPPARO" – CIG 9620109D13 – CUP D52F23000000001

Documento di Fattibilità delle Alternative Progettuali (DOCFAP) (Articolo 2 Allegato I.7 D.Lgs. n. 36/2023)

RELAZIONE TECNICO-ILLUSTRATIVA

10	Costituzione di nuclei di strati intermedi di scogliera o di mantellata, eseguiti via terra, in scogli di pietra calcarea o lavica di peso dell'unità di volume non inferiore a 25 kN/mc, provenienti, a cura e spese dell'impresa, da cave accettate dalla D.L., dati in opera a qualsiasi altezza o profondità secondo sagoma di progetto compreso l'onere del trasporto fino ad una distanza dalle cave di 10 km, il versamento in opera con idoneo mezzo terrestre, la regolarizzazione anche con l'ausilio del palombaro, e quanto altro occorre per dare il lavoro finito a perfetta regola d'arte: del peso singolo 50-1000 kg (1a categoria). SCOGLIERA DI PROTEZIONE AL PIEDE	t	39 748,80	18,11	719 850,77
11	Compenso addizionale ai prezzi di cui ai precedenti articoli OM 02.03 e OM 02.04 per ogni km di distanza in più delle cave di provenienza oltre i primi 10 km. Per ogni t di scogli e per ogni km in più	t*km	794 976,00	0,40	317 990,40
12	Compenso addizionale ai prezzi di cui agli articoli OM 02.03 e OM 02.04 per la collocazione in acqua degli scogli via mare con l'impiego di idonei mezzi marittimi: per pietrame scogli di 1a e 2a categoria	t	39 748,80	7,50	298 116,00
13	Regolarizzazione e spianamento subacqueo di scanni di imbasamento eseguito anche a mezzo di palombaro, fino alla profondità di 12 m sotto il livello medio del mare, compreso l'impiego degli idonei mezzi marittimi, la fornitura e la posa in opera del pietrisco necessario per la regolarizzazione e quanto altro occorre per dare il lavoro finito a perfetta regola d'arte	mq	17 650,00	33,76	595 864,00
14	Massi guardiani in conglomerato cementizio con classe di resistenza a compressione C32/40 (Rck 40 N/mm ²), classe di esposizione XS1 e classe di consistenza S4, dati nel cantiere massi secondo le sagome di progetto, compreso acciaio tondo ad aderenza migliorata classi B450C e B450A, in quantità non inferiore a 50 kg per mc di conglomerato, di qualsiasi diametro, piegatura e legatura, con filo di ferro, uncini, sovrapposizioni, sfrido, nonché le necessarie casseforme, armo e relativo disarmo, vibratura, l'onere della formazione degli eventuali fori da valutare come pieni, e quanto altro occorre per dare i massi guardiani a piè d'opera a perfetta regola d'arte	mc	2 000,00	304,32	608 640,00
15	Collocazione in opera di massi artificiali in conglomerato cementizio di volume non superiore a 10 mc, per qualunque destinazione d'impiego, compreso l'onere dell'utilizzo dei necessari mezzi terrestri e marittimi fino alla profondità di 12 m sotto il livello medio del mare, secondo sagoma o allineamento di progetto con pontone a bigo o altro mezzo d'opera idoneo e con l'ausilio del palombaro, compreso ogni altro onere per dare il lavoro finito a perfetta regola d'arte: per massi guardiani o massi parallelepipedi o prismatici collocati a pile	mc	2 000,00	38,71	77 420,00

MINISTERO DELLA DIFESA – SEGRETARIATO GENERALE DELLA DIFESA E DIREZIONE NAZIONALE DEGLI ARMAMENTI – DIREZIONE DEI LAVORI E DEL DEMANIO – 1° REPARTO – UFFICIO BASI BLU

PROGRAMMA "BASI BLU" - ADEGUAMENTO E AMMODERNAMENTO DELLE CAPACITÀ DI SUPPORTO LOGISTICO DELLE BASI DELLA M.M.I. – STAZIONE NAVALE IN MAR GRANDE DI TARANTO – INTERVENTO "C"

INTEGRAZIONE, AGGIORNAMENTO E COORDINAMENTO DELLO STUDIO DI FATTIBILITÀ, ELABORATO DALL'A.D., PER LA "REALIZZAZIONE DI UN NUOVO PONTILE CHIAPPARO" – CIG 9620109D13 – CUP D52F23000000001

Documento di Fattibilità delle Alternative Progettuali (DOCFAP) (Articolo 2 Allegato I.7 D.Lgs. n. 36/2023)

RELAZIONE TECNICO-ILLUSTRATIVA

16	Infrastruttura costituita da cassone galleggiante cellulare di qualunque dimensione in conglomerato cementizio armato di cui alle normative vigenti, della classe di resistenza a compressione non inferiore a C32/40 (Rck 40 N/mm ²), classe di esposizione XS1 e classe di consistenza S4, compreso l'onere della vibratura, gli additivi fluidificanti e inibitori di corrosione, la fornitura e collocazione dell'acciaio tondo ad aderenza migliorata classi B450C e B450A di armatura di qualsiasi diametro, dato in opera comprendendo piegatura legatura con filo di ferro, uncini, sovrapposizioni, sfridi, nella quantità non inferiore a 110 kg per mc di conglomerato, casseforme, armo e disarmo, ed ogni altro onere per dare il conglomerato in sito ed il lavoro a perfetta regola d'arte. Nel prezzo si intende compreso anche il varo, trasporto da sito di costruzione a quello di affondamento, l'imbasamento fino a profondità di 12 m sotto il livello medio del mare ed il relativo affondamento. Il prezzo unitario applicato al volume vuoto per pieno, con incidenza del pieno non inferiore al 25% del volume totale, si intende comprensivo di tutti gli oneri nessuno escluso per dare l'infrastruttura in opera, compresi gli sbalzi di 150 cm del solettone inferiore del cassone di base, misurato secondo il perimetro della sagoma esterna del cassone. Per ogni mc vuoto per pieno	mc/vpp	198 825,00	179,00	35 589 675,00
17	Sovraprezzo alla voce precedente per calcestruzzo di classe di resistenza a compressione 40/45 e classe di esposizione XS3	mc/vpp	198 825,00	17,90	3 558 967,50
18	Impermeabilizzazione e protezione di superfici in calcestruzzo e muratura attraverso la stesura, in due successive mani, di emulsione bituminosa di asfalto a freddo, con incidenza minima di 1 kg/mq. Esclusi i ponteggi	mq	18 562,50	10,55	195 834,38
19	Riempimento Celle Cassoni con materiale proveniente dagli scavi, collocato via mare	mc	149 118,75	9,13	1 361 454,19
20	Getti subacquei tra cassone e cassone per colmamento dei giunti e riempimento di celle dati in opera fino ad una profondità di 12 m sotto il livello medio del mare, di conglomerato cementizio con classe di resistenza a compressione non inferiore a C35/45 (Rck 45 N/mm ²), versato entro casseri o paratie comprese nel prezzo, compreso altresì l'onere della cassetta a valvola o altro mezzo idoneo per evitare il dilavamento, eventuali additivi, l'impiego degli idonei mezzi marittimi e del palombaro ed ogni altro onere per dare il lavoro finito a perfetta regola d'arte	mc	660,00	286,31	188 964,60

MINISTERO DELLA DIFESA – SEGRETARIATO GENERALE DELLA DIFESA E DIREZIONE NAZIONALE DEGLI ARMAMENTI – DIREZIONE DEI LAVORI E DEL DEMANIO – 1° REPARTO – UFFICIO BASI BLU

PROGRAMMA "BASI BLU" - ADEGUAMENTO E AMMODERNAMENTO DELLE CAPACITÀ DI SUPPORTO LOGISTICO DELLE BASI DELLA M.M.I. – STAZIONE NAVALE IN MAR GRANDE DI TARANTO – INTERVENTO "C"

INTEGRAZIONE, AGGIORNAMENTO E COORDINAMENTO DELLO STUDIO DI FATTIBILITÀ, ELABORATO DALL'A.D., PER LA "REALIZZAZIONE DI UN NUOVO PONTILE CHIAPPARO" – CIG 9620109D13 – CUP D52F23000000001

Documento di Fattibilità delle Alternative Progettuali (DOCFAP) (Articolo 2 Allegato I.7 D.Lgs. n. 36/2023)

RELAZIONE TECNICO-ILLUSTRATIVA

21	MASSICCIO DI SOVRACCARICO	Conglomerato cementizio per sovrastruttura di banchine, massiccio di sovraccarico e muro paraonde, con classe di resistenza a compressione non inferiore a C32/40 (Rck 40 N/mm ²), classe di esposizione XS1 e classe di consistenza S4, dato in opera con qualunque mezzo, terrestre o marittimo, a qualunque altezza e per qualsiasi spessore, per interventi posti fino a 3,50 m di altezza, i relativi armature e disarmo, la vibratura dei getti, gli eventuali additivi, le casseforme, escluse le eventuali barre d'armatura e compreso ogni altro onere per dare il lavoro finito a perfetta regola d'arte	mc	30 808,00	275,52	8 488 220,16
22		Sovrapprezzo ai getti di conglomerato cementizio per passaggio a classe di esposizione XS3 e classe di resistenza Rck 45 (Percentuale del 10%)	mc	30 808,00	27,55	848 822,02
23		Acciaio in barre per armature di conglomerato cementizio prelaborato e pretagliato a misura, sagomato e posto in opera a regola d'arte, compreso ogni sfrido, legature, ecc.; nonché tutti gli oneri relativi ai controlli di legge; del tipo B450C prodotto da azienda in possesso di attestato di qualificazione rilasciato dal Servizio Tecnico Centrale della Presidenza del Consiglio Superiore dei LL.PP.	kg	1 540 400,00	2,33	3 589 132,00
24		Zincatura di opere in ferro con trattamento a fuoco mediante immersione in vasche contenenti zinco fuso alla temperatura di circa 500 °C previo decappaggio, sciacquaggio e quanto altro necessario per ottenere un prodotto finito: strutture di peso inferiore a 80 kg	kg	1 540 400,00	0,76	1 170 704,00
25	PACCHETTO PAVIMENTAZIONE	Massetto delle pendenze per coperture piane realizzato con impasto di cemento 32.5 e sabbia di cava, ottenuto con kg 300 di cemento tipo 32.5 per mc 1,0 di sabbia, per una resistenza a compressione minima di 150 kg/cm ² , compresa la formazione di poste e fasce per pendenza variabile tra 1% e 2%, e spessore minimo di 4 cm	mc	1 012,20	235,52	238 393,34
26		Pavimento industriale di dimensioni non inferiori a 400 mq ad alta resistenza meccanica con malta sintetica epossidica, con cariche quarzifere, posto su massetto esistente e meccanicamente solido, frattazzato e lisciato, spessore pari a 7 mm circa, con caratteristiche di resistenza all'usura, alla compressione, agli olii, agli acidi ed all'umidità	mq	14 460,00	41,22	596 041,20
27	IMPIANTI	Sistema di smaltimento acque meteoriche, comprensivo di canalette di drenaggio, pozzetti di ispezione e vasche di trattamento delle acque.	corpo	1	350 000,00	350 000,00
28		Impianti elettrici e meccanici	corpo	1	8 700 000,00	8 700 000,00

MINISTERO DELLA DIFESA – SEGRETARIATO GENERALE DELLA DIFESA E DIREZIONE NAZIONALE DEGLI ARMAMENTI – DIREZIONE DEI LAVORI E DEL DEMANIO – 1° REPARTO – UFFICIO BASI BLU

PROGRAMMA "BASI BLU" - ADEGUAMENTO E AMMODERNAMENTO DELLE CAPACITÀ DI SUPPORTO LOGISTICO DELLE BASI DELLA M.M.I. – STAZIONE NAVALE IN MAR GRANDE DI TARANTO – INTERVENTO "C"

INTEGRAZIONE, AGGIORNAMENTO E COORDINAMENTO DELLO STUDIO DI FATTIBILITÀ, ELABORATO DALL'A.D., PER LA "REALIZZAZIONE DI UN NUOVO PONTILE CHIAPPARO" – CIG 9620109D13 – CUP D52F23000000001

Documento di Fattibilità delle Alternative Progettuali (DOCFAP) (Articolo 2 Allegato I.7 D.Lgs. n. 36/2023)

RELAZIONE TECNICO-ILLUSTRATIVA

29	ACCESSORI	Bitta d'ormeggio in ghisa sferoidale, conforme alla norma UNI EN 1563, in opera con idonei tiranti di ancoraggio adeguati al tiro, compreso conglomerato cementizio per il plinto di fondazione e per l'alloggiamento nella sovrastruttura, escluso il ripristino della pavimentazione e dell'orlatura di banchina, la sabbiatura e la verniciatura: tiro da 100 a 120 t	cad	26,00	5 814,47	151 176,22
30		Bitta d'ormeggio in ghisa sferoidale, conforme alla norma UNI EN 1563, in opera con idonei tiranti di ancoraggio adeguati al tiro, compreso conglomerato cementizio per il plinto di fondazione e per l'alloggiamento nella sovrastruttura, escluso il ripristino della pavimentazione e dell'orlatura di banchina, la sabbiatura e la verniciatura: tiro da 20 a 50 t	cad	29,00	2 795,02	81 055,58
31		Fornitura e posa in opera di paraspigoli antinfortunistici di bordo banchina, con tacche antisdrucchiolo segnalatrici di limite o con cordolo, con o senza catarifrangente secondo le prescrizioni del Ministero della Marina Mercantile, posti in opera con tasselli di tenuta o zanche incorporate di qualunque tipo, spessore e dimensioni, idonee secondo la Direzione dei Lavori, il tutto in ghisa sferoidale UNI 4544 anticorrosione. Compreso eventuali tagli, pezzi speciali per angoli, sfridi e quanto altro necessario.	kg	33 750,00	4,16	140 400,00
32		Fornitura e posa in opera di acciaio tondo, quadro, profilato, etc., debitamente lavorato forgiato, per tiranti di bitte, anelli d'ormeggio, scalette, bordonali, etc., in opera compreso la dipintura a tre passate di cui due al minio di piombo ed una a vernice antiruggine colorata, incluso filettature, bullonature, saldature ed ogni onere e magistero occorrente per dare il lavoro finito a perfetta regola d'arte. Per anelli di ormeggio	kg	2 200,00	4,53	9 966,00
33		Fornitura e posa in opera di scalette alla marinara in ghisa sferoidale in fusione monoblocco, modulari, senza alcuna saldatura corrodibile, installabile con zanche in acciaio inox, gradini antisdrucchiolo, griglie di scolo e aggrappo con fori predisposti per l'installazione di balaustre di protezione e di comodo, compreso tutto quanto occorre per dare la fornitura in opera a perfetta regola d'arte e secondo le indicazioni che saranno fornite dalla Direzione dei Lavori.	kg	5 200,00	4,52	23 504,00
34		Parabordi esterni 2000*1200*2000	cad	52	39 900,00	2 074 800,00
35	Parabordi interni 1000*500*1000	cad	58,0	7 137,03	413 947,74	
36	PONTILE FREGATE	Prolungamento pontile Fregate (struttura a giorno su pali)	mq	710,4	5 000,00	3 552 000,00
TOTALE NUOVO PONTILE CHIAPPARO CON STRUTTURA A CASSONI CELLULARI Nell'ipotesi di materiale di dragaggio "parzialmente inquinato"						110 569 861,55

PROGRAMMA "BASI BLU" - ADEGUAMENTO E AMMODERNAMENTO DELLE CAPACITÀ DI SUPPORTO LOGISTICO DELLE BASI DELLA M.M.I. – STAZIONE
NAVALE IN MAR GRANDE DI TARANTO – INTERVENTO "C"

INTEGRAZIONE, AGGIORNAMENTO E COORDINAMENTO DELLO STUDIO DI FATTIBILITÀ, ELABORATO DALL'A.D., PER LA
"REALIZZAZIONE DI UN NUOVO PONTILE CHIAPPARO" – CIG 9620109D13 – CUP D52F23000000001

Documento di Fattibilità delle Alternative Progettuali (DOCFAP) (Articolo 2 Allegato I.7 D.Lgs. n. 36/2023)

RELAZIONE TECNICO-ILLUSTRATIVA

STIMA SOMMARIA DELLA SPESA - STRUTTURA A CASSONI CELLULARI						
Ipotesi 3: materiale di dragaggio "inquinato" (trasporto a discarica della parte non collocabile all'interno delle opere)						
Lavoro			u.m.	Quantità	Prezzo unitario (€)	Costo (€)
1	DRAGAGGIO	Dragaggio di tipo ambientale effettuato con idonee attrezzature, di materie sciolte costituito da sabbia, argilla, ghiaia, rottami di muratura, calcestruzzi e pietrame, del volume di ogni pezzo fino a mc 0,20, in qualsiasi proporzione, eseguito a sezione ampia o ristretta o entro casseri, secondo le direttive impartite dalla D.L., fino alla profondità di progetto. Con benna mordente bivalve ermetica montata su galleggiante o qualunque altro mezzo idoneo, compreso ogni onere per il carico, il trasporto e il trasferimento in idonee vasche di raccolta. Incluso altresì l'impiego di panne anti torbidità di contenimento galleggianti con gonne impermeabili di PVC ancorate al fondale marino necessarie per circoscrivere l'intera area ed evitare la dispersione del materiale messo in sospensione durante l'escavo.	mc	127 500,00	20,31	2 589 525,00
2		Trasporto con qualunque mezzo a discarica autorizzata di materiale di risulta di qualunque natura e specie purché esente da amianto, anche se bagnato, fino ad una distanza di km 10, compreso il carico e lo scarico, lo spianamento e l'eventuale configurazione del materiale scaricato, con esclusione degli oneri di conferimento a discarica.	mc	84 821,25	12,5	1 060 265,63
3		Maggior onere per il trasporto a discarica dei materiali di risulta per ogni km in più oltre i 10 previsti. Ulteriori 10 km	mc*km	848 212,50	1,5	1 272 318,75
4		Compenso alle discariche autorizzate e realizzate secondo il DLgs 13 gennaio 2003, n. 36, per conferimento di materiale di risulta proveniente da scavi o demolizioni, escluso il costo relativo alla caratterizzazione del rifiuto: rifiuti non ammissibili in discarica per rifiuti inerti (art. 5 DM 27 settembre 2010) ma ammissibili in discarica per rifiuti non pericolosi (art. 6 e 7 DM 27 settembre 2010)	t	144 196,13	100	14 419 612,50
5	CASSONI	INTERVENTO DI VIBROSOSTITUZIONE (WET TOP-FEED) Formazione di colonne di ghiaia mediante vibrocompattazione e/o vibrosostituzione del fondale marino eseguita per punti con vibrator di profondità azionati da motori elettrici od oleodinamici infissi nel fondale con l'ausilio di un getto d'acqua in pressione, con immissione dall'alto durante la fase di compattazione e di risalita del vibratore di inerti di granulometria opportuna fino ad un assorbimento di 0,6 m³/m, mediante l'ausilio di appositi mezzi marittimi.	m	135 969,39	125,00	16 996 173,47

MINISTERO DELLA DIFESA – SEGRETARIATO GENERALE DELLA DIFESA E DIREZIONE NAZIONALE DEGLI ARMAMENTI – DIREZIONE DEI LAVORI E DEL DEMANIO – 1° REPARTO – UFFICIO BASI BLU

PROGRAMMA "BASI BLU" - ADEGUAMENTO E AMMODERNAMENTO DELLE CAPACITÀ DI SUPPORTO LOGISTICO DELLE BASI DELLA M.M.I. – STAZIONE NAVALE IN MAR GRANDE DI TARANTO – INTERVENTO "C"

INTEGRAZIONE, AGGIORNAMENTO E COORDINAMENTO DELLO STUDIO DI FATTIBILITÀ, ELABORATO DALL'A.D., PER LA "REALIZZAZIONE DI UN NUOVO PONTILE CHIAPPARO" – CIG 9620109D13 – CUP D52F23000000001

Documento di Fattibilità delle Alternative Progettuali (DOCFAP) (Articolo 2 Allegato I.7 D.Lgs. n. 36/2023)

RELAZIONE TECNICO-ILLUSTRATIVA

6	Scavo subacqueo eseguito senza impiego di esplosivi, fino alla profondità di 12 m sotto il livello medio del mare, con mezzi meccanici idonei, eventualmente muniti di disgregatore di idonea potenza. Nel prezzo è compreso l'onere della rimozione di eventuali trovanti, scogli, ruderi di muratura o in conglomerato cementizio semplice o armato, di qualsiasi resistenza e di volume non superiore a 0,5 mc, con l'obbligo del loro salpamento, ove i mezzi effossori non fossero allo scopo sufficienti, con idoneo mezzo di sollevamento. Nel prezzo, inoltre, è compresa l'eventuale disgregazione subacquea dei materiali mediante adeguati mezzi meccanici, compresi il carico sui mezzi idonei ed il trasporto, a mezzo di betta, a rifiuto o a ripascimento delle materie di risulta in zone autorizzate, fino a 5 miglia marine dal cantiere o a terra in apposite aree nell'ambito del cantiere o vasche di decantazione, la cui realizzazione è da compensarsi a parte. Il prezzo applicato per ogni mc di scavo misurato in sito, comprende anche gli oneri per la regolarizzazione delle scarpate ed il ritorno a vuoto dei mezzi; il rispetto delle disposizioni delle autorità competenti acquisite in sede progettuale in merito alla movimentazione portuale e quelle relative allo scarico, e quanto altro occorre per dare il lavoro di scavo compiuto a perfetta regola d'arte: in materiali incoerenti anche contenenti elementi lapidei di qualsiasi resistenza e di volume non superiore a 0,5 mc	mc	106 440,00	13,23	1 408 201,20
7	Sovrapprezzo agli scavi subacquei per ogni mc di escavazione eseguita a profondità maggiore di 12 m sotto il livello medio del mare e per ogni 5 m di maggiore profondità. Per ogni mc di scavo misurato in sito di escavazione	mc	106 440,00	3,97	422 460,36
8	Costituzione di strati di bonifica, scanni di imbasamento, nuclei di opere a gettata, eseguiti via terra, in pietrame scapolo di natura calcarea o lavica di peso specifico non inferiore a 25 kN/mc e del peso singolo da 5 kg a 50 kg, proveniente, a cura e spese dell'Impresa, da cave accettate dalla D.L. e site ad una distanza non superiore a 10 km, dato in opera in acqua, a qualsiasi profondità secondo sagoma di progetto, compreso l'onere del trasporto, il versamento in opera in maniera graduale e uniforme, la sistemazione superficiale, l'impiego degli idonei mezzi terrestri, ed ogni altro onere per dare il lavoro finito a perfetta regola d'arte. SCANNO DI IMBASAMENTO CASSONI	t	349 180,00	20,94	7 311 829,20
9	Compenso addizionale ai prezzi di cui ai precedenti articoli OM 02.03 e OM 02.04 per ogni km di distanza in più delle cave di provenienza oltre i primi 10 km. Per ogni t di scogli e per ogni km in più	t*km	6 983 600,00	0,40	2 793 440,00
10	Compenso addizionale ai prezzi di cui agli articoli OM 02.03 e OM 02.04 per la collocazione in acqua degli scogli via mare con l'impiego di idonei mezzi marittimi: per pietrame scapolo 5-50 kg	t	349 180,00	6,30	2 199 834,00

MINISTERO DELLA DIFESA – SEGRETARIATO GENERALE DELLA DIFESA E DIREZIONE NAZIONALE DEGLI ARMAMENTI – DIREZIONE DEI LAVORI E DEL DEMANIO – 1° REPARTO – UFFICIO BASI BLU

PROGRAMMA "BASI BLU" - ADEGUAMENTO E AMMODERNAMENTO DELLE CAPACITÀ DI SUPPORTO LOGISTICO DELLE BASI DELLA M.M.I. – STAZIONE NAVALE IN MAR GRANDE DI TARANTO – INTERVENTO "C"

INTEGRAZIONE, AGGIORNAMENTO E COORDINAMENTO DELLO STUDIO DI FATTIBILITÀ, ELABORATO DALL'A.D., PER LA "REALIZZAZIONE DI UN NUOVO PONTILE CHIAPPARO" – CIG 9620109D13 – CUP D52F23000000001

Documento di Fattibilità delle Alternative Progettuali (DOCFAP) (Articolo 2 Allegato I.7 D.Lgs. n. 36/2023)

RELAZIONE TECNICO-ILLUSTRATIVA

11	Costituzione di nuclei di strati intermedi di scogliera o di mantellata, eseguiti via terra, in scogli di pietra calcarea o lavica di peso dell'unità di volume non inferiore a 25 kN/mc, provenienti, a cura e spese dell'impresa, da cave accettate dalla D.L., dati in opera a qualsiasi altezza o profondità secondo sagoma di progetto compreso l'onere del trasporto fino ad una distanza dalle cave di 10 km, il versamento in opera con idoneo mezzo terrestre, la regolarizzazione anche con l'ausilio del palombaro, e quanto altro occorre per dare il lavoro finito a perfetta regola d'arte: del peso singolo 50-1000 kg (1a categoria). SCOGLIERA DI PROTEZIONE AL PIEDE	t	39 748,80	18,11	719 850,77
12	Compenso addizionale ai prezzi di cui ai precedenti articoli OM 02.03 e OM 02.04 per ogni km di distanza in più delle cave di provenienza oltre i primi 10 km. Per ogni t di scogli e per ogni km in più	t*km	794 976,00	0,40	317 990,40
13	Compenso addizionale ai prezzi di cui agli articoli OM 02.03 e OM 02.04 per la collocazione in acqua degli scogli via mare con l'impiego di idonei mezzi marittimi: per pietrame scogli di 1a e 2a categoria	t	39 748,80	7,50	298 116,00
14	Regolarizzazione e spianamento subacqueo di scanni di imbasamento eseguito anche a mezzo di palombaro, fino alla profondità di 12 m sotto il livello medio del mare, compreso l'impiego degli idonei mezzi marittimi, la fornitura e la posa in opera del pietrisco necessario per la regolarizzazione e quanto altro occorre per dare il lavoro finito a perfetta regola d'arte	mq	17 650,00	33,76	595 864,00
15	Massi guardiani in conglomerato cementizio con classe di resistenza a compressione C32/40 (Rck 40 N/mm ²), classe di esposizione XS1 e classe di consistenza S4, dati nel cantiere massi secondo le sagome di progetto, compreso acciaio tondo ad aderenza migliorata classi B450C e B450A, in quantità non inferiore a 50 kg per mc di conglomerato, di qualsiasi diametro, piegatura e legatura, con filo di ferro, uncini, sovrapposizioni, sfrido, nonché le necessarie casseforme, armo e relativo disarmo, vibratura, l'onere della formazione degli eventuali fori da valutare come pieni, e quanto altro occorre per dare i massi guardiani a piè d'opera a perfetta regola d'arte	mc	2 000,00	304,32	608 640,00
16	Collocazione in opera di massi artificiali in conglomerato cementizio di volume non superiore a 10 mc, per qualunque destinazione d'impiego, compreso l'onere dell'utilizzo dei necessari mezzi terrestri e marittimi fino alla profondità di 12 m sotto il livello medio del mare, secondo sagoma o allineamento di progetto con pontone a bigo o altro mezzo d'opera idoneo e con l'ausilio del palombaro, compreso ogni altro onere per dare il lavoro finito a perfetta regola d'arte: per massi guardiani o massi parallelepipedi o prismatici collocati a pile	mc	2 000,00	38,71	77 420,00

MINISTERO DELLA DIFESA – SEGRETARIATO GENERALE DELLA DIFESA E DIREZIONE NAZIONALE DEGLI ARMAMENTI – DIREZIONE DEI LAVORI E DEL DEMANIO – 1° REPARTO – UFFICIO BASI BLU

PROGRAMMA "BASI BLU" - ADEGUAMENTO E AMMODERNAMENTO DELLE CAPACITÀ DI SUPPORTO LOGISTICO DELLE BASI DELLA M.M.I. – STAZIONE NAVALE IN MAR GRANDE DI TARANTO – INTERVENTO "C"

INTEGRAZIONE, AGGIORNAMENTO E COORDINAMENTO DELLO STUDIO DI FATTIBILITÀ, ELABORATO DALL'A.D., PER LA "REALIZZAZIONE DI UN NUOVO PONTILE CHIAPPARO" – CIG 9620109D13 – CUP D52F23000000001

Documento di Fattibilità delle Alternative Progettuali (DOCFAP) (Articolo 2 Allegato I.7 D.Lgs. n. 36/2023)

RELAZIONE TECNICO-ILLUSTRATIVA

17		Infrastruttura costituita da cassone galleggiante cellulare di qualunque dimensione in conglomerato cementizio armato di cui alle normative vigenti, della classe di resistenza a compressione non inferiore a C32/40 (Rck 40 N/mm ²), classe di esposizione XS1 e classe di consistenza S4, compreso l'onere della vibratura, gli additivi fluidificanti e inibitori di corrosione, la fornitura e collocazione dell'acciaio tondo ad aderenza migliorata classi B450C e B450A di armatura di qualsiasi diametro, dato in opera comprendendo piegatura legatura con filo di ferro, uncini, sovrapposizioni, sfridi, nella quantità non inferiore a 110 kg per mc di conglomerato, casseforme, armo e disarmo, ed ogni altro onere per dare il conglomerato in sito ed il lavoro a perfetta regola d'arte. Nel prezzo si intende compreso anche il varo, trasporto da sito di costruzione a quello di affondamento, l'imbasamento fino a profondità di 12 m sotto il livello medio del mare ed il relativo affondamento. Il prezzo unitario applicato al volume vuoto per pieno, con incidenza del pieno non inferiore al 25% del volume totale, si intende comprensivo di tutti gli oneri nessuno escluso per dare l'infrastruttura in opera, compresi gli sbalzi di 150 cm del solettone inferiore del cassone di base, misurato secondo il perimetro della sagoma esterna del cassone. Per ogni mc vuoto per pieno	mc/vpp	198 825,00	179,00	35 589 675,00
18		Sovrapprezzo alla voce precedente per calcestruzzo di classe di resistenza a compressione 40/45 e classe di esposizione XS3	mc/vpp	198 825,00	17,90	3 558 967,50
19		Impermeabilizzazione e protezione di superfici in calcestruzzo e muratura attraverso la stesura, in due successive mani, di emulsione bituminosa di asfalto a freddo, con incidenza minima di 1 kg/mq. Esclusi i ponteggi	mq	18 562,50	10,55	195 834,38
20		Riempimento Celle Cassoni con materiale proveniente dagli scavi, collocato via mare	mc	149 118,75	9,13	1 361 454,19
21		Getti subacquei tra cassone e cassone per colmamento dei giunti e riempimento di celle dati in opera fino ad una profondità di 12 m sotto il livello medio del mare, di conglomerato cementizio con classe di resistenza a compressione non inferiore a C35/45 (Rck 45 N/mm ²), versato entro casseri o paratie comprese nel prezzo, compreso altresì l'onere della cassetta a valvola o altro mezzo idoneo per evitare il dilavamento, eventuali additivi, l'impiego degli idonei mezzi marittimi e del palombaro ed ogni altro onere per dare il lavoro finito a perfetta regola d'arte	mc	660,00	286,31	188 964,60
22	MASSICCIO DI SOVRAPPARCO	Conglomerato cementizio per sovrastruttura di banchine, massiccio di sovraccarico e muro paraonde, con classe di resistenza a compressione non inferiore a C32/40 (Rck 40 N/mm ²), classe di esposizione XS1 e classe di consistenza S4, dato in opera con qualunque mezzo, terrestre o marittimo, a qualunque altezza e per qualsiasi spessore, per interventi posti fino a 3,50 m di altezza, i relativi armo e disarmo, la vibratura dei getti, gli eventuali additivi, le casseforme, escluse le eventuali barre d'armatura e compreso ogni altro onere per dare il lavoro finito a perfetta regola d'arte	mc	30 808,00	275,52	8 488 220,16

MINISTERO DELLA DIFESA – SEGRETARIATO GENERALE DELLA DIFESA E DIREZIONE NAZIONALE DEGLI ARMAMENTI – DIREZIONE DEI LAVORI E DEL DEMANIO – 1° REPARTO – UFFICIO BASI BLU

PROGRAMMA "BASI BLU" - ADEGUAMENTO E AMMODERNAMENTO DELLE CAPACITÀ DI SUPPORTO LOGISTICO DELLE BASI DELLA M.M.I. – STAZIONE NAVALE IN MAR GRANDE DI TARANTO – INTERVENTO "C"

INTEGRAZIONE, AGGIORNAMENTO E COORDINAMENTO DELLO STUDIO DI FATTIBILITÀ, ELABORATO DALL'A.D., PER LA "REALIZZAZIONE DI UN NUOVO PONTILE CHIAPPARO" – CIG 9620109D13 – CUP D52F23000000001

Documento di Fattibilità delle Alternative Progettuali (DOCFAP) (Articolo 2 Allegato I.7 D.Lgs. n. 36/2023)

RELAZIONE TECNICO-ILLUSTRATIVA

23		Sovrapprezzo ai getti di conglomerato cementizio per passaggio a classe di esposizione XS3 e classe di resistenza Rck 45 (Percentuale del 10%)	mc	30 808,00	27,55	848 822,02
24		Acciaio in barre per armature di conglomerato cementizio prelavorato e pretagliato a misura, sagomato e posto in opera a regola d'arte, compreso ogni sfrido, legature, ecc.; nonché tutti gli oneri relativi ai controlli di legge; del tipo B450C prodotto da azienda in possesso di attestato di qualificazione rilasciato dal Servizio Tecnico Centrale della Presidenza del Consiglio Superiore dei LL.PP.	kg	1 540 400,00	2,33	3 589 132,00
25		Zincatura di opere in ferro con trattamento a fuoco mediante immersione in vasche contenenti zinco fuso alla temperatura di circa 500 °C previo decappaggio, sciacquaggio e quanto altro necessario per ottenere un prodotto finito: strutture di peso inferiore a 80 kg	kg	1 540 400,00	0,76	1 170 704,00
26	PACCHETTO PAVIMENTAZIONE	Massetto delle pendenze per coperture piane realizzato con impasto di cemento 32.5 e sabbia di cava, ottenuto con kg 300 di cemento tipo 32.5 per mc 1,0 di sabbia, per una resistenza a compressione minima di 150 kg/cmq, compresa la formazione di poste e fasce per pendenza variabile tra 1% e 2%, e spessore minimo di 4 cm	mc	1 012,20	235,52	238 393,34
27		Pavimento industriale di dimensioni non inferiori a 400 mq ad alta resistenza meccanica con malta sintetica epossidica, con cariche quarzifere, posto su massetto esistente e meccanicamente solido, frattazzato e lisciato, spessore pari a 7 mm circa, con caratteristiche di resistenza all'usura, alla compressione, agli olii, agli acidi ed all'umidità	mq	14 460,00	41,22	596 041,20
28	IMPIANTI	Sistema di smaltimento acque meteoriche, comprensivo di canalette di drenaggio, pozzetti di ispezione e vasche di trattamento delle acque.	corpo	1	350 000,00	350 000,00
29		Impianti elettrici e meccanici	corpo	1	8 700 000,00	8 700 000,00
30	ACCESSORI	Bitta d'ormeggio in ghisa sferoidale, conforme alla norma UNI EN 1563, in opera con idonei tiranti di ancoraggio adeguati al tiro, compreso conglomerato cementizio per il plinto di fondazione e per l'alloggiamento nella sovrastruttura, escluso il ripristino della pavimentazione e dell'orlatura di banchina, la sabbiatura e la verniciatura: tiro da 100 a 120 t	cad	26,00	5 814,47	151 176,22
31		Bitta d'ormeggio in ghisa sferoidale, conforme alla norma UNI EN 1563, in opera con idonei tiranti di ancoraggio adeguati al tiro, compreso conglomerato cementizio per il plinto di fondazione e per l'alloggiamento nella sovrastruttura, escluso il ripristino della pavimentazione e dell'orlatura di banchina, la sabbiatura e la verniciatura: tiro da 20 a 50 t	cad	29,00	2 795,02	81 055,58

RELAZIONE TECNICO-ILLUSTRATIVA

32		Fornitura e posa in opera di paraspigoli antinfortunistici di bordo banchina, con tacche antisdrucchiolo segnalatrici di limite o con cordolo, con o senza catarifrangente secondo le prescrizioni del Ministero della Marina Mercantile, posti in opera con tasselli di tenuta o zanche incorporate di qualunque tipo, spessore e dimensioni, idonee secondo la Direzione dei Lavori, il tutto in ghisa sferoidale UNI 4544 anticorrosione. Compreso eventuali tagli, pezzi speciali per angoli, sfridi e quanto altro necessario.	kg	33 750,00	4,16	140 400,00
33		Fornitura e posa in opera di acciaio tondo, quadro, profilato, etc., debitamente lavorato forgiato, per tiranti di bitte, anelli d'ormeggio, scalette, bordonali, etc., in opera compreso la dipintura a tre passate di cui due al minio di piombo ed una a vernice antiruggine colorata, incluso filettature, bullonature, saldature ed ogni onere e magistero occorrente per dare il lavoro finito a perfetta regola d'arte. Per anelli di ormeggio	kg	2 200,00	4,53	9 966,00
34		Fornitura e posa in opera di scalette alla marinara in ghisa sferoidale in fusione monoblocco, modulari, senza alcuna saldatura corrodibile, installabile con zanche in acciaio inox, gradini antisdrucchiolo, griglie di scolo e aggrappo con fori predisposti per l'installazione di balaustre di protezione e di comodo, compreso tutto quanto occorre per dare la fornitura in opera a perfetta regola d'arte e secondo le indicazioni che saranno fornite dalla Direzione dei Lavori.	kg	5 200,00	4,52	23 504,00
35		Parabordi esterni 2000*1200*2000	cad	52	39 900,00	2 074 800,00
36		Parabordi interni 1000*500*1000	cad	58,0	7 137,03	413 947,74
37	PONTILE FREGATE	Prolungamento pontile Fregate (struttura a giorno su pali)	mq	710,4	5 000,00	3 552 000,00
TOTALE NUOVO PONTILE CHIAPPARO CON STRUTTURA A CASSONI CELLULARI Nell'ipotesi di materiale di dragaggio "totalmente inquinato"						124 414 599,20

8.4.2 Soluzione 2: struttura a cofferdam

La soluzione 2 è stata studiata per minimizzare l'apporto di materiali vergini di cava e per massimizzare la risposta geotecnica dei terreni di fondale e dei sedimenti di dragaggio che saranno consolidati in modo da ridurre le spinte agenti sul cofferdam con significativi riflessi sull'impostazione tipologica e concettuale dell'opera di contenimento. A tal fine, il sedimento in posto contenuto all'interno delle strutture del cofferdam, sarebbe trattato con cemento ed alleggerito con agente schiumogeno.

Consolidamento preventivo terreni di fondale. In una prima fase è prevista la realizzazione delle due file esterne del cofferdam in modo da consentire, in un paraggio protetto, il successivo consolidamento dei terreni di fondale scarsamente consistenti e molto compressibili mediante la tecnica della "vibro-sostituzione" mediante la formazione di colonne di ghiaia a maglia prestabilita. Il metodo previsto per la formazione delle colonne di ghiaia è il cosiddetto "Wet Bottom-Feed". La tecnologia è basata sulla perforazione mediante un ago vibroflottante all'interno della matrice limo-

argillosa sabbiosa poco consistente sino alla profondità prevista, con successivo riempimento con materiale ghiaioso dall’alto preventivamente immesso in una tramoggia e da questa alla tubazione di convogliamento. La colonna viene formata per passi successivi di immissione, caduta e schiacciamento della ghiaia sia in senso radiale che verticale che avviene in una seconda fase contestualmente al ritiro graduale del vibroflottatore (Figura 8.68 e Figura 8.69). In tal modo, grazie alla realizzazione di una serie discreta di colonne di materiale ghiaioso, di diametro opportunamente progettato, è possibile costituire una matrice ghiaiosa uniformemente distribuita nello strato di depositi di fondale DFA e dei sottostanti limi argillosi teneri (DLV) da trattare in modo da assumere funzione di addensamento, rinforzo, e di “mega-dreni”, con significativa riduzione dei tempi di consolidazione.

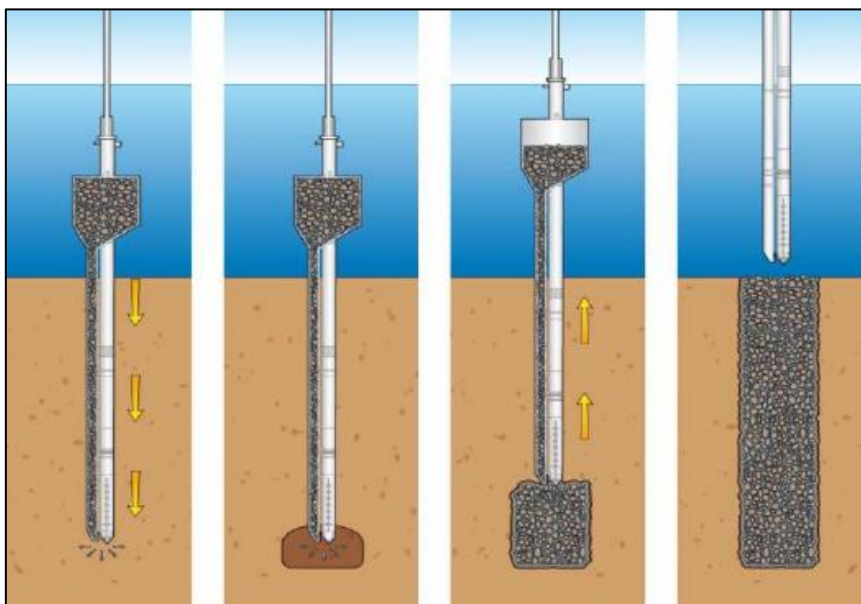


Figura 8.68 - Metodo “Wet Bottom-Feed”



Figura 8.69 - Metodo “Wet Bottom-Feed” – Particolare mezzi navali e attrezzature impiegate nei Lavori di prolungamento della diga foranea antistante la Riva Traiana a Trieste

Tuttavia anche tale operazione, che sarà successiva all’installazione di pali e diaframmi, genererà un sensibile aumento dei costi legati alla realizzazione dell’opera, potrebbe implicare problematiche riguardo l’interazione con i pali precedentemente installati e comporta ulteriori difficoltà legate alla

necessità di operare con mezzi marittimi in spazi ristretti. Di fatto, vi è la possibilità che l'intervento possa modificare la posizione dei singoli pali o, peggio, generare indesiderate inclinazioni degli stessi elementi strutturali.

Riempimento mediante sedimenti di dragaggio stabilizzati. Il riempimento della colmata dovrà avvenire gradualmente e per strati di spessore opportunamente progettato e tale da non costituire un particolare sovraccarico sul cofferdam stesso. Dunque, al fine di ridurre le spinte, ottimizzare l'utilizzo della colmata e ridurre l'approvvigionamento di materiali dall'esterno, la soluzione prevederebbe per il riempimento del cofferdam, da quota fondale fino alla sommità della paratia (a ridosso dei tiranti), l'impiego di miscele alleggerite e indurenti tipo "*Light Weight Cemented Soils*" (noto anche come *Super Geo Material SGM®*) ottenute dal pretrattamento dei sedimenti dragati meccanicamente con prefissati contenuti di legante (cemento) combinati ad agenti schiumogeni, in modo tale da raggiungere specifiche caratteristiche meccaniche e peso convenientemente ridotto. Operativamente, nelle aree individuate, sarà dragato meccanicamente sedimento limoso-sabbioso o limoso-argilloso che sarà successivamente omogeneizzato e consolidato con prefissati contenuti di legante (cemento) combinati ad agenti schiumogeni a terra. L'impianto dunque sarà posizionato a terra (da qui la necessità di presidi e piattaforme di lavoro), in funzione della opportunità logistica delle diverse fasi delle lavorazioni.

Il sedimento miscelato sarà poi trasportato (in tubazione con tecniche usualmente utilizzate per realizzare getti subacquei nelle opere di ingegneria civile) fino al settore da riempire. Per quanto riguarda le modalità di riempimento, queste possono essere ricondotte a quelle di un conglomerato cementizio gettato in opera, collocando per fasi successive, e dal basso verso l'alto di spessore ridotto e opportunamente valutato, un materiale completamente stabilizzato mediante pompaggio con tubi getto.

Come accennato, tuttavia, la soluzione si basa sul parziale riutilizzo del materiale di dragaggio. Tuttavia la presenza dei pali costituisce di per sé un vincolo operativo e concettuale ad interventi di consolidamento dei terreni di fondazione ed eventuale precarico della colmata in quanto potrebbe comportare sollecitazioni aggiuntive e spostamenti eccessivi del cofferdam. Inoltre, i potenziali impatti diretti e indiretti sui consolidamenti del terreno di fondazione e della stessa colmata e quindi sui costi complessivi dell'intervento potrebbero essere dunque notevoli.

Infine, dal punto di vista ambientale, anche in questo caso, occorre evidenziare che la realizzazione di una struttura a parete verticale, sebbene in grado di garantire una sensibile riduzione dell'agitazione interna, comporterebbe inevitabilmente una riduzione del ricambio idrico interno alla Darsena, costituendo altresì un ostacolo al normale transito dei sedimenti nel fondale, aspetto di fondamentale importanza vista la presenza di impianti di coltivazione di mitili nelle immediate vicinanze.

8.4.2.1 Soluzione 2: stima sommaria dei costi

Nel presente paragrafo si riporta la stima sommaria dei costi necessari per la realizzazione del nuovo pontile con struttura a cofferdam. Le valutazioni sono state condotte secondo due differenti ipotesi sulla qualità del materiale dragato (sedimenti non inquinati e sedimenti totalmente inquinati).

La soluzione intermedia (sedimenti parzialmente inquinati) è stata omessa in quanto la struttura a cofferdam è in grado di contenere tutto il materiale dragato previa impermeabilizzazione dei giunti delle pareti combinate, che anche in tale ipotesi è stata considerata per l'intera struttura.

Per la definizione sommaria della spesa da sostenere per l'esecuzione dei lavori si è fatto riferimento, ove possibile, al prezzo LL.PP. della Regione Puglia, anno 2023 o, in alternativa, a costi parametrici standardizzati ricavati da indagini di mercato, da altri prezzi regionali (in particolare quello Lazio 2023) o da altre opere simili.

STIMA SOMMARIA DELLA SPESA - STRUTTURA A COFFERDAM					
Ipotesi 1: materiale di dragaggio "non inquinato" (immersione nel corpo idrico di provenienza)					
Lavoro		u.m.	Quantità	Prezzo unitario (€)	Costo (€)
1	DRAGAGGIO	mc	127 500,00	19,06	2 430 150,00
2		mc	127 500,00	3,95	503 625,00
3	PARATIE PALO/PALANCOLA	m	100 000,00	125,00	12 500 000,00

MINISTERO DELLA DIFESA – SEGRETARIATO GENERALE DELLA DIFESA E DIREZIONE NAZIONALE DEGLI ARMAMENTI – DIREZIONE DEI LAVORI E DEL DEMANIO – 1° REPARTO – UFFICIO BASI BLU

PROGRAMMA "BASI BLU" - ADEGUAMENTO E AMMODERNAMENTO DELLE CAPACITÀ DI SUPPORTO LOGISTICO DELLE BASI DELLA M.M.I. – STAZIONE NAVALE IN MAR GRANDE DI TARANTO – INTERVENTO "C"

INTEGRAZIONE, AGGIORNAMENTO E COORDINAMENTO DELLO STUDIO DI FATTIBILITÀ, ELABORATO DALL'A.D., PER LA "REALIZZAZIONE DI UN NUOVO PONTILE CHIAPPARO" – CIG 9620109D13 – CUP D52F23000000001

Documento di Fattibilità delle Alternative Progettuali (DOCFAP) (Articolo 2 Allegato I.7 D.Lgs. n. 36/2023)

RELAZIONE TECNICO-ILLUSTRATIVA

4	Palo trivellato di grande diametro eseguito con fusto in calcestruzzo armato C25/30 (Rck 30 N/mm ²), compresa la formazione del foro, la scapitozzatura delle teste, l'onere di eventuali sovrappessori di scavo e di calcestruzzo sia alla base che lungo il fusto del palo, le prove di carico, il carico e il trasporto a distanza fino a 5.000 m del materiale di risulta (esclusi gli oneri di scarica), ed ogni eventuale altro onere per dare il palo completo in ogni sua parte con la sola esclusione dell'acciaio di armatura e la fornitura di eventuale controcamicia in lamierino, per ogni metro di palo fino alla profondità di 20 m: in terreni autosostenenti con resistenza alla compressione inferiore a 6 N/mm ² : per diametro pari a 1.500 mm.	m	20 212,75	383,00	7 741 483,25
5	Maggiorazione voce precedente per diametro 1600 mm	m	20 212,75	46,36	937 063,09
6	Sovrapprezzo ai pali trivellati di grande diametro: per esecuzione di palo trivellato in alveo con battente idrico fino a 1,5 m (Percentuale del 30%)	m	20 212,75	114,90	2 322 444,98
7	Sovrapprezzo per incremento classe di resistenza del calcestruzzo da C25/30 a C35/45. Ricavato come differenza tra le voci del prezzo Puglia 2023 E.04.11d e E.04.11a	mc	41 346,08	29,69	1 227 565,22
8	Sovrapprezzo ai pali trivellati di grande diametro: per impiego di tubo forma infisso con morse, per metro di palo fino alla profondità di 20 metri: per diametro pari a 1.500 mm	m	20 212,75	50,24	1 015 488,56
9	Sovrapprezzo ai pali trivellati di grande diametro: per palo di profondità superiore a 20 m fino a 30 m, per ogni metro, esclusa la fornitura del cls: per diametro pari a 1.500 mm	m	6 232,75	41,49	258 596,80
10	Maggiorazione voce precedente per diametro 1600 mm	m	6 232,75	1,70	10 595,68
11	Scavo a vuoto per l'esecuzione del palo trivellato misurato dalla quota del piano effettivo di lavoro (piano di campagna) alla quota di sommità del palo effettivamente gettato: per diametro pari a 1.500 mm	m	10 718,00	72,12	772 982,16
12	Maggiorazione voce precedente per diametro 1600 mm	m	10 718,00	3,24	34 769,19
13	Conglomerato cementizio preconfezionato a resistenza caratteristica e classe di esposizione XC1-XC2, dimensione massima degli inerti pari a 31,5 mm, classe di lavorabilità (slump) S4 (fluida), rapporto A/C ≤ 0,60, gettato in opera, per operazioni di media-grande entità, secondo le prescrizioni tecniche previste, compresa la fornitura del materiale in cantiere, il suo spargimento, la vibrazione e quant'altro necessario per dare un'opera realizzata a perfetta regola d'arte, esclusi i soli ponteggi, casseforme e acciaio di armatura: pile di viadotti del tipo pieno: C 35/45 (Rck 45 N/mm ²)	mc	21 924,15	239,15	5 243 159,99
14	Sovrapprezzo ai getti di conglomerato cementizio preconfezionato a resistenza caratteristica per cambiamento della classe di esposizione rispetto alle classi XC1-XC2-XC3-XC4, valutato in percentuale per mc di getto: per passaggio a classe di esposizione XS3 (Percentuale del 4%)	mc	21 924,15	9,57	209 726,40
15	Controcamicia in lamierino a perdere, in opera. Per pali interni	kg	3 065 834,78	1,17	3 587 026,69

MINISTERO DELLA DIFESA – SEGRETARIATO GENERALE DELLA DIFESA E DIREZIONE NAZIONALE DEGLI ARMAMENTI – DIREZIONE DEI LAVORI E DEL DEMANIO – 1° REPARTO – UFFICIO BASI BLU

PROGRAMMA "BASI BLU" - ADEGUAMENTO E AMMODERNAMENTO DELLE CAPACITÀ DI SUPPORTO LOGISTICO DELLE BASI DELLA M.M.I. – STAZIONE NAVALE IN MAR GRANDE DI TARANTO – INTERVENTO "C"

INTEGRAZIONE, AGGIORNAMENTO E COORDINAMENTO DELLO STUDIO DI FATTIBILITÀ, ELABORATO DALL'A.D., PER LA "REALIZZAZIONE DI UN NUOVO PONTILE CHIAPPARO" – CIG 9620109D13 – CUP D52F23000000001

Documento di Fattibilità delle Alternative Progettuali (DOCFAP) (Articolo 2 Allegato I.7 D.Lgs. n. 36/2023)

RELAZIONE TECNICO-ILLUSTRATIVA

16		Pontone semovente da 147-296 kW, della portata di 200-300 t, con escavatore a bordo munito di benna mordente, compreso equipaggio, carburante e lubrificante, per ogni ora di effettivo esercizio	h	4 848,00	341,33	1 654 767,84
17		Gabbia di armatura costituita da barre di acciaio ad aderenza migliorata B450C, fornite, lavorate e poste in opera compresa la saldatura degli stessi e l'eventuale legatura con filo di ferro cotto	kg	6 327 023,14	2,24	14 172 531,84
18		Zincatura di opere in ferro con trattamento a fuoco mediante immersione in vasche contenenti zinco fuso alla temperatura di circa 500 °C previo decappaggio, sciacquaggio e quanto altro necessario per ottenere un prodotto finito: strutture di peso inferiore a 80 kg	kg	6 327 023,14	0,76	4 808 537,59
19		Palancole tipo Larssen o simili di acciaio laminato tipo S 355 GP (UNI EN 10248), con caratteristiche corrispondenti alla normativa tecnica vigente, fornite e poste in opera con l'impiego d'idonea attrezzatura per siti raggiungibili da terra, in terreni di qualsiasi natura e consistenza, escluso le rocce compatte con resistenza superiore a 4 N/mm ² , aventi qualsiasi lunghezza e sezione, compresi anche i pezzi speciali, relative saldature, incluso: fori per il passaggio di tubi di drenaggio, fori per il passaggio di tiranti e barre di armatura, tagli con fiamma ossiacetilenica, da effettuarsi all'estremità superiore delle palancole, compreso ogni altro onere e magistero per dare l'opera finita a perfetta regola d'arte	kg	14 439 135,99	4,23	61 077 545,23
20		Sovraprezzo per la realizzazione di palancole metalliche a mare per siti non accessibili da terra	kg	14 439 135,99	1,27	18 323 263,57
21		Fornitura e posa in opera di dispositivi di ancoraggio delle palancole con tiranti a barra con caratteristiche rispondenti alla normativa tecnica vigente, di qualsiasi lunghezza e sezione, a doppia protezione (guaina + pasta protettiva anticorrosione), compresi filettature, piastre, rondelle, bulloni, tagli, forature, saldature, connettori, testate di ancoraggio, compresi gli oneri per il pretensionamento dei tiranti a barra, compreso ogni altro onere, fornitura e magistero per dare l'opera finita a perfetta regola d'arte a) in acciaio laminato classe S270GP (EN 10248).	kg	1 378 187,21	6,94	9 564 619,25
22		Riempimento cofferdam con terreno alleggerito post dragaggio, densità tra 1100 - 1300 kg/mc. Volumi dragaggio + volumi trivellazione pali	mc	168 846,08	150,00	25 326 912,51
23	CORDOLI	Conglomerato cementizio preconfezionato a resistenza caratteristica e classe di esposizione XC1-XC2, dimensione massima degli inerti pari a 31,5 mm, classe di lavorabilità (slump) S4 (fluida), rapporto A/C ≤ 0,60, gettato in opera, per operazioni di media-grande entità, secondo le prescrizioni tecniche previste, compresa la fornitura del materiale in cantiere, il suo spargimento, la vibrazione e quant'altro necessario per dare un'opera realizzata a perfetta regola d'arte, esclusi i soli ponteggi, casseforme e acciaio di armatura: per travi, cordoli e piattabande: C35/45 (Rck 45 N/mm ²)	mc	10 608,00	219,72	2 330 789,76

MINISTERO DELLA DIFESA – SEGRETARIATO GENERALE DELLA DIFESA E DIREZIONE NAZIONALE DEGLI ARMAMENTI – DIREZIONE DEI LAVORI E DEL DEMANIO – 1° REPARTO – UFFICIO BASI BLU

PROGRAMMA "BASI BLU" - ADEGUAMENTO E AMMODERNAMENTO DELLE CAPACITÀ DI SUPPORTO LOGISTICO DELLE BASI DELLA M.M.I. – STAZIONE NAVALE IN MAR GRANDE DI TARANTO – INTERVENTO "C"

INTEGRAZIONE, AGGIORNAMENTO E COORDINAMENTO DELLO STUDIO DI FATTIBILITÀ, ELABORATO DALL'A.D., PER LA "REALIZZAZIONE DI UN NUOVO PONTILE CHIAPPARO" – CIG 9620109D13 – CUP D52F23000000001

Documento di Fattibilità delle Alternative Progettuali (DOCFAP) (Articolo 2 Allegato I.7 D.Lgs. n. 36/2023)

RELAZIONE TECNICO-ILLUSTRATIVA

24		Sovrapprezzo ai getti di conglomerato cementizio preconfezionato a resistenza caratteristica per cambiamento della classe di esposizione rispetto alle classi XC1-XC2-XC3-XC4, valutato in percentuale per mc di getto: per passaggio a classe di esposizione XS3 (Percentuale del 4%)	mc	10 608,00	8,79	93 231,59
25		Casseforme rette o centinate per getti di conglomerati cementizi semplici o armati compreso armo, disarmante, disarmo, opere di puntellatura e sostegno fino ad un'altezza di 4 m dal piano di appoggio; eseguite a regola d'arte e misurate secondo la superficie effettiva delle casseforme a contatto con il calcestruzzo: per fondazioni rettilinee continue (travi rovesce, murature di sotterraneo)	mq	10 200,00	37,52	382 704,00
26		Acciaio in barre per armature di conglomerato cementizio prelavato e pretagliato a misura, sagomato e posto in opera a regola d'arte, compreso ogni sfrido, legature, ecc.; nonché tutti gli oneri relativi ai controlli di legge; del tipo B450C prodotto da azienda in possesso di attestato di qualificazione rilasciato dal Servizio Tecnico Centrale della Presidenza del Consiglio Superiore dei LL.PP.	kg	2 227 680,00	2,33	5 190 494,40
27		Zincatura di opere in ferro con trattamento a fuoco mediante immersione in vasche contenenti zinco fuso alla temperatura di circa 500 °C previo decappaggio, sciacquaggio e quanto altro necessario per ottenere un prodotto finito: strutture di peso inferiore a 80 kg	kg	2 227 680,00	0,76	1 693 036,80
28	PREDALES	Conglomerato cementizio preconfezionato a resistenza caratteristica e classe di esposizione XC1-XC2, dimensione massima degli inerti pari a 31,5 mm, classe di lavorabilità (slump) S4 (fluida), rapporto A/C ≤ 0,60, gettato in opera, per operazioni di media-grande entità, secondo le prescrizioni tecniche previste, compresa la fornitura del materiale in cantiere, il suo spargimento, la vibrazione e quant'altro necessario per dare un'opera realizzata a perfetta regola d'arte, esclusi i soli ponteggi, casseforme e acciaio di armatura: pulvini di viadotti: C 35/45 (Rck 45 N/mmq)	mc	1 836,00	213,94	392 793,84
29		Sovrapprezzo ai getti di conglomerato cementizio preconfezionato a resistenza caratteristica per cambiamento della classe di esposizione rispetto alle classi XC1-XC2-XC3-XC4, valutato in percentuale per mc di getto: per passaggio a classe di esposizione XS3 (Percentuale del 4%)	mc	1 836,00	8,56	15 711,75
30		Casseforme rette o centinate per getti di conglomerati cementizi semplici o armati compreso armo, disarmante, disarmo, opere di puntellatura e sostegno fino ad un'altezza di 4 m dal piano di appoggio; eseguite a regola d'arte e misurate secondo la superficie effettiva delle casseforme a contatto con il calcestruzzo: per plinti di fondazione	mq	2 448,00	37,52	91 848,96
31		Trasporto via terra di massi artificiali dal cantiere massi, compreso l'onere per sollevamento, carico e scarico, nel sito definitivo previsto in progetto e ritorno a vuoto. Per ogni mc di masso e per ogni km di distanza	mc	1 836,00	5,76	10 575,36

MINISTERO DELLA DIFESA – SEGRETARIATO GENERALE DELLA DIFESA E DIREZIONE NAZIONALE DEGLI ARMAMENTI – DIREZIONE DEI LAVORI E DEL DEMANIO – 1° REPARTO – UFFICIO BASI BLU

PROGRAMMA "BASI BLU" - ADEGUAMENTO E AMMODERNAMENTO DELLE CAPACITÀ DI SUPPORTO LOGISTICO DELLE BASI DELLA M.M.I. – STAZIONE NAVALE IN MAR GRANDE DI TARANTO – INTERVENTO "C"

INTEGRAZIONE, AGGIORNAMENTO E COORDINAMENTO DELLO STUDIO DI FATTIBILITÀ, ELABORATO DALL'A.D., PER LA "REALIZZAZIONE DI UN NUOVO PONTILE CHIAPPARO" – CIG 9620109D13 – CUP D52F23000000001

Documento di Fattibilità delle Alternative Progettuali (DOCFAP) (Articolo 2 Allegato I.7 D.Lgs. n. 36/2023)

RELAZIONE TECNICO-ILLUSTRATIVA

32		Trasporto via mare di massi artificiali, effettuato sino ad una distanza di 20 miglia dal cantiere massi o dal porto più vicino, compresi tutti gli oneri che vanno dal sollevamento e carico a bordo del natante nel porto di costruzione, sino allo scarico e collocazione nel sito definitivo previsto in progetto. Per ogni mc di masso artificiale e per ogni miglio di distanza	mc	1 836,00	9,53	17 497,08
33		Collocazione in opera di massi artificiali in conglomerato cementizio di volume non superiore a 10 mc, per qualunque destinazione d'impiego, compreso l'onere dell'utilizzo dei necessari mezzi terrestri e marittimi fino alla profondità di 12 m sotto il livello medio del mare, secondo sagoma o allineamento di progetto con pontone a bigo o altro mezzo d'opera idoneo e con l'ausilio del palombaro, compreso ogni altro onere per dare il lavoro finito a perfetta regola d'arte: per massi guardiani o massi parallelepipedi o prismatici collocati a pile	mc	1 836,00	38,71	71 071,56
34		Acciaio in barre per armature di conglomerato cementizio prelaborato e pretagliato a misura, sagomato e posto in opera a regola d'arte, compreso ogni sfrido, legature, ecc.; nonché tutti gli oneri relativi ai controlli di legge; del tipo B450C prodotto da azienda in possesso di attestato di qualificazione rilasciato dal Servizio Tecnico Centrale della Presidenza del Consiglio Superiore dei LL.PP.	kg	275 400,00	2,33	641 682,00
35		Zincatura di opere in ferro con trattamento a fuoco mediante immersione in vasche contenenti zinco fuso alla temperatura di circa 500 °C previo decappaggio, sciacquaggio e quanto altro necessario per ottenere un prodotto finito: strutture di peso inferiore a 80 kg	kg	275 400,00	0,76	209 304,00
36		Conglomerato cementizio preconfezionato a resistenza caratteristica e classe di esposizione XC1-XC2, dimensione massima degli inerti pari a 31,5 mm, classe di lavorabilità (slump) S4 (fluida), rapporto A/C ≤ 0,60, gettato in opera, per operazioni di media-grande entità, secondo le prescrizioni tecniche previste, compresa la fornitura del materiale in cantiere, il suo spargimento, la vibrazione e quant'altro necessario per dare un'opera realizzata a perfetta regola d'arte, esclusi i soli ponteggi, casseforme e acciaio di armatura: pulvini di viadotti: C 35/45 (Rck 45 N/mm ²)	mc	3 808,00	213,94	814 683,52
37	SOLETTONE	Sovrapprezzo ai getti di conglomerato cementizio preconfezionato a resistenza caratteristica per cambiamento della classe di esposizione rispetto alle classi XC1-XC2-XC3-XC4, valutato in percentuale per mc di getto: per passaggio a classe di esposizione XS3 (Percentuale del 4%)	mc	3 808,00	8,56	32 587,34
38		Sovrapprezzo per utilizzo di pompa per conglomerato cementizio: per ogni mc pompato, con braccio da 37 a 42 m	mc	3 808,00	15,12	57 576,96
39		Casseforme rette o centinate per getti di conglomerati cementizi semplici o armati compreso armo, disarmante, disarmo, opere di puntellatura e sostegno fino ad un'altezza di 4 m dal piano di appoggio; eseguite a regola d'arte e misurate secondo la superficie effettiva delle casseforme a contatto con il calcestruzzo: per plinti di fondazione	m ²	632,50	37,52	23 731,40

MINISTERO DELLA DIFESA – SEGRETARIATO GENERALE DELLA DIFESA E DIREZIONE NAZIONALE DEGLI ARMAMENTI – DIREZIONE DEI LAVORI E DEL DEMANIO – 1° REPARTO – UFFICIO BASI BLU

PROGRAMMA "BASI BLU" - ADEGUAMENTO E AMMODERNAMENTO DELLE CAPACITÀ DI SUPPORTO LOGISTICO DELLE BASI DELLA M.M.I. – STAZIONE NAVALE IN MAR GRANDE DI TARANTO – INTERVENTO "C"

INTEGRAZIONE, AGGIORNAMENTO E COORDINAMENTO DELLO STUDIO DI FATTIBILITÀ, ELABORATO DALL'A.D., PER LA "REALIZZAZIONE DI UN NUOVO PONTILE CHIAPPARO" – CIG 9620109D13 – CUP D52F23000000001

Documento di Fattibilità delle Alternative Progettuali (DOCFAP) (Articolo 2 Allegato I.7 D.Lgs. n. 36/2023)

RELAZIONE TECNICO-ILLUSTRATIVA

40	PACCHETTO PAVIMENTAZIONE	Acciaio in barre per armature di conglomerato cementizio prelaborato e pretagliato a misura, sagomato e posto in opera a regola d'arte, compreso ogni sfrido, legature, ecc.; nonché tutti gli oneri relativi ai controlli di legge; del tipo B450C prodotto da azienda in possesso di attestato di qualificazione rilasciato dal Servizio Tecnico Centrale della Presidenza del Consiglio Superiore dei LL.PP.	kg	685 440,00	2,33	1 597 075,20
41		Zincatura di opere in ferro con trattamento a fuoco mediante immersione in vasche contenenti zinco fuso alla temperatura di circa 500 °C previo decappaggio, sciacquaggio e quanto altro necessario per ottenere un prodotto finito: strutture di peso inferiore a 80 kg	kg	685 440,00	0,76	520 934,40
42		Conglomerato cementizio strutturale, alleggerito con argilla espansa, preconfezionato da centrale di betonaggio, eseguito secondo le prescrizioni tecniche previste, compresa la fornitura del materiale in cantiere, lo spargimento e quant'altro necessario per dare un'opera eseguita a perfetta regola d'arte, esclusi i soli ponteggi, le casseforme e l'acciaio di armatura: LC28 (Rck 28 N/mm ²), massa volumica 1.600 ÷ 1.800 kg/mc	mc	6 576,00	271,05	1 782 424,80
43		Massetto delle pendenze per coperture piane realizzato con impasto di cemento 32.5 e sabbia di cava, ottenuto con kg 300 di cemento tipo 32.5 per mc 1,0 di sabbia, per una resistenza a compressione minima di 150 kg/cm ² , compresa la formazione di poste e fasce per pendenza variabile tra 1% e 2%, e spessore minimo di 4 cm	mc	1 012,20	235,52	238 393,34
44		Pavimento industriale in calcestruzzo C 25/30 (Rck 30 N/mm ²) fibrorinforzato con l'aggiunta di fibre sintetiche strutturali e additivo superfluidificante, esclusi la realizzazione di massetto di sottofondo di almeno 30 cm perfettamente livellato, posa di barriera vapore in polietilene e armatura integrativa, dei seguenti spessori: 20 cm, traffico pesante	mq	10 960,00	48,52	531 779,20
45		Rete elettrosaldata in acciaio per armatura pavimentazioni, fornita e posta in opera con sovrapposizione dei bordi pari a circa 40 volte il diametro dei ferri	kg	69 705,60	2,39	166 596,38
46	IMPIANTI	Pavimento industriale di dimensioni non inferiori a 400 mq ad alta resistenza meccanica con malta sintetica epossidica, con cariche quarzifere, posto su massetto esistente e meccanicamente solido, frattazzato e lisciato, spessore pari a 7 mm circa, con caratteristiche di resistenza all'usura, alla compressione, agli olii, agli acidi ed all'umidità.	mq	14 460,00	41,22	596 041,20
47		Sistema di smaltimento acque meteoriche, comprensivo di canalette di drenaggio, pozzetti di ispezione e vasche di trattamento delle acque.	corpo	1	350 000,00	350 000,00
48		Impianti elettrici e meccanici	corpo	1	8 700 000,00	8 700 000,00

MINISTERO DELLA DIFESA – SEGRETARIATO GENERALE DELLA DIFESA E DIREZIONE NAZIONALE DEGLI ARMAMENTI – DIREZIONE DEI LAVORI E DEL DEMANIO – 1° REPARTO – UFFICIO BASI BLU

PROGRAMMA "BASI BLU" - ADEGUAMENTO E AMMODERNAMENTO DELLE CAPACITÀ DI SUPPORTO LOGISTICO DELLE BASI DELLA M.M.I. – STAZIONE NAVALE IN MAR GRANDE DI TARANTO – INTERVENTO "C"

INTEGRAZIONE, AGGIORNAMENTO E COORDINAMENTO DELLO STUDIO DI FATTIBILITÀ, ELABORATO DALL'A.D., PER LA "REALIZZAZIONE DI UN NUOVO PONTILE CHIAPPARO" – CIG 9620109D13 – CUP D52F23000000001

Documento di Fattibilità delle Alternative Progettuali (DOCFAP) (Articolo 2 Allegato I.7 D.Lgs. n. 36/2023)

RELAZIONE TECNICO-ILLUSTRATIVA

49	ACCESSORI	Bitta d'ormeggio in ghisa sferoidale, conforme alla norma UNI EN 1563, in opera con idonei tiranti di ancoraggio adeguati al tiro, compreso conglomerato cementizio per il plinto di fondazione e per l'alloggiamento nella sovrastruttura, escluso il ripristino della pavimentazione e dell'orlatura di banchina, la sabbiatura e la verniciatura: tiro da 100 a 120 t	cad	26,00	5 814,47	151 176,22
50		Bitta d'ormeggio in ghisa sferoidale, conforme alla norma UNI EN 1563, in opera con idonei tiranti di ancoraggio adeguati al tiro, compreso conglomerato cementizio per il plinto di fondazione e per l'alloggiamento nella sovrastruttura, escluso il ripristino della pavimentazione e dell'orlatura di banchina, la sabbiatura e la verniciatura: tiro da 20 a 50 t	cad	29,00	2 795,02	81 055,58
51		Fornitura e posa in opera di paraspigoli antinfortunistici di bordo banchina, con tacche antisdrucchiolo segnalatrici di limite o con cordolo, con o senza catarifrangente secondo le prescrizioni del Ministero della Marina Mercantile, posti in opera con tasselli di tenuta o zanche incorporate di qualunque tipo, spessore e dimensioni, idonee secondo la Direzione dei Lavori, il tutto in ghisa sferoidale UNI 4544 anticorrosione. Compreso eventuali tagli, pezzi speciali per angoli, sfridi e quanto altro necessario.	kg	33 750,00	4,16	140 400,00
52		Fornitura e posa in opera di acciaio tondo, quadro, profilato, etc., debitamente lavorato forgiato, per tiranti di bitte, anelli d'ormeggio, scalette, bordonali, etc., in opera compreso la dipintura a tre passate di cui due al minio di piombo ed una a vernice antiruggine colorata, incluso filettature, bullonature, saldature ed ogni onere e magistero occorrente per dare il lavoro finito a perfetta regola d'arte. Per anelli di ormeggio	kg	2 200,00	4,53	9 966,00
53		Fornitura e posa in opera di scalette alla marinara in ghisa sferoidale in fusione monoblocco, modulari, senza alcuna saldatura corrodibile, installabile con zanche in acciaio inox, gradini antisdrucchiolo, griglie di scolo e aggrappo con fori predisposti per l'installazione di balaustre di protezione e di comodo, compreso tutto quanto occorre per dare la fornitura in opera a perfetta regola d'arte e secondo le indicazioni che saranno fornite dalla Direzione dei Lavori.	kg	5 200,00	4,52	23 504,00
54		Parabordi esterni 2000*1200*2000	cad	52	39 900,00	2 074 800,00
55		Parabordi interni 1000*500*1000	cad	58,0	7 137,03	413 947,74
56	PONTILE FREGATE	Prolungamento pontile Fregate (struttura a giorno su pali)	mq	710,4	5 000,00	3 552 000,00
TOTALE NUOVO PONTILE CHIAPPARO CON STRUTTURA A COFFERDAM Nell'ipotesi di materiale di dragaggio "non inquinato"						206 722 269,22

PROGRAMMA "BASI BLU" - ADEGUAMENTO E AMMODERNAMENTO DELLE CAPACITÀ DI SUPPORTO LOGISTICO DELLE BASI DELLA M.M.I. – STAZIONE
NAVALE IN MAR GRANDE DI TARANTO – INTERVENTO "C"

INTEGRAZIONE, AGGIORNAMENTO E COORDINAMENTO DELLO STUDIO DI FATTIBILITÀ, ELABORATO DALL'A.D., PER LA
"REALIZZAZIONE DI UN NUOVO PONTILE CHIAPPARO" – CIG 9620109D13 – CUP D52F23000000001

Documento di Fattibilità delle Alternative Progettuali (DOCFAP) (Articolo 2 Allegato I.7 D.Lgs. n. 36/2023)

RELAZIONE TECNICO-ILLUSTRATIVA

STIMA SOMMARIA DELLA SPESA - STRUTTURA A COFFERDAM					
Ipotesi 3: materiale di dragaggio "inquinato" (trasporto a discarica della parte non collocabile all'interno delle opere)					
Lavoro		u.m.	Quantità	Prezzo unitario (€)	Costo (€)
1	DRAGAGGIO	mc	127 500,00	20,31	2 589 525,00
2		m	100 000,00	125,00	12 500 000,00
3	PARATE PALO/PALANCOIA	m	20 212,75	383,00	7 741 483,25
4		m	20 212,75	46,36	937 063,09
5		m	20 212,75	114,90	2 322 444,98
6		mc	41 346,08	29,69	1 227 565,22

MINISTERO DELLA DIFESA – SEGRETARIATO GENERALE DELLA DIFESA E DIREZIONE NAZIONALE DEGLI ARMAMENTI – DIREZIONE DEI LAVORI E DEL DEMANIO – 1° REPARTO – UFFICIO BASI BLU

PROGRAMMA "BASI BLU" - ADEGUAMENTO E AMMODERNAMENTO DELLE CAPACITÀ DI SUPPORTO LOGISTICO DELLE BASI DELLA M.M.I. – STAZIONE NAVALE IN MAR GRANDE DI TARANTO – INTERVENTO "C"

INTEGRAZIONE, AGGIORNAMENTO E COORDINAMENTO DELLO STUDIO DI FATTIBILITÀ, ELABORATO DALL'A.D., PER LA "REALIZZAZIONE DI UN NUOVO PONTILE CHIAPPARO" – CIG 9620109D13 – CUP D52F23000000001

Documento di Fattibilità delle Alternative Progettuali (DOCFAP) (Articolo 2 Allegato I.7 D.Lgs. n. 36/2023)

RELAZIONE TECNICO-ILLUSTRATIVA

7	Sovrapprezzo ai pali trivellati di grande diametro: per impiego di tubo forma infisso con morse, per metro di palo fino alla profondità di 20 metri: per diametro pari a 1.500 mm	m	20 212,75	50,24	1 015 488,56
8	Sovrapprezzo ai pali trivellati di grande diametro: per palo di profondità superiore a 20 m fino a 30 m, per ogni metro, esclusa la fornitura del cls: per diametro pari a 1.500 mm	m	6 232,75	41,49	258 596,80
9	Maggiorazione voce precedente per diametro 1600 mm	m	6 232,75	1,70	10 595,68
10	Scavo a vuoto per l'esecuzione del palo trivellato misurato dalla quota del piano effettivo di lavoro (piano di campagna) alla quota di sommità del palo effettivamente gettato: per diametro pari a 1.500 mm	m	10 718,00	72,12	772 982,16
11	Maggiorazione voce precedente per diametro 1600 mm	m	10 718,00	3,24	34 769,19
12	Conglomerato cementizio preconfezionato a resistenza caratteristica e classe di esposizione XC1-XC2, dimensione massima degli inerti pari a 31,5 mm, classe di lavorabilità (slump) S4 (fluida), rapporto A/C ≤ 0,60, gettato in opera, per operazioni di media-grande entità, secondo le prescrizioni tecniche previste, compresa la fornitura del materiale in cantiere, il suo spargimento, la vibrazione e quant'altro necessario per dare un'opera realizzata a perfetta regola d'arte, esclusi i soli ponteggi, casseforme e acciaio di armatura: pile di viadotti del tipo pieno: C 35/45 (Rck 45 N/mm ²)	mc	21 924,15	239,15	5 243 159,99
13	Sovrapprezzo ai getti di conglomerato cementizio preconfezionato a resistenza caratteristica per cambiamento della classe di esposizione rispetto alle classi XC1-XC2-XC3-XC4, valutato in percentuale per mc di getto: per passaggio a classe di esposizione XS3 (Percentuale del 4%)	mc	21 924,15	9,57	209 726,40
14	Controcamicia in lamierino a perdere, in opera. Per pali interni	kg	3 065 834,78	1,17	3 587 026,69
15	Pontone semovente da 147-296 kW, della portata di 200-300 t, con escavatore a bordo munito di benna mordente, compreso equipaggio, carburante e lubrificante, per ogni ora di effettivo esercizio	h	4 848,00	341,33	1 654 767,84
16	Gabbia di armatura costituita da barre di acciaio ad aderenza migliorata B450C, fornite, lavorate e poste in opera compresa la saldatura degli stessi e l'eventuale legatura con filo di ferro cotto	kg	6 327 023,14	2,24	14 172 531,84
17	Zincatura di opere in ferro con trattamento a fuoco mediante immersione in vasche contenenti zinco fuso alla temperatura di circa 500 °C previo decappaggio, sciacquaggio e quanto altro necessario per ottenere un prodotto finito: strutture di peso inferiore a 80 kg	kg	6 327 023,14	0,76	4 808 537,59

MINISTERO DELLA DIFESA – SEGRETARIATO GENERALE DELLA DIFESA E DIREZIONE NAZIONALE DEGLI ARMAMENTI – DIREZIONE DEI LAVORI E DEL DEMANIO – 1° REPARTO – UFFICIO BASI BLU

PROGRAMMA "BASI BLU" - ADEGUAMENTO E AMMODERNAMENTO DELLE CAPACITÀ DI SUPPORTO LOGISTICO DELLE BASI DELLA M.M.I. – STAZIONE NAVALE IN MAR GRANDE DI TARANTO – INTERVENTO "C"

INTEGRAZIONE, AGGIORNAMENTO E COORDINAMENTO DELLO STUDIO DI FATTIBILITÀ, ELABORATO DALL'A.D., PER LA "REALIZZAZIONE DI UN NUOVO PONTILE CHIAPPARO" – CIG 9620109D13 – CUP D52F23000000001

Documento di Fattibilità delle Alternative Progettuali (DOCFAP) (Articolo 2 Allegato I.7 D.Lgs. n. 36/2023)

RELAZIONE TECNICO-ILLUSTRATIVA

18		Palancole tipo Larssen o simili di acciaio laminato tipo S 355 GP (UNI EN 10248), con caratteristiche corrispondenti alla normativa tecnica vigente, fornite e poste in opera con l'impiego d'idonea attrezzatura per siti raggiungibili da terra, in terreni di qualsiasi natura e consistenza, escluso le rocce compatte con resistenza superiore a 4 N/mm ² , aventi qualsiasi lunghezza e sezione, compresi anche i pezzi speciali, relative saldature, incluso: fori per il passaggio di tubi di drenaggio, fori per il passaggio di tiranti e barre di armatura, tagli con fiamma ossiacetilenica, da effettuarsi all'estremità superiore delle palancole, compreso ogni altro onere e magistero per dare l'opera finita a perfetta regola d'arte	kg	14 439 135,99	4,23	61 077 545,23
19		Sovrapprezzo per la realizzazione di palancole metalliche a mare per siti non accessibili da terra	kg	14 439 135,99	1,27	18 323 263,57
20		Impermeabilizzazione dei giunti tra le palancole di cui agli art. precedenti B.52 e B.53 mediante l'applicazione all'interno dei gargami di prodotto poliuretanico che si rigonfia a contatto con l'acqua, per metro di gargame trattato. Necessaria in caso di materiale di dragaggio inquinato	m	54 173,00	56,22	3 045 606,06
21		Fornitura e posa in opera di dispositivi di ancoraggio delle palancole con tiranti a barra con caratteristiche rispondenti alla normativa tecnica vigente, di qualsiasi lunghezza e sezione, a doppia protezione (guaina + pasta protettiva anticorrosione), compresi filettature, piastre, rondelle, bulloni, tagli, forature, saldature, connettori, testate di ancoraggio, compresi gli oneri per il pretensionamento dei tiranti a barra, compreso ogni altro onere, fornitura e magistero per dare l'opera finita a perfetta regola d'arte a) in acciaio laminato classe S270GP (EN 10248).	kg	1 378 187,21	6,94	9 564 619,25
22		Riempimento cofferdam con terreno alleggerito post dragaggio, densità tra 1100 - 1300 kg/mc	mc	168 846,08	150,00	25 326 912,51
23	CORDOLI	Conglomerato cementizio preconfezionato a resistenza caratteristica e classe di esposizione XC1-XC2, dimensione massima degli inerti pari a 31,5 mm, classe di lavorabilità (slump) S4 (fluida), rapporto A/C ≤ 0,60, gettato in opera, per operazioni di media-grande entità, secondo le prescrizioni tecniche previste, compresa la fornitura del materiale in cantiere, il suo spargimento, la vibrazione e quant'altro necessario per dare un'opera realizzata a perfetta regola d'arte, esclusi i soli ponteggi, casseforme e acciaio di armatura: per travi, cordoli e piattabande: C35/45 (Rck 45 N/mm ²)	mc	10 608,00	219,72	2 330 789,76
24		Sovrapprezzo ai getti di conglomerato cementizio preconfezionato a resistenza caratteristica per cambiamento della classe di esposizione rispetto alle classi XC1-XC2-XC3-XC4, valutato in percentuale per mc di getto: per passaggio a classe di esposizione XS3 (Percentuale del 4%)	mc	10 608,00	8,79	93 231,59

MINISTERO DELLA DIFESA – SEGRETARIATO GENERALE DELLA DIFESA E DIREZIONE NAZIONALE DEGLI ARMAMENTI – DIREZIONE DEI LAVORI E DEL DEMANIO – 1° REPARTO – UFFICIO BASI BLU

PROGRAMMA "BASI BLU" - ADEGUAMENTO E AMMODERNAMENTO DELLE CAPACITÀ DI SUPPORTO LOGISTICO DELLE BASI DELLA M.M.I. – STAZIONE NAVALE IN MAR GRANDE DI TARANTO – INTERVENTO "C"

INTEGRAZIONE, AGGIORNAMENTO E COORDINAMENTO DELLO STUDIO DI FATTIBILITÀ, ELABORATO DALL'A.D., PER LA "REALIZZAZIONE DI UN NUOVO PONTILE CHIAPPARO" – CIG 9620109D13 – CUP D52F23000000001

Documento di Fattibilità delle Alternative Progettuali (DOCFAP) (Articolo 2 Allegato I.7 D.Lgs. n. 36/2023)

RELAZIONE TECNICO-ILLUSTRATIVA

25		Casseforme rette o centinate per getti di conglomerati cementizi semplici o armati compreso armo, disarmante, disarmo, opere di puntellatura e sostegno fino ad un'altezza di 4 m dal piano di appoggio; eseguite a regola d'arte e misurate secondo la superficie effettiva delle casseforme a contatto con il calcestruzzo: per fondazioni rettilinee continue (travi rovesce, murature di sotterraneo)	mq	10 200,00	37,52	382 704,00
26		Acciaio in barre per armature di conglomerato cementizio prelavorato e pretagliato a misura, sagomato e posto in opera a regola d'arte, compreso ogni sfrido, legature, ecc.; nonché tutti gli oneri relativi ai controlli di legge; del tipo B450C prodotto da azienda in possesso di attestato di qualificazione rilasciato dal Servizio Tecnico Centrale della Presidenza del Consiglio Superiore dei LL.PP.	kg	2 227 680,00	2,33	5 190 494,40
27		Zincatura di opere in ferro con trattamento a fuoco mediante immersione in vasche contenenti zinco fuso alla temperatura di circa 500 °C previo decappaggio, sciacquaggio e quanto altro necessario per ottenere un prodotto finito: strutture di peso inferiore a 80 kg	kg	2 227 680,00	0,76	1 693 036,80
28	PREDALLES	Conglomerato cementizio preconfezionato a resistenza caratteristica e classe di esposizione XC1-XC2, dimensione massima degli inerti pari a 31,5 mm, classe di lavorabilità (slump) S4 (fluida), rapporto A/C ≤ 0,60, gettato in opera, per operazioni di media-grande entità, secondo le prescrizioni tecniche previste, compresa la fornitura del materiale in cantiere, il suo spargimento, la vibrazione e quant'altro necessario per dare un'opera realizzata a perfetta regola d'arte, esclusi i soli ponteggi, casseforme e acciaio di armatura: pulvini di viadotti: C 35/45 (Rck 45 N/mm ²)	mc	1 836,00	213,94	392 793,84
29		Sovrapprezzo ai getti di conglomerato cementizio preconfezionato a resistenza caratteristica per cambiamento della classe di esposizione rispetto alle classi XC1-XC2-XC3-XC4, valutato in percentuale per mc di getto: per passaggio a classe di esposizione XS3 (Percentuale del 4%)	mc	1 836,00	8,56	15 711,75
30		Casseforme rette o centinate per getti di conglomerati cementizi semplici o armati compreso armo, disarmante, disarmo, opere di puntellatura e sostegno fino ad un'altezza di 4 m dal piano di appoggio; eseguite a regola d'arte e misurate secondo la superficie effettiva delle casseforme a contatto con il calcestruzzo: per plinti di fondazione	mq	2 448,00	37,52	91 848,96
31		Trasporto via terra di massi artificiali dal cantiere massi, compreso l'onere per sollevamento, carico e scarico, nel sito definitivo previsto in progetto e ritorno a vuoto. Per ogni mc di masso e per ogni km di distanza	mc	1 836,00	5,76	10 575,36
32		Trasporto via mare di massi artificiali, effettuato sino ad una distanza di 20 miglia dal cantiere massi o dal porto più vicino, compresi tutti gli oneri che vanno dal sollevamento e carico a bordo del natante nel porto di costruzione, sino allo scarico e collocazione nel sito definitivo previsto in progetto. Per ogni mc di masso artificiale e per ogni miglio di distanza	mc	1 836,00	9,53	17 497,08

MINISTERO DELLA DIFESA – SEGRETARIATO GENERALE DELLA DIFESA E DIREZIONE NAZIONALE DEGLI ARMAMENTI – DIREZIONE DEI LAVORI E DEL DEMANIO – 1° REPARTO – UFFICIO BASI BLU

PROGRAMMA "BASI BLU" - ADEGUAMENTO E AMMODERNAMENTO DELLE CAPACITÀ DI SUPPORTO LOGISTICO DELLE BASI DELLA M.M.I. – STAZIONE NAVALE IN MAR GRANDE DI TARANTO – INTERVENTO "C"

INTEGRAZIONE, AGGIORNAMENTO E COORDINAMENTO DELLO STUDIO DI FATTIBILITÀ, ELABORATO DALL'A.D., PER LA "REALIZZAZIONE DI UN NUOVO PONTILE CHIAPPARO" – CIG 9620109D13 – CUP D52F23000000001

Documento di Fattibilità delle Alternative Progettuali (DOCFAP) (Articolo 2 Allegato I.7 D.Lgs. n. 36/2023)

RELAZIONE TECNICO-ILLUSTRATIVA

33		Collocazione in opera di massi artificiali in conglomerato cementizio di volume non superiore a 10 mc, per qualunque destinazione d'impiego, compreso l'onere dell'utilizzo dei necessari mezzi terrestri e marittimi fino alla profondità di 12 m sotto il livello medio del mare, secondo sagoma o allineamento di progetto con pontone a bigo o altro mezzo d'opera idoneo e con l'ausilio del palombaro, compreso ogni altro onere per dare il lavoro finito a perfetta regola d'arte: per massi guardiani o massi parallelepipedi o prismatici collocati a pile	mc	1 836,00	38,71	71 071,56
34		Acciaio in barre per armature di conglomerato cementizio prelavato e pretagliato a misura, sagomato e posto in opera a regola d'arte, compreso ogni sfrido, legature, ecc.; nonché tutti gli oneri relativi ai controlli di legge; del tipo B450C prodotto da azienda in possesso di attestato di qualificazione rilasciato dal Servizio Tecnico Centrale della Presidenza del Consiglio Superiore dei LL.PP.	kg	275 400,00	2,33	641 682,00
35		Zincatura di opere in ferro con trattamento a fuoco mediante immersione in vasche contenenti zinco fuso alla temperatura di circa 500 °C previo decappaggio, sciacquaggio e quanto altro necessario per ottenere un prodotto finito: strutture di peso inferiore a 80 kg	kg	275 400,00	0,76	209 304,00
36		Conglomerato cementizio preconfezionato a resistenza caratteristica e classe di esposizione XC1-XC2, dimensione massima degli inerti pari a 31,5 mm, classe di lavorabilità (slump) S4 (fluida), rapporto A/C ≤ 0,60, gettato in opera, per operazioni di media-grande entità, secondo le prescrizioni tecniche previste, compresa la fornitura del materiale in cantiere, il suo spargimento, la vibrazione e quant'altro necessario per dare un'opera realizzata a perfetta regola d'arte, esclusi i soli ponteggi, casseforme e acciaio di armatura: pulvini di viadotti: C 35/45 (Rck 45 N/mm ²)	mc	3 808,00	213,94	814 683,52
37	SOLETTONE	Sovrapprezzo ai getti di conglomerato cementizio preconfezionato a resistenza caratteristica per cambiamento della classe di esposizione rispetto alle classi XC1-XC2-XC3-XC4, valutato in percentuale per mc di getto: per passaggio a classe di esposizione XS3 (Percentuale del 4%)	mc	3 808,00	8,56	32 587,34
38		Sovrapprezzo per utilizzo di pompa per conglomerato cementizio: per ogni mc pompato, con braccio da 37 a 42 m	mc	3 808,00	15,12	57 576,96
39		Casseforme rette o centinate per getti di conglomerati cementizi semplici o armati compreso armo, disarmante, disarmo, opere di puntellatura e sostegno fino ad un'altezza di 4 m dal piano di appoggio; eseguite a regola d'arte e misurate secondo la superficie effettiva delle casseforme a contatto con il calcestruzzo: per plinti di fondazione	mq	632,50	37,52	23 731,40

MINISTERO DELLA DIFESA – SEGRETARIATO GENERALE DELLA DIFESA E DIREZIONE NAZIONALE DEGLI ARMAMENTI – DIREZIONE DEI LAVORI E DEL DEMANIO – 1° REPARTO – UFFICIO BASI BLU

PROGRAMMA "BASI BLU" - ADEGUAMENTO E AMMODERNAMENTO DELLE CAPACITÀ DI SUPPORTO LOGISTICO DELLE BASI DELLA M.M.I. – STAZIONE NAVALE IN MAR GRANDE DI TARANTO – INTERVENTO "C"

INTEGRAZIONE, AGGIORNAMENTO E COORDINAMENTO DELLO STUDIO DI FATTIBILITÀ, ELABORATO DALL'A.D., PER LA "REALIZZAZIONE DI UN NUOVO PONTILE CHIAPPARO" – CIG 9620109D13 – CUP D52F23000000001

Documento di Fattibilità delle Alternative Progettuali (DOCFAP) (Articolo 2 Allegato I.7 D.Lgs. n. 36/2023)

RELAZIONE TECNICO-ILLUSTRATIVA

40		Acciaio in barre per armature di conglomerato cementizio prelavorato e pretagliato a misura, sagomato e posto in opera a regola d'arte, compreso ogni sfrido, legature, ecc.; nonché tutti gli oneri relativi ai controlli di legge; del tipo B450C prodotto da azienda in possesso di attestato di qualificazione rilasciato dal Servizio Tecnico Centrale della Presidenza del Consiglio Superiore dei LL.PP.	kg	685 440,00	2,33	1 597 075,20
41		Zincatura di opere in ferro con trattamento a fuoco mediante immersione in vasche contenenti zinco fuso alla temperatura di circa 500 °C previo decappaggio, sciacquaggio e quanto altro necessario per ottenere un prodotto finito: strutture di peso inferiore a 80 kg	kg	685 440,00	0,76	520 934,40
42		Conglomerato cementizio strutturale, alleggerito con argilla espansa, preconfezionato da centrale di betonaggio, eseguito secondo le prescrizioni tecniche previste, compresa la fornitura del materiale in cantiere, lo spargimento e quant'altro necessario per dare un'opera eseguita a perfetta regola d'arte, esclusi i soli ponteggi, le casseforme e l'acciaio di armatura: LC28 (Rck 28 N/mm ²), massa volumica 1.600 ÷ 1.800 kg/mc	mc	6 576,00	271,05	1 782 424,80
43	PACCHETTO PAVIMENTAZIONE	Massetto delle pendenze per coperture piane realizzato con impasto di cemento 32.5 e sabbia di cava, ottenuto con kg 300 di cemento tipo 32.5 per mc 1,0 di sabbia, per una resistenza a compressione minima di 150 kg/cm ² , compresa la formazione di poste e fasce per pendenza variabile tra 1% e 2%, e spessore minimo di 4 cm	mc	1 012,20	235,52	238 393,34
44		Pavimento industriale in calcestruzzo C 25/30 (Rck 30 N/mm ²) fibrorinforzato con l'aggiunta di fibre sintetiche strutturali e additivo superfluidificante, esclusi la realizzazione di massetto di sottofondo di almeno 30 cm perfettamente livellato, posa di barriera vapore in polietilene e armatura integrativa, dei seguenti spessori: 20 cm, traffico pesante	mq	10 960,00	48,52	531 779,20
45		Rete elettrosaldata in acciaio per armatura pavimentazioni, fornita e posta in opera con sovrapposizione dei bordi pari a circa 40 volte il diametro dei ferri	kg	69 705,60	2,39	166 596,38
46		Pavimento industriale di dimensioni non inferiori a 400 mq ad alta resistenza meccanica con malta sintetica epossidica, con cariche quarzifere, posto su massetto esistente e meccanicamente solido, frattazzato e lisciato, spessore pari a 7 mm circa, con caratteristiche di resistenza all'usura, alla compressione, agli olii, agli acidi ed all'umidità.	mq	14 460,00	41,22	596 041,20
47	IMPIANTI	Sistema di smaltimento acque meteoriche, comprensivo di canalette di drenaggio, pozzetti di ispezione e vasche di trattamento delle acque.	corpo	1	350 000,00	350 000,00
48		Impianti elettrici e meccanici	corpo	1	8 700 000,00	8 700 000,00

MINISTERO DELLA DIFESA – SEGRETARIATO GENERALE DELLA DIFESA E DIREZIONE NAZIONALE DEGLI ARMAMENTI – DIREZIONE DEI LAVORI E DEL DEMANIO – 1° REPARTO – UFFICIO BASI BLU

PROGRAMMA "BASI BLU" - ADEGUAMENTO E AMMODERNAMENTO DELLE CAPACITÀ DI SUPPORTO LOGISTICO DELLE BASI DELLA M.M.I. – STAZIONE NAVALE IN MAR GRANDE DI TARANTO – INTERVENTO "C"

INTEGRAZIONE, AGGIORNAMENTO E COORDINAMENTO DELLO STUDIO DI FATTIBILITÀ, ELABORATO DALL'A.D., PER LA "REALIZZAZIONE DI UN NUOVO PONTILE CHIAPPARO" – CIG 9620109D13 – CUP D52F23000000001

Documento di Fattibilità delle Alternative Progettuali (DOCFAP) (Articolo 2 Allegato I.7 D.Lgs. n. 36/2023)

RELAZIONE TECNICO-ILLUSTRATIVA

49	ACCESSORI	Bitta d'ormeggio in ghisa sferoidale, conforme alla norma UNI EN 1563, in opera con idonei tiranti di ancoraggio adeguati al tiro, compreso conglomerato cementizio per il plinto di fondazione e per l'alloggiamento nella sovrastruttura, escluso il ripristino della pavimentazione e dell'orlatura di banchina, la sabbiatura e la verniciatura: tiro da 100 a 120 t	cad	26,00	5 814,47	151 176,22
50		Bitta d'ormeggio in ghisa sferoidale, conforme alla norma UNI EN 1563, in opera con idonei tiranti di ancoraggio adeguati al tiro, compreso conglomerato cementizio per il plinto di fondazione e per l'alloggiamento nella sovrastruttura, escluso il ripristino della pavimentazione e dell'orlatura di banchina, la sabbiatura e la verniciatura: tiro da 20 a 50 t	cad	29,00	2 795,02	81 055,58
51		Fornitura e posa in opera di paraspigoli antinfortunistici di bordo banchina, con tacche antisdrucchiolo segnalatrici di limite o con cordolo, con o senza catarifrangente secondo le prescrizioni del Ministero della Marina Mercantile, posti in opera con tasselli di tenuta o zanche incorporate di qualunque tipo, spessore e dimensioni, idonee secondo la Direzione dei Lavori, il tutto in ghisa sferoidale UNI 4544 anticorrosione. Compreso eventuali tagli, pezzi speciali per angoli, sfridi e quanto altro necessario.	kg	33 750,00	4,16	140 400,00
52		Fornitura e posa in opera di acciaio tondo, quadro, profilato, etc., debitamente lavorato forgiato, per tiranti di bitte, anelli d'ormeggio, scalette, bordonali, etc., in opera compreso la dipintura a tre passate di cui due al minio di piombo ed una a vernice antiruggine colorata, incluso filettature, bullonature, saldature ed ogni onere e magistero occorrente per dare il lavoro finito a perfetta regola d'arte. Per anelli di ormeggio	kg	2 200,00	4,53	9 966,00
53		Fornitura e posa in opera di scalette alla marinara in ghisa sferoidale in fusione monoblocco, modulari, senza alcuna saldatura corrodibile, installabile con zanche in acciaio inox, gradini antisdrucchiolo, griglie di scolo e aggrappo con fori predisposti per l'installazione di balaustre di protezione e di comodo, compreso tutto quanto occorre per dare la fornitura in opera a perfetta regola d'arte e secondo le indicazioni che saranno fornite dalla Direzione dei Lavori.	kg	5 200,00	4,52	23 504,00
54		Parabordi esterni 2000*1200*2000	cad	52	39 900,00	2 074 800,00
55	Parabordi interni 1000*500*1000	cad	58,0	7 137,03	413 947,74	
56	PONTILE FREGATE	Prolungamento pontile Fregate (struttura a giorno su pali)	mq	710,4	5 000,00	3 552 000,00
TOTALE NUOVO PONTILE CHIAPPARO CON STRUTTURA A COFFERDAM Nell'ipotesi di materiale di dragaggio "totalmente inquinato"						209 423 625,28

8.4.3 Soluzione 3: struttura a giorno su pali

Le strutture "a giorno" su pali sono particolarmente indicate in presenza di terreni di fondazione aventi mediocri caratteristiche meccaniche. Nel caso oggetto di studio, la soluzione "a giorno" è contraddistinta, in particolare, da un'elevata economicità e da una quasi totale assenza di svantaggi intrinsecamente connessi a tale lavorazione.

La peculiarità della soluzione risiede dunque, nel duplice beneficio per cui, pur essendo quest'ultima contraddistinta da una particolare semplicità e rapidità costruttiva (entrambi aspetti fondamentali in quanto il mantenimento dell'operatività della base navale durante l'esecuzione dei lavori è un requisito indispensabile nella scelta progettuale finale) rappresenta simultaneamente anche la scelta più economica. Di fatto tale soluzione risulta essere meno onerosa rispetto ad una struttura massiva quale quella a cassoni e comunque meno costosa rispetto ad una struttura a cofferdam, in cui la presenza di palancole in acciaio combinate con tiranti di collegamento in testa ai pali aumentano di molto costi e soprattutto tempi di realizzazione. Inoltre, in entrambe le due soluzioni precedentemente descritte sarebbe necessario consolidare i terreni di fondazione per spessori piuttosto elevati, rendendo così necessario l'apporto di materiali da cava.

Trattandosi di fatto di un'opera per la quale i carichi e sovraccarichi di banchina vengono trasferiti direttamente ai pali, il comportamento generale del molo ne risente favorevolmente, consentendo una ottimizzazione della palificata e in generale una maggiore efficacia complessiva dell'opera anche in condizioni di esercizio e sismiche.

D'altra parte la struttura a giorno risulta meno sollecitata nei confronti di azioni di moto ondoso e dunque sgravata in termini di regime di sollecitazioni taglianti e flettenti (ciò non accade nella struttura a cofferdam). In tal caso, dunque, non sarà più necessario collegare i pali mediante tiranti di ancoraggio, il cui uso, tra l'altro, è fortemente sconsigliato in ambienti altamente aggressivi quale quello marino e che comunque comporterebbe futuri maggiorati costi legati alla manutenzione di tali elementi strutturali.

Dunque anche per quanto riguarda la stabilità dell'opera in sé, tale soluzione resta comunque preferibile rispetto a quelle precedentemente annoverate. È noto infatti, come le strutture su pali siano le più adatte a resistere a carichi verticali e dunque le meno suscettibili di cedimenti in fase di esercizio (strutture su pali mostrano in genere cedimenti nell'ordine di pochi millimetri).

Infine, anche se da un punto di vista ambientale, la realizzazione, nonché la trivellazione dei pali genererà un certo incremento di materiale da reimmettere nel corpo idrico di provenienza o, in alternativa, da portare a discarica, è verosimile pensare che la struttura, seppur dotata di pannelli forati parzialmente riflettenti, possa garantire, seppur a fronte di un possibile incremento dell'agitazione interna, un maggior ricircolo delle acque con tangibili effetti benefici anche da un punto di vista ambientale, aspetto di fondamentale importanza vista la presenza di impianti di coltivazione di mitili nelle immediate vicinanze.

8.4.3.1 Soluzione 3: stima sommaria dei costi

Nel presente paragrafo si riporta la stima sommaria dei costi necessari per la realizzazione del nuovo pontile con struttura a giorno su pali. Le valutazioni sono state condotte secondo due differenti ipotesi sulla qualità del materiale dragato (sedimenti non inquinati e sedimenti totalmente inquinati).

La soluzione intermedia (sedimenti parzialmente inquinati) è stata valutata come media tra le due

PROGRAMMA "BASI BLU" - ADEGUAMENTO E AMMODERNAMENTO DELLE CAPACITÀ DI SUPPORTO LOGISTICO DELLE BASI DELLA M.M.I. – STAZIONE
NAVALE IN MAR GRANDE DI TARANTO – INTERVENTO "C"

INTEGRAZIONE, AGGIORNAMENTO E COORDINAMENTO DELLO STUDIO DI FATTIBILITÀ, ELABORATO DALL'A.D., PER LA
"REALIZZAZIONE DI UN NUOVO PONTILE CHIAPPARO" – CIG 9620109D13 – CUP D52F23000000001

Documento di Fattibilità delle Alternative Progettuali (DOCFAP) (Articolo 2 Allegato I.7 D.Lgs. n. 36/2023)

RELAZIONE TECNICO-ILLUSTRATIVA

soluzioni di cui sopra.

Per la definizione sommaria della spesa da sostenere per l'esecuzione dei lavori si è fatto riferimento, ove possibile, al prezzario LL.PP. della Regione Puglia, anno 2023 o, in alternativa, a costi parametrici standardizzati ricavati da indagini di mercato, da altri prezzari regionali (in particolare quello Lazio 2023) o da altre opere similari.

STIMA SOMMARIA DELLA SPESA - STRUTTURA CON IMPALCATO "A GIORNO" SU PALI						
Ipotesi 1: materiale di dragaggio "non inquinato" (immersione nel corpo idrico di provenienza)						
Lavoro			u.m.	Quantità	Prezzo unitario (€)	Costo (€)
1	DRAGAGGIO	Dragaggio effettuato con idonee attrezzature, di materie sciolte costituito da sabbia, argilla, ghiaia, rottami di muratura, calcestruzzi e pietrame, del volume di ogni pezzo fino a mc 0,20, in qualsiasi proporzione, eseguito a sezione ampia o ristretta o entro casseri, secondo le direttive impartite dalla D.L., fino alla profondità di progetto. Con benna mordente ed eventuale ripper montata su galleggiante o qualunque altro mezzo idoneo, compreso ogni onere per i l carico, il trasporto e il trasferimento in idonee vasche di raccolta. Incluso altresì l'impiego di panne anti torbidità di contenimento galleggianti con gonne impermeabili di PVC ancorate al fondale marino necessarie per circoscrivere l'intera area ed evitare la dispersione del materiale messo in sospensione durante l'escavo.	mc	127 500,00	19,06	2 430 150,00
2		Trasporto con mezzo marittimo dotato di fondo apribile fino al punto indicato per lo sversamento dei sedimenti nel corpo idrico, comprensivo di geocontainer (geobag) necessari per limitare la risospensione e la diffusione di sedimenti versati.	mc	127 500,00	28,34	3 613 350,00
3	PALI	Palo trivellato di grande diametro eseguito con fusto in calcestruzzo armato C25/30 (Rck 30 N/mmq), compresa la formazione del foro, la scapitozzatura delle teste, l'onere di eventuali sovrassessori di scavo e di calcestruzzo sia alla base che lungo il fusto del palo, le prove di carico, il carico e il trasporto a distanza fino a 5.000 m del materiale di risulta (esclusi gli oneri di scarica), ed ogni eventuale altro onere per dare il palo completo in ogni sua parte con la sola esclusione dell'acciaio di armatura e la fornitura di eventuale controcamicia in lamierino, per ogni metro di palo fino alla profondità di 20 m: in terreni autosostenenti con resistenza alla compressione inferiore a 6 N/mmq: per diametro pari a 1.500 mm	m	14 040,00	383,00	5 377 320,00
4		Sovrapprezzo ai pali trivellati di grande diametro: per esecuzione di palo trivellato in alveo con battente idrico fino a 1,5 m (Percentuale del 30%)	m	14 040,00	114,90	1 613 196,00
5		Sovrapprezzo per incremento classe di resistenza del calcestruzzo da C25/30 a C35/45. Ricavato come differenza tra le voci del prezzario Puglia 2023 E.04.11d e E.04.11a	mc	24 798,15	29,69	736 257,07

MINISTERO DELLA DIFESA – SEGRETARIATO GENERALE DELLA DIFESA E DIREZIONE NAZIONALE DEGLI ARMAMENTI – DIREZIONE DEI LAVORI E DEL DEMANIO – 1° REPARTO – UFFICIO BASI BLU

PROGRAMMA "BASI BLU" - ADEGUAMENTO E AMMODERNAMENTO DELLE CAPACITÀ DI SUPPORTO LOGISTICO DELLE BASI DELLA M.M.I. – STAZIONE NAVALE IN MAR GRANDE DI TARANTO – INTERVENTO "C"

INTEGRAZIONE, AGGIORNAMENTO E COORDINAMENTO DELLO STUDIO DI FATTIBILITÀ, ELABORATO DALL'A.D., PER LA "REALIZZAZIONE DI UN NUOVO PONTILE CHIAPPARO" – CIG 9620109D13 – CUP D52F23000000001

Documento di Fattibilità delle Alternative Progettuali (DOCFAP) (Articolo 2 Allegato I.7 D.Lgs. n. 36/2023)

RELAZIONE TECNICO-ILLUSTRATIVA

6	Sovrapprezzo ai pali trivellati di grande diametro: per impiego di tubo forma infisso con morse, per metro di palo fino alla profondità di 20 metri: per diametro pari a 1.500 mm	m	14 040,00	50,24	705 369,60
7	Sovrapprezzo ai pali trivellati di grande diametro: per palo di profondità superiore a 20 m fino a 30 m, per ogni metro, esclusa la fornitura del cls: per diametro pari a 1.500 mm	m	4 440,00	41,49	184 215,60
8	Scavo a vuoto per l'esecuzione del palo trivellato misurato dalla quota del piano effettivo di lavoro (piano di campagna) alla quota di sommità del palo effettivamente gettato: per diametro pari a 1.500 mm	m	7 200,00	72,12	519 264,00
9	Conglomerato cementizio preconfezionato a resistenza caratteristica e classe di esposizione XC1-XC2, dimensione massima degli inerti pari a 31,5 mm, classe di lavorabilità (slump) S4 (fluida), rapporto A/C <= 0,60, gettato in opera, per operazioni di media-grande entità, secondo le prescrizioni tecniche previste, compresa la fornitura del materiale in cantiere, il suo spargimento, la vibrazione e quant'altro necessario per dare un'opera realizzata a perfetta regola d'arte, esclusi i soli ponteggi, casseforme e acciaio di armatura: pile di viadotti del tipo pieno: C 35/45 (Rck 45 N/mm ²)	mc	12 928,95	239,15	3 091 958,39
10	Sovrapprezzo ai getti di conglomerato cementizio preconfezionato a resistenza caratteristica per cambiamento della classe di esposizione rispetto alle classi XC1-XC2-XC3-XC4, valutato in percentuale per mc di getto: per passaggio a classe di esposizione XS3 (Percentuale del 4%)	mc	12 928,95	9,57	123 678,34
11	Controcamicia in lamierino a perdere, in opera	kg	6 833 779,47	1,17	7 995 521,98
12	Pontone semovente da 147-296 kW, della portata di 200-300 t, con escavatore a bordo munito di benna mordente, compreso equipaggio, carburante e lubrificante, per ogni ora di effettivo esercizio	h	11 520,00	341,33	3 932 121,60
13	Gabbia di armatura costituita da barre di acciaio ad aderenza migliorata B450C, fornite, lavorate e poste in opera compresa la saldatura degli stessi e l'eventuale legatura con filo di ferro cotto	kg	6 752 727,00	2,24	15 126 108,48
14	Zincatura di opere in ferro con trattamento a fuoco mediante immersione in vasche contenenti zinco fuso alla temperatura di circa 500 °C previo decappaggio, sciacquaggio e quanto altro necessario per ottenere un prodotto finito: strutture di peso inferiore a 80 kg	kg	337 636,35	0,76	256 603,63

MINISTERO DELLA DIFESA – SEGRETARIATO GENERALE DELLA DIFESA E DIREZIONE NAZIONALE DEGLI ARMAMENTI – DIREZIONE DEI LAVORI E DEL DEMANIO – 1° REPARTO – UFFICIO BASI BLU

PROGRAMMA "BASI BLU" - ADEGUAMENTO E AMMODERNAMENTO DELLE CAPACITÀ DI SUPPORTO LOGISTICO DELLE BASI DELLA M.M.I. – STAZIONE NAVALE IN MAR GRANDE DI TARANTO – INTERVENTO "C"

INTEGRAZIONE, AGGIORNAMENTO E COORDINAMENTO DELLO STUDIO DI FATTIBILITÀ, ELABORATO DALL'A.D., PER LA "REALIZZAZIONE DI UN NUOVO PONTILE CHIAPPARO" – CIG 9620109D13 – CUP D52F23000000001

Documento di Fattibilità delle Alternative Progettuali (DOCFAP) (Articolo 2 Allegato I.7 D.Lgs. n. 36/2023)

RELAZIONE TECNICO-ILLUSTRATIVA

15	PULVINI	Conglomerato cementizio preconfezionato a resistenza caratteristica e classe di esposizione XC1-XC2, dimensione massima degli inerti pari a 31,5 mm, classe di lavorabilità (slump) S4 (fluida), rapporto A/C <= 0,60, gettato in opera, per operazioni di media-grande entità, secondo le prescrizioni tecniche previste, compresa la fornitura del materiale in cantiere, il suo spargimento, la vibrazione e quant'altro necessario per dare un'opera realizzata a perfetta regola d'arte, esclusi i soli ponteggi, casseforme e acciaio di armatura: pulvini di viadotti: C 35/45 (Rck 45 N/mm ²). Per pali sopra fondale.	mc	1 105,92	232,27	256 872,04
16		Sovrapprezzo ai getti di conglomerato cementizio preconfezionato a resistenza caratteristica per cambiamento della classe di esposizione rispetto alle classi XC1-XC2-XC3-XC4, valutato in percentuale per mc di getto: per passaggio a classe di esposizione XS3 (Percentuale del 4%)	mc	1 105,92	9,29	10 274,88
17		Casseforme rette o centinate per getti di conglomerati cementizi semplici o armati compreso armo, disarmante, disarmo, opere di puntellatura e sostegno fino ad un'altezza di 4 m dal piano di appoggio; eseguite a regola d'arte e misurate secondo la superficie effettiva delle casseforme a contatto con il calcestruzzo: per plinti di fondazione	mq	1 843,20	39,99	73 709,57
18		Trasporto via terra di massi artificiali dal cantiere massi, compreso l'onere per sollevamento, carico e scarico, nel sito definitivo previsto in progetto e ritorno a vuoto. Per ogni mc di masso e per ogni km di distanza	mc	1 105,92	5,76	6 370,10
19		Trasporto via mare di massi artificiali, effettuato sino ad una distanza di 20 miglia dal cantiere massi o dal porto più vicino, compresi tutti gli oneri che vanno dal sollevamento e carico a bordo del natante nel porto di costruzione, sino allo scarico e collocazione nel sito definitivo previsto in progetto. Per ogni mc di masso artificiale e per ogni miglio di distanza	mc	1 105,92	9,53	10 539,42
20		Collocazione in opera di massi artificiali in conglomerato cementizio di volume non superiore a 10 mc, per qualunque destinazione d'impiego, compreso l'onere dell'utilizzo dei necessari mezzi terrestri e marittimi fino alla profondità di 12 m sotto il livello medio del mare, secondo sagoma o allineamento di progetto con pontone a bigo o altro mezzo d'opera idoneo e con l'ausilio del palombaro, compreso ogni altro onere per dare il lavoro finito a perfetta regola d'arte: per massi guardiani o massi parallelepipedi o prismatici collocati a pile	mc	1 105,92	38,71	42 810,16
21		Acciaio in barre per armature di conglomerato cementizio prelavorato e pretrattato a misura, sagomato e posto in opera a regola d'arte, compreso ogni sfrido, legature, ecc.; nonché tutti gli oneri relativi ai controlli di legge; del tipo B450C prodotto da azienda in possesso di attestato di qualificazione rilasciato dal Servizio Tecnico Centrale della Presidenza del Consiglio Superiore dei LL.PP.	kg	165 888,00	2,33	386 519,04

MINISTERO DELLA DIFESA – SEGRETARIATO GENERALE DELLA DIFESA E DIREZIONE NAZIONALE DEGLI ARMAMENTI – DIREZIONE DEI LAVORI E DEL DEMANIO – 1° REPARTO – UFFICIO BASI BLU

PROGRAMMA "BASI BLU" - ADEGUAMENTO E AMMODERNAMENTO DELLE CAPACITÀ DI SUPPORTO LOGISTICO DELLE BASI DELLA M.M.I. – STAZIONE NAVALE IN MAR GRANDE DI TARANTO – INTERVENTO "C"

INTEGRAZIONE, AGGIORNAMENTO E COORDINAMENTO DELLO STUDIO DI FATTIBILITÀ, ELABORATO DALL'A.D., PER LA "REALIZZAZIONE DI UN NUOVO PONTILE CHIAPPARO" – CIG 9620109D13 – CUP D52F23000000001

Documento di Fattibilità delle Alternative Progettuali (DOCFAP) (Articolo 2 Allegato I.7 D.Lgs. n. 36/2023)

RELAZIONE TECNICO-ILLUSTRATIVA

22		Zincatura di opere in ferro con trattamento a fuoco mediante immersione in vasche contenenti zinco fuso alla temperatura di circa 500 °C previo decappaggio, sciacquaggio e quanto altro necessario per ottenere un prodotto finito: strutture di peso inferiore a 80 kg	kg	165 888,00	0,76	126 074,88
23		Conglomerato cementizio preconfezionato a resistenza caratteristica e classe di esposizione XC1-XC2, dimensione massima degli inerti pari a 31,5 mm, classe di lavorabilità (slump) S4 (fluida), rapporto A/C ≤ 0,60, gettato in opera, per operazioni di media-grande entità, secondo le prescrizioni tecniche previste, compresa la fornitura del materiale in cantiere, il suo spargimento, la vibrazione e quant'altro necessario per dare un'opera realizzata a perfetta regola d'arte, esclusi i soli ponteggi, casseforme e acciaio di armatura: per travi, cordoli e piattabande: C35/45 (Rck 45 N/mm ²)	mc	5 554,50	219,72	1 220 434,83
24		Sovrapprezzo ai getti di conglomerato cementizio preconfezionato a resistenza caratteristica per cambiamento della classe di esposizione rispetto alle classi XC1-XC2-XC3-XC4, valutato in percentuale per mc di getto: per passaggio a classe di esposizione XS3 (Percentuale del 4%)	mc	5 554,50	8,79	48 817,39
25	TRAVI PREFABBRICATE	Casseforme rette o centinate per getti di conglomerati cementizi semplici o armati compreso armo, disarmante, disarmo, opere di puntellatura e sostegno fino ad un'altezza di 4 m dal piano di appoggio; eseguite a regola d'arte e misurate secondo la superficie effettiva delle casseforme a contatto con il calcestruzzo: per fondazioni rettilinee continue (travi rovesce, murature di sotterraneo)	mq	7 935,00	37,52	297 721,22
26		Trasporto via terra di massi artificiali dal cantiere massi, compreso l'onere per sollevamento, carico e scarico, nel sito definitivo previsto in progetto e ritorno a vuoto. Per ogni mc di masso e per ogni km di distanza	mc	5 554,50	5,76	31 993,92
27		Trasporto via mare di massi artificiali, effettuato sino ad una distanza di 20 miglia dal cantiere massi o dal porto più vicino, compresi tutti gli oneri che vanno dal sollevamento e carico a bordo del natante nel porto di costruzione, sino allo scarico e collocazione nel sito definitivo previsto in progetto. Per ogni mc di masso artificiale e per ogni miglio di distanza	mc	5 554,50	9,53	52 934,39
28		Collocazione in opera di massi artificiali in conglomerato cementizio di volume non superiore a 10 mc, per qualunque destinazione d'impiego, compreso l'onere dell'utilizzo dei necessari mezzi terrestri e marittimi fino alla profondità di 12 m sotto il livello medio del mare, secondo sagoma o allineamento di progetto con pontone a bigo o altro mezzo d'opera idoneo e con l'ausilio del palombaro, compreso ogni altro onere per dare il lavoro finito a perfetta regola d'arte: per massi guardiani o massi parallelepipedi o prismatici collocati a pile	mc	5 554,50	38,71	215 014,71

MINISTERO DELLA DIFESA – SEGRETARIATO GENERALE DELLA DIFESA E DIREZIONE NAZIONALE DEGLI ARMAMENTI – DIREZIONE DEI LAVORI E DEL DEMANIO – 1° REPARTO – UFFICIO BASI BLU

PROGRAMMA "BASI BLU" - ADEGUAMENTO E AMMODERNAMENTO DELLE CAPACITÀ DI SUPPORTO LOGISTICO DELLE BASI DELLA M.M.I. – STAZIONE NAVALE IN MAR GRANDE DI TARANTO – INTERVENTO "C"

INTEGRAZIONE, AGGIORNAMENTO E COORDINAMENTO DELLO STUDIO DI FATTIBILITÀ, ELABORATO DALL'A.D., PER LA "REALIZZAZIONE DI UN NUOVO PONTILE CHIAPPARO" – CIG 9620109D13 – CUP D52F23000000001

Documento di Fattibilità delle Alternative Progettuali (DOCFAP) (Articolo 2 Allegato I.7 D.Lgs. n. 36/2023)

RELAZIONE TECNICO-ILLUSTRATIVA

29	PREDALES	Acciaio in barre per armature di conglomerato cementizio prelaborato e pretagliato a misura, sagomato e posto in opera a regola d'arte, compreso ogni sfrido, legature, ecc.; nonché tutti gli oneri relativi ai controlli di legge; del tipo B450C prodotto da azienda in possesso di attestato di qualificazione rilasciato dal Servizio Tecnico Centrale della Presidenza del Consiglio Superiore dei LL.PP.	kg	1 166 445,09	2,33	2 717 817,05
30		Zincatura di opere in ferro con trattamento a fuoco mediante immersione in vasche contenenti zinco fuso alla temperatura di circa 500 °C previo decappaggio, sciacquaggio e quanto altro necessario per ottenere un prodotto finito: strutture di peso inferiore a 80 kg	kg	1 166 445,09	0,76	886 498,26
31		Conglomerato cementizio preconfezionato a resistenza caratteristica e classe di esposizione XC1-XC2, dimensione massima degli inerti pari a 31,5 mm, classe di lavorabilità (slump) S4 (fluida), rapporto A/C ≤ 0,60, gettato in opera, per operazioni di media-grande entità, secondo le prescrizioni tecniche previste, compresa la fornitura del materiale in cantiere, il suo spargimento, la vibrazione e quant'altro necessario per dare un'opera realizzata a perfetta regola d'arte, esclusi i soli ponteggi, casseforme e acciaio di armatura: pulvini di viadotti: C 35/45 (Rck 45 N/mm ²)	mc	2 892,00	213,94	618 714,48
32		Sovrapprezzo ai getti di conglomerato cementizio preconfezionato a resistenza caratteristica per cambiamento della classe di esposizione rispetto alle classi XC1-XC2-XC3-XC4, valutato in percentuale per mc di getto: per passaggio a classe di esposizione XS3 (Percentuale del 4%)	mc	2 892,00	8,56	24 748,58
33		Casseforme rette o centinate per getti di conglomerati cementizi semplici o armati compreso armo, disarmante, disarmo, opere di puntellatura e sostegno fino ad un'altezza di 4 m dal piano di appoggio; eseguite a regola d'arte e misurate secondo la superficie effettiva delle casseforme a contatto con il calcestruzzo: per plinti di fondazione	m ²	3 856,00	37,52	144 677,12
34		Trasporto via terra di massi artificiali dal cantiere massi, compreso l'onere per sollevamento, carico e scarico, nel sito definitivo previsto in progetto e ritorno a vuoto. Per ogni mc di massa e per ogni km di distanza	mc	2 892,00	5,76	16 657,92
35		Trasporto via mare di massi artificiali, effettuato sino ad una distanza di 20 miglia dal cantiere massi o dal porto più vicino, compresi tutti gli oneri che vanno dal sollevamento e carico a bordo del natante nel porto di costruzione, sino allo scarico e collocazione nel sito definitivo previsto in progetto. Per ogni mc di massa artificiale e per ogni miglio di distanza	mc	2 892,00	9,53	27 560,76

MINISTERO DELLA DIFESA – SEGRETARIATO GENERALE DELLA DIFESA E DIREZIONE NAZIONALE DEGLI ARMAMENTI – DIREZIONE DEI LAVORI E DEL DEMANIO – 1° REPARTO – UFFICIO BASI BLU

PROGRAMMA "BASI BLU" - ADEGUAMENTO E AMMODERNAMENTO DELLE CAPACITÀ DI SUPPORTO LOGISTICO DELLE BASI DELLA M.M.I. – STAZIONE NAVALE IN MAR GRANDE DI TARANTO – INTERVENTO "C"

INTEGRAZIONE, AGGIORNAMENTO E COORDINAMENTO DELLO STUDIO DI FATTIBILITÀ, ELABORATO DALL'A.D., PER LA "REALIZZAZIONE DI UN NUOVO PONTILE CHIAPPARO" – CIG 9620109D13 – CUP D52F23000000001

Documento di Fattibilità delle Alternative Progettuali (DOCFAP) (Articolo 2 Allegato I.7 D.Lgs. n. 36/2023)

RELAZIONE TECNICO-ILLUSTRATIVA

36		Collocazione in opera di massi artificiali in conglomerato cementizio di volume non superiore a 10 mc, per qualunque destinazione d'impiego, compreso l'onere dell'utilizzo dei necessari mezzi terrestri e marittimi fino alla profondità di 12 m sotto il livello medio del mare, secondo sagoma o allineamento di progetto con pontone a bigo o altro mezzo d'opera idoneo e con l'ausilio del palombaro, compreso ogni altro onere per dare il lavoro finito a perfetta regola d'arte: per massi guardiani o massi parallelepipedi o prismatici collocati a pile	mc	2 892,00	38,71	111 949,32
37		Acciaio in barre per armature di conglomerato cementizio prelaborato e pretagliato a misura, sagomato e posto in opera a regola d'arte, compreso ogni sfrido, legature, ecc.; nonché tutti gli oneri relativi ai controlli di legge; del tipo B450C prodotto da azienda in possesso di attestato di qualificazione rilasciato dal Servizio Tecnico Centrale della Presidenza del Consiglio Superiore dei LL.PP.	kg	433 800,00	2,33	1 010 754,00
38		Zincatura di opere in ferro con trattamento a fuoco mediante immersione in vasche contenenti zinco fuso alla temperatura di circa 500 °C previo decappaggio, sciacquaggio e quanto altro necessario per ottenere un prodotto finito: strutture di peso inferiore a 80 kg	kg	433 800,00	0,76	329 688,00
39	SOLETTA E COMPLETAMENTO TRAVI IN OPERA	Conglomerato cementizio preconfezionato a resistenza caratteristica e classe di esposizione XC1-XC2, dimensione massima degli inerti pari a 31,5 mm, classe di lavorabilità (slump) S4 (fluida), rapporto A/C ≤ 0,60, gettato in opera, per operazioni di media-grande entità, secondo le prescrizioni tecniche previste, compresa la fornitura del materiale in cantiere, il suo spargimento, la vibrazione e quant'altro necessario per dare un'opera realizzata a perfetta regola d'arte, esclusi i soli ponteggi, casseforme e acciaio di armatura: pulvini di viadotti: C 35/45 (Rck 45 N/mm ²)	mc	5 061,00	213,94	1 082 750,34
40		Sovrapprezzo ai getti di conglomerato cementizio preconfezionato a resistenza caratteristica per cambiamento della classe di esposizione rispetto alle classi XC1-XC2-XC3-XC4, valutato in percentuale per mc di getto: per passaggio a classe di esposizione XS3 (Percentuale del 4%)	mc	5 061,00	8,56	43 310,01
41		Sovrapprezzo per utilizzo di pompa per conglomerato cementizio: per ogni mc pompato, con braccio da 37 a 42 m	mc	5 061,00	15,12	
42		Casseforme rette o centinate per getti di conglomerati cementizi semplici o armati compreso armo, disarmante, disarmo, opere di puntellatura e sostegno fino ad un'altezza di 4 m dal piano di appoggio; eseguite a regola d'arte e misurate secondo la superficie effettiva delle casseforme a contatto con il calcestruzzo: per plinti di fondazione	mq	549,50	37,52	20 617,24

MINISTERO DELLA DIFESA – SEGRETARIATO GENERALE DELLA DIFESA E DIREZIONE NAZIONALE DEGLI ARMAMENTI – DIREZIONE DEI LAVORI E DEL DEMANIO – 1° REPARTO – UFFICIO BASI BLU

PROGRAMMA "BASI BLU" - ADEGUAMENTO E AMMODERNAMENTO DELLE CAPACITÀ DI SUPPORTO LOGISTICO DELLE BASI DELLA M.M.I. – STAZIONE NAVALE IN MAR GRANDE DI TARANTO – INTERVENTO "C"

INTEGRAZIONE, AGGIORNAMENTO E COORDINAMENTO DELLO STUDIO DI FATTIBILITÀ, ELABORATO DALL'A.D., PER LA "REALIZZAZIONE DI UN NUOVO PONTILE CHIAPPARO" – CIG 9620109D13 – CUP D52F23000000001

Documento di Fattibilità delle Alternative Progettuali (DOCFAP) (Articolo 2 Allegato I.7 D.Lgs. n. 36/2023)

RELAZIONE TECNICO-ILLUSTRATIVA

43		Acciaio in barre per armature di conglomerato cementizio prelaborato e pretagliato a misura, sagomato e posto in opera a regola d'arte, compreso ogni sfrido, legature, ecc.; nonché tutti gli oneri relativi ai controlli di legge; del tipo B450C prodotto da azienda in possesso di attestato di qualificazione rilasciato dal Servizio Tecnico Centrale della Presidenza del Consiglio Superiore dei LL.PP.	kg	910 980,00	2,33	2 122 583,40
44		Zincatura di opere in ferro con trattamento a fuoco mediante immersione in vasche contenenti zinco fuso alla temperatura di circa 500 °C previo decappaggio, sciacquaggio e quanto altro necessario per ottenere un prodotto finito: strutture di peso inferiore a 80 kg	kg	910 980,00	0,76	692 344,80
45	PACCHETTO PAVIMENTAZIONE	Conglomerato cementizio strutturale, alleggerito con argilla espansa, preconfezionato da centrale di betonaggio, eseguito secondo le prescrizioni tecniche previste, compresa la fornitura del materiale in cantiere, lo spargimento e quant'altro necessario per dare un'opera eseguita a perfetta regola d'arte, esclusi i soli ponteggi, le casseforme e l'acciaio di armatura: LC28 (Rck 28 N/mm ²), massa volumica 1.600 ÷ 1.800 kg/mc	mc	6 576,00	271,05	1 782 424,80
46		Massetto delle pendenze per coperture piane realizzato con impasto di cemento 32.5 e sabbia di cava, ottenuto con kg 300 di cemento tipo 32.5 per mc 1,0 di sabbia, per una resistenza a compressione minima di 150 kg/cm ² , compresa la formazione di poste e fasce per pendenza variabile tra 1% e 2%, e spessore minimo di 4 cm	mc	1 012,20	235,52	238 393,34
47		Pavimento industriale in calcestruzzo C 25/30 (Rck 30 N/mm ²) fibrorinforzato con l'aggiunta di fibre sintetiche strutturali e additivo superfluidificante, esclusi la realizzazione di massetto di sottofondo di almeno 30 cm perfettamente livellato, posa di barriera vapore in polietilene e armatura integrativa, dei seguenti spessori: 20 cm, traffico pesante	mq	10 960,00	48,52	531 779,20
48		Rete elettrosaldata in acciaio per armatura pavimentazioni, fornita e posta in opera con sovrapposizione dei bordi pari a circa 40 volte il diametro dei ferri	kg	69 705,60	2,39	166 596,38
49		Pavimento industriale di dimensioni non inferiori a 400 mq ad alta resistenza meccanica con malta sintetica epossidica, con cariche quarzifere, posto su massetto esistente e meccanicamente solido, frattazzato e lisciato, spessore pari a 7 mm circa, con caratteristiche di resistenza all'usura, alla compressione, agli olii, agli acidi ed all'umidità.	mq	14 460,00	41,22	596 041,20
50		Giunti carrabili sismici	m	220	617,26	135 797,20
51	IMPIANTI	Sistema di smaltimento acque meteoriche, comprensivo di canalette di drenaggio, pozzetti di ispezione e vasche di trattamento delle acque.	corpo	1	350 000,00	350 000,00
52		Impianti elettrici e meccanici	corpo	1	8 700 000,00	8 700 000,00

MINISTERO DELLA DIFESA – SEGRETARIATO GENERALE DELLA DIFESA E DIREZIONE NAZIONALE DEGLI ARMAMENTI – DIREZIONE DEI LAVORI E DEL DEMANIO – 1° REPARTO – UFFICIO BASI BLU

PROGRAMMA "BASI BLU" - ADEGUAMENTO E AMMODERNAMENTO DELLE CAPACITÀ DI SUPPORTO LOGISTICO DELLE BASI DELLA M.M.I. – STAZIONE NAVALE IN MAR GRANDE DI TARANTO – INTERVENTO "C"

INTEGRAZIONE, AGGIORNAMENTO E COORDINAMENTO DELLO STUDIO DI FATTIBILITÀ, ELABORATO DALL'A.D., PER LA "REALIZZAZIONE DI UN NUOVO PONTILE CHIAPPARO" – CIG 9620109D13 – CUP D52F23000000001

Documento di Fattibilità delle Alternative Progettuali (DOCFAP) (Articolo 2 Allegato I.7 D.Lgs. n. 36/2023)

RELAZIONE TECNICO-ILLUSTRATIVA

53	ACCESSORI	Bitta d'ormeggio in ghisa sferoidale, conforme alla norma UNI EN 1563, in opera con idonei tiranti di ancoraggio adeguati al tiro, compreso conglomerato cementizio per il plinto di fondazione e per l'alloggiamento nella sovrastruttura, escluso il ripristino della pavimentazione e dell'orlatura di banchina, la sabbiatura e la verniciatura: tiro da 100 a 120 t	cad	26,00	5 814,47	151 176,22
54		Bitta d'ormeggio in ghisa sferoidale, conforme alla norma UNI EN 1563, in opera con idonei tiranti di ancoraggio adeguati al tiro, compreso conglomerato cementizio per il plinto di fondazione e per l'alloggiamento nella sovrastruttura, escluso il ripristino della pavimentazione e dell'orlatura di banchina, la sabbiatura e la verniciatura: tiro da 20 a 50 t	cad	29,00	2 795,02	81 055,58
55		Fornitura e posa in opera di paraspigoli antinfortunistici di bordo banchina, con tacche antisdrucchiolo segnalatrici di limite o con cordolo, con o senza catarifrangente secondo le prescrizioni del Ministero della Marina Mercantile, posti in opera con tasselli di tenuta o zanche incorporate di qualunque tipo, spessore e dimensioni, idonee secondo la Direzione dei Lavori, il tutto in ghisa sferoidale UNI 4544 anticorrosione. Compreso eventuali tagli, pezzi speciali per angoli, sfridi e quanto altro necessario.	kg	33 750,00	4,16	140 400,00
56		Fornitura e posa in opera di acciaio tondo, quadro, profilato, etc., debitamente lavorato forgiato, per tiranti di bitte, anelli d'ormeggio, scalette, bordonali, etc., in opera compreso la dipintura a tre passate di cui due al minio di piombo ed una a vernice antiruggine colorata, incluso filettature, bullonature, saldature ed ogni onere e magistero occorrente per dare il lavoro finito a perfetta regola d'arte. Per anelli di ormeggio	kg	2 200,00	4,53	9 966,00
57		Fornitura e posa in opera di scalette alla marinara in ghisa sferoidale in fusione monoblocco, modulari, senza alcuna saldatura corrodibile, installabile con zanche in acciaio inox, gradini antisdrucchiolo, griglie di scolo e aggrappo con fori predisposti per l'installazione di balaustre di protezione e di comodo, compreso tutto quanto occorre per dare la fornitura in opera a perfetta regola d'arte e secondo le indicazioni che saranno fornite dalla Direzione dei Lavori.	kg	5 200,00	4,52	23 504,00
58		Parabordi esterni 2000*1200*2000	cad	52	39 900,00	2 074 800,00
59	Parabordi interni 1000*500*1000	cad	58,0	7 137,03	413 947,74	
60	PONTILE FREGATE	Prolungamento pontile Fregate (struttura a giorno su pali)	mq	710,4	5 000,00	3 552 000,00
TOTALE NUOVO PONTILE CHIAPPARO CON STRUTTURA AD IMPALCATO "A GIORNO" SU PALI. Nell'ipotesi di materiale di dragaggio "non inquinato"						77 283 754,19

STIMA SOMMARIA DELLA SPESA - STRUTTURA CON IMPALCATO "A GIORNO" SU PALI						
Ipotesi 3: materiale di dragaggio "inquinato" (trasporto a discarica della parte non collocabile all'interno delle opere)						
Lavoro			u.m.	Quantità	Prezzo unitario (€)	Costo (€)
1	DRAGAGGIO	Dragaggio di tipo ambientale effettuato con idonee attrezzature, di materie sciolte costituito da sabbia, argilla, ghiaia, rottami di muratura, calcestruzzi e pietrame, del volume di ogni pezzo fino a mc 0,20, in qualsiasi proporzione, eseguito a sezione ampia o ristretta o entro casseri, secondo le direttive impartite dalla D.L., fino alla profondità di progetto. Con benna mordente bivalve ermetica montata su galleggiante o qualunque altro mezzo idoneo, compreso ogni onere per il carico, il trasporto e il trasferimento in idonee vasche di raccolta. Incluso altresì l'impiego di panne anti torbidità di contenimento galleggianti con gonne impermeabili di PVC ancorate al fondale marino necessarie per circoscrivere l'intera area ed evitare la dispersione del materiale messo in sospensione durante l'escavo.	mc	127 500,00	20,31	2 589 525,00
2		Movimentazione nell'area di cantiere di materiali di qualsiasi natura e consistenza con uso di mezzi meccanici, per carico su mezzo terrestre per il successivo trasporto in discarica o il carico su mezzo marittimo per la successiva immersione nel corpo idrico di provenienza o il riutilizzo degli stessi nell'ambito della realizzazione delle opere previste in progetto.	mc	127 500,00	3,95	503 625,00
3		Trasporto con qualunque mezzo a discarica autorizzata di materiale di risulta di qualunque natura e specie purché esente da amianto, anche se bagnato, fino ad una distanza di km 10, compreso il carico e lo scarico, lo spianamento e l'eventuale configurazione del materiale scaricato, con esclusione degli oneri di conferimento a discarica.	mc	127 500,00	12,5	1 593 750,00
4		Maggior onere per il trasporto a discarica dei materiali di risulta per ogni km in più oltre i 10 previsti. Ulteriori 10 km	mc*km	1 275 000,00	1,5	1 912 500,00
5		Compenso alle discariche autorizzate e realizzate secondo il DLgs 13 gennaio 2003, n. 36, per conferimento di materiale di risulta proveniente da scavi o demolizioni, escluso il costo relativo alla caratterizzazione del rifiuto: rifiuti non ammissibili in discarica per rifiuti inerti (art. 5 DM 27 settembre 2010) ma ammissibili in discarica per rifiuti non pericolosi (art. 6 e 7 DM 27 settembre 2010)	t	258 906,86	100	25 890 685,50

MINISTERO DELLA DIFESA – SEGRETARIATO GENERALE DELLA DIFESA E DIREZIONE NAZIONALE DEGLI ARMAMENTI – DIREZIONE DEI LAVORI E DEL DEMANIO – 1° REPARTO – UFFICIO BASI BLU

PROGRAMMA "BASI BLU" - ADEGUAMENTO E AMMODERNAMENTO DELLE CAPACITÀ DI SUPPORTO LOGISTICO DELLE BASI DELLA M.M.I. – STAZIONE NAVALE IN MAR GRANDE DI TARANTO – INTERVENTO "C"

INTEGRAZIONE, AGGIORNAMENTO E COORDINAMENTO DELLO STUDIO DI FATTIBILITÀ, ELABORATO DALL'A.D., PER LA "REALIZZAZIONE DI UN NUOVO PONTILE CHIAPPARO" – CIG 9620109D13 – CUP D52F23000000001

Documento di Fattibilità delle Alternative Progettuali (DOCFAP) (Articolo 2 Allegato I.7 D.Lgs. n. 36/2023)

RELAZIONE TECNICO-ILLUSTRATIVA

6	PALI	Palo trivellato di grande diametro eseguito con fusto in calcestruzzo armato C25/30 (Rck 30 N/mm ²), compresa la formazione del foro, la scapitozzatura delle teste, l'onere di eventuali sovrappessori di scavo e di calcestruzzo sia alla base che lungo il fusto del palo, le prove di carico, il carico e il trasporto a distanza fino a 5.000 m del materiale di risulta (esclusi gli oneri di scarica), ed ogni eventuale altro onere per dare il palo completo in ogni sua parte con la sola esclusione dell'acciaio di armatura e la fornitura di eventuale controcamicia in lamierino, per ogni metro di palo fino alla profondità di 20 m: in terreni autosostenenti con resistenza alla compressione inferiore a 6 N/mm ² : per diametro pari a 1.500 mm	m	14 040,00	383,00	5 377 320,00
7		Sovrapprezzo ai pali trivellati di grande diametro: per esecuzione di palo trivellato in alveo con battente idrico fino a 1,5 m (Percentuale del 30%)	m	14 040,00	114,90	1 613 196,00
8		Sovrapprezzo per incremento classe di resistenza del calcestruzzo da C25/30 a C35/45. Ricavato come differenza tra le voci del prezzo Puglia 2023 E.04.11d e E.04.11a	mc	24 798,15	29,69	736 257,07
9		Sovrapprezzo ai pali trivellati di grande diametro: per impiego di tubo forma infisso con morse, per metro di palo fino alla profondità di 20 metri: per diametro pari a 1.500 mm	m	14 040,00	50,24	705 369,60
10		Sovrapprezzo ai pali trivellati di grande diametro: per palo di profondità superiore a 20 m fino a 30 m, per ogni metro, esclusa la fornitura del cls: per diametro pari a 1.500 mm	m	4 440,00	41,49	184 215,60
11		Scavo a vuoto per l'esecuzione del palo trivellato misurato dalla quota del piano effettivo di lavoro (piano di campagna) alla quota di sommità del palo effettivamente gettato: per diametro pari a 1.500 mm	m	7 200,00	72,12	519 264,00
12		Conglomerato cementizio preconfezionato a resistenza caratteristica e classe di esposizione XC1-XC2, dimensione massima degli inerti pari a 31,5 mm, classe di lavorabilità (slump) S4 (fluida), rapporto A/C ≤ 0,60, gettato in opera, per operazioni di media-grande entità, secondo le prescrizioni tecniche previste, compresa la fornitura del materiale in cantiere, il suo spargimento, la vibrazione e quant'altro necessario per dare un'opera realizzata a perfetta regola d'arte, esclusi i soli ponteggi, casseforme e acciaio di armatura: pile di viadotti del tipo pieno: C 35/45 (Rck 45 N/mm ²)	mc	12 928,95	239,15	3 091 958,39
13		Sovrapprezzo ai getti di conglomerato cementizio preconfezionato a resistenza caratteristica per cambiamento della classe di esposizione rispetto alle classi XC1-XC2-XC3-XC4, valutato in percentuale per mc di getto: per passaggio a classe di esposizione XS3 (Percentuale del 4%)	mc	12 928,95	9,57	123 678,34
14		Controcamicia in lamierino a perdere, in opera	kg	6 833 779,47	1,17	7 995 521,98
15		Pontone semovente da 147-296 kW, della portata di 200-300 t, con escavatore a bordo munito di benna mordente, compreso equipaggio, carburante e lubrificante, per ogni ora di effettivo esercizio	h	11 520,00	341,33	3 932 121,60

MINISTERO DELLA DIFESA – SEGRETARIATO GENERALE DELLA DIFESA E DIREZIONE NAZIONALE DEGLI ARMAMENTI – DIREZIONE DEI LAVORI E DEL DEMANIO – 1° REPARTO – UFFICIO BASI BLU

PROGRAMMA "BASI BLU" - ADEGUAMENTO E AMMODERNAMENTO DELLE CAPACITÀ DI SUPPORTO LOGISTICO DELLE BASI DELLA M.M.I. – STAZIONE NAVALE IN MAR GRANDE DI TARANTO – INTERVENTO "C"

INTEGRAZIONE, AGGIORNAMENTO E COORDINAMENTO DELLO STUDIO DI FATTIBILITÀ, ELABORATO DALL'A.D., PER LA "REALIZZAZIONE DI UN NUOVO PONTILE CHIAPPARO" – CIG 9620109D13 – CUP D52F23000000001

Documento di Fattibilità delle Alternative Progettuali (DOCFAP) (Articolo 2 Allegato I.7 D.Lgs. n. 36/2023)

RELAZIONE TECNICO-ILLUSTRATIVA

16	PULVINI	Gabbia di armatura costituita da barre di acciaio ad aderenza migliorata B450C, fornite, lavorate e poste in opera compresa la saldatura degli stessi e l'eventuale legatura con filo di ferro cotto	kg	6 752 727,00	2,24	15 126 108,48
17		Zincatura di opere in ferro con trattamento a fuoco mediante immersione in vasche contenenti zinco fuso alla temperatura di circa 500 °C previo decappaggio, sciacquaggio e quanto altro necessario per ottenere un prodotto finito: strutture di peso inferiore a 80 kg	kg	337 636,35	0,76	256 603,63
18		Conglomerato cementizio preconfezionato a resistenza caratteristica e classe di esposizione XC1-XC2, dimensione massima degli inerti pari a 31,5 mm, classe di lavorabilità (slump) S4 (fluida), rapporto A/C ≤ 0,60, gettato in opera, per operazioni di media-grande entità, secondo le prescrizioni tecniche previste, compresa la fornitura del materiale in cantiere, il suo spargimento, la vibrazione e quant'altro necessario per dare un'opera realizzata a perfetta regola d'arte, esclusi i soli ponteggi, casseforme e acciaio di armatura: pulvini di viadotti: C 35/45 (Rck 45 N/mm ²). Per pali sopra fondale.	mc	1 105,92	232,27	256 872,04
19		Sovrapprezzo ai getti di conglomerato cementizio preconfezionato a resistenza caratteristica per cambiamento della classe di esposizione rispetto alle classi XC1-XC2-XC3-XC4, valutato in percentuale per mc di getto: per passaggio a classe di esposizione XS3 (Percentuale del 4%)	mc	1 105,92	9,29	10 274,88
20		Casseforme rette o centinate per getti di conglomerati cementizi semplici o armati compreso armo, disarmante, disarmo, opere di puntellatura e sostegno fino ad un'altezza di 4 m dal piano di appoggio; eseguite a regola d'arte e misurate secondo la superficie effettiva delle casseforme a contatto con il calcestruzzo: per plinti di fondazione	mq	1 843,20	39,99	73 709,57
21		Trasporto via terra di massi artificiali dal cantiere massi, compreso l'onere per sollevamento, carico e scarico, nel sito definitivo previsto in progetto e ritorno a vuoto. Per ogni mc di massa e per ogni km di distanza	mc	1 105,92	5,76	6 370,10
22		Trasporto via mare di massi artificiali, effettuato sino ad una distanza di 20 miglia dal cantiere massi o dal porto più vicino, compresi tutti gli oneri che vanno dal sollevamento e carico a bordo del natante nel porto di costruzione, sino allo scarico e collocazione nel sito definitivo previsto in progetto. Per ogni mc di massa artificiale e per ogni miglio di distanza	mc	1 105,92	9,53	10 539,42
23		Collocazione in opera di massi artificiali in conglomerato cementizio di volume non superiore a 10 mc, per qualunque destinazione d'impiego, compreso l'onere dell'utilizzo dei necessari mezzi terrestri e marittimi fino alla profondità di 12 m sotto il livello medio del mare, secondo sagoma o allineamento di progetto con pontone a bigo o altro mezzo d'opera idoneo e con l'ausilio del palombaro, compreso ogni altro onere per dare il lavoro finito a perfetta regola d'arte: per massi guardiani o massi parallelepipedi o prismatici collocati a pile	mc	1 105,92	38,71	42 810,16

MINISTERO DELLA DIFESA – SEGRETARIATO GENERALE DELLA DIFESA E DIREZIONE NAZIONALE DEGLI ARMAMENTI – DIREZIONE DEI LAVORI E DEL DEMANIO – 1° REPARTO – UFFICIO BASI BLU

PROGRAMMA "BASI BLU" - ADEGUAMENTO E AMMODERNAMENTO DELLE CAPACITÀ DI SUPPORTO LOGISTICO DELLE BASI DELLA M.M.I. – STAZIONE NAVALE IN MAR GRANDE DI TARANTO – INTERVENTO "C"

INTEGRAZIONE, AGGIORNAMENTO E COORDINAMENTO DELLO STUDIO DI FATTIBILITÀ, ELABORATO DALL'A.D., PER LA "REALIZZAZIONE DI UN NUOVO PONTILE CHIAPPARO" – CIG 9620109D13 – CUP D52F23000000001

Documento di Fattibilità delle Alternative Progettuali (DOCFAP) (Articolo 2 Allegato I.7 D.Lgs. n. 36/2023)

RELAZIONE TECNICO-ILLUSTRATIVA

24		Acciaio in barre per armature di conglomerato cementizio prelaborato e pretagliato a misura, sagomato e posto in opera a regola d'arte, compreso ogni sfrido, legature, ecc.; nonché tutti gli oneri relativi ai controlli di legge; del tipo B450C prodotto da azienda in possesso di attestato di qualificazione rilasciato dal Servizio Tecnico Centrale della Presidenza del Consiglio Superiore dei LL.PP.	kg	165 888,00	2,33	386 519,04
25		Zincatura di opere in ferro con trattamento a fuoco mediante immersione in vasche contenenti zinco fuso alla temperatura di circa 500 °C previo decappaggio, sciacquaggio e quanto altro necessario per ottenere un prodotto finito: strutture di peso inferiore a 80 kg	kg	165 888,00	0,76	126 074,88
26		Conglomerato cementizio preconfezionato a resistenza caratteristica e classe di esposizione XC1-XC2, dimensione massima degli inerti pari a 31,5 mm, classe di lavorabilità (slump) S4 (fluida), rapporto A/C ≤ 0,60, gettato in opera, per operazioni di media-grande entità, secondo le prescrizioni tecniche previste, compresa la fornitura del materiale in cantiere, il suo spargimento, la vibrazione e quant'altro necessario per dare un'opera realizzata a perfetta regola d'arte, esclusi i soli ponteggi, casseforme e acciaio di armatura: per travi, cordoli e piattabande: C35/45 (Rck 45 N/mm ²)	mc	5 554,50	219,72	1 220 434,83
27	TRAVI PREFABBRICATE	Sovrapprezzo ai getti di conglomerato cementizio preconfezionato a resistenza caratteristica per cambiamento della classe di esposizione rispetto alle classi XC1-XC2-XC3-XC4, valutato in percentuale per mc di getto: per passaggio a classe di esposizione XS3 (Percentuale del 4%)	mc	5 554,50	8,79	48 817,39
28		Casseforme rette o centinate per getti di conglomerati cementizi semplici o armati compreso armo, disarmante, disarmo, opere di puntellatura e sostegno fino ad un'altezza di 4 m dal piano di appoggio; eseguite a regola d'arte e misurate secondo la superficie effettiva delle casseforme a contatto con il calcestruzzo: per fondazioni rettilinee continue (travi rovesce, murature di sotterraneo)	mq	7 935,00	37,52	297 721,22
29		Trasporto via terra di massi artificiali dal cantiere massi, compreso l'onere per sollevamento, carico e scarico, nel sito definitivo previsto in progetto e ritorno a vuoto. Per ogni mc di masso e per ogni km di distanza	mc	5 554,50	5,76	31 993,92
30		Trasporto via mare di massi artificiali, effettuato sino ad una distanza di 20 miglia dal cantiere massi o dal porto più vicino, compresi tutti gli oneri che vanno dal sollevamento e carico a bordo del natante nel porto di costruzione, sino allo scarico e collocazione nel sito definitivo previsto in progetto. Per ogni mc di masso artificiale e per ogni miglio di distanza	mc	5 554,50	9,53	52 934,39

MINISTERO DELLA DIFESA – SEGRETARIATO GENERALE DELLA DIFESA E DIREZIONE NAZIONALE DEGLI ARMAMENTI – DIREZIONE DEI LAVORI E DEL DEMANIO – 1° REPARTO – UFFICIO BASI BLU

PROGRAMMA "BASI BLU" - ADEGUAMENTO E AMMODERNAMENTO DELLE CAPACITÀ DI SUPPORTO LOGISTICO DELLE BASI DELLA M.M.I. – STAZIONE NAVALE IN MAR GRANDE DI TARANTO – INTERVENTO "C"

INTEGRAZIONE, AGGIORNAMENTO E COORDINAMENTO DELLO STUDIO DI FATTIBILITÀ, ELABORATO DALL'A.D., PER LA "REALIZZAZIONE DI UN NUOVO PONTILE CHIAPPARO" – CIG 9620109D13 – CUP D52F23000000001

Documento di Fattibilità delle Alternative Progettuali (DOCFAP) (Articolo 2 Allegato I.7 D.Lgs. n. 36/2023)

RELAZIONE TECNICO-ILLUSTRATIVA

31		Collocazione in opera di massi artificiali in conglomerato cementizio di volume non superiore a 10 mc, per qualunque destinazione d'impiego, compreso l'onere dell'utilizzo dei necessari mezzi terrestri e marittimi fino alla profondità di 12 m sotto il livello medio del mare, secondo sagoma o allineamento di progetto con pontone a bigo o altro mezzo d'opera idoneo e con l'ausilio del palombaro, compreso ogni altro onere per dare il lavoro finito a perfetta regola d'arte: per massi guardiani o massi parallelepipedi o prismatici collocati a pile	mc	5 554,50	38,71	215 014,71
32		Acciaio in barre per armature di conglomerato cementizio prelavorato e pretagliato a misura, sagomato e posto in opera a regola d'arte, compreso ogni sfrido, legature, ecc.; nonché tutti gli oneri relativi ai controlli di legge; del tipo B450C prodotto da azienda in possesso di attestato di qualificazione rilasciato dal Servizio Tecnico Centrale della Presidenza del Consiglio Superiore dei LL.PP.	kg	1 166 445,09	2,33	2 717 817,05
33		Zincatura di opere in ferro con trattamento a fuoco mediante immersione in vasche contenenti zinco fuso alla temperatura di circa 500 °C previo decappaggio, sciacquaggio e quanto altro necessario per ottenere un prodotto finito: strutture di peso inferiore a 80 kg	kg	1 166 445,09	0,76	886 498,26
34		Conglomerato cementizio preconfezionato a resistenza caratteristica e classe di esposizione XC1-XC2, dimensione massima degli inerti pari a 31,5 mm, classe di lavorabilità (slump) S4 (fluida), rapporto A/C ≤ 0,60, gettato in opera, per operazioni di media-grande entità, secondo le prescrizioni tecniche previste, compresa la fornitura del materiale in cantiere, il suo spargimento, la vibrazione e quant'altro necessario per dare un'opera realizzata a perfetta regola d'arte, esclusi i soli ponteggi, casseforme e acciaio di armatura: pulvini di viadotti: C 35/45 (Rck 45 N/mm ²)	mc	2 892,00	213,94	618 714,48
35	PREDALLES	Sovrapprezzo ai getti di conglomerato cementizio preconfezionato a resistenza caratteristica per cambiamento della classe di esposizione rispetto alle classi XC1-XC2-XC3-XC4, valutato in percentuale per mc di getto: per passaggio a classe di esposizione XS3 (Percentuale del 4%)	mc	2 892,00	8,56	24 748,58
36		Casseforme rette o centinate per getti di conglomerati cementizi semplici o armati compreso armo, disarmante, disarmo, opere di puntellatura e sostegno fino ad un'altezza di 4 m dal piano di appoggio; eseguite a regola d'arte e misurate secondo la superficie effettiva delle casseforme a contatto con il calcestruzzo: per plinti di fondazione	mq	3 856,00	37,52	144 677,12
37		Trasporto via terra di massi artificiali dal cantiere massi, compreso l'onere per sollevamento, carico e scarico, nel sito definitivo previsto in progetto e ritorno a vuoto. Per ogni mc di masso e per ogni km di distanza	mc	2 892,00	5,76	16 657,92

MINISTERO DELLA DIFESA – SEGRETARIATO GENERALE DELLA DIFESA E DIREZIONE NAZIONALE DEGLI ARMAMENTI – DIREZIONE DEI LAVORI E DEL DEMANIO – 1° REPARTO – UFFICIO BASI BLU

PROGRAMMA "BASI BLU" - ADEGUAMENTO E AMMODERNAMENTO DELLE CAPACITÀ DI SUPPORTO LOGISTICO DELLE BASI DELLA M.M.I. – STAZIONE NAVALE IN MAR GRANDE DI TARANTO – INTERVENTO "C"

INTEGRAZIONE, AGGIORNAMENTO E COORDINAMENTO DELLO STUDIO DI FATTIBILITÀ, ELABORATO DALL'A.D., PER LA "REALIZZAZIONE DI UN NUOVO PONTILE CHIAPPARO" – CIG 9620109D13 – CUP D52F23000000001

Documento di Fattibilità delle Alternative Progettuali (DOCFAP) (Articolo 2 Allegato I.7 D.Lgs. n. 36/2023)

RELAZIONE TECNICO-ILLUSTRATIVA

38		Trasporto via mare di massi artificiali, effettuato sino ad una distanza di 20 miglia dal cantiere massi o dal porto più vicino, compresi tutti gli oneri che vanno dal sollevamento e carico a bordo del natante nel porto di costruzione, sino allo scarico e collocazione nel sito definitivo previsto in progetto. Per ogni mc di masso artificiale e per ogni miglio di distanza	mc	2 892,00	9,53	27 560,76
39		Collocazione in opera di massi artificiali in conglomerato cementizio di volume non superiore a 10 mc, per qualunque destinazione d'impiego, compreso l'onere dell'utilizzo dei necessari mezzi terrestri e marittimi fino alla profondità di 12 m sotto il livello medio del mare, secondo sagoma o allineamento di progetto con pontone a bigo o altro mezzo d'opera idoneo e con l'ausilio del palombaro, compreso ogni altro onere per dare il lavoro finito a perfetta regola d'arte: per massi guardiani o massi parallelepipedi o prismatici collocati a pile	mc	2 892,00	38,71	111 949,32
40		Acciaio in barre per armature di conglomerato cementizio prelavato e pretagliato a misura, sagomato e posto in opera a regola d'arte, compreso ogni sfrido, legature, ecc.; nonché tutti gli oneri relativi ai controlli di legge; del tipo B450C prodotto da azienda in possesso di attestato di qualificazione rilasciato dal Servizio Tecnico Centrale della Presidenza del Consiglio Superiore dei LL.PP.	kg	433 800,00	2,33	1 010 754,00
41		Zincatura di opere in ferro con trattamento a fuoco mediante immersione in vasche contenenti zinco fuso alla temperatura di circa 500 °C previo decappaggio, sciacquaggio e quanto altro necessario per ottenere un prodotto finito: strutture di peso inferiore a 80 kg	kg	433 800,00	0,76	329 688,00
42	SOLETTA E COMPLETAMENTO TRAVI IN OPERA	Conglomerato cementizio preconfezionato a resistenza caratteristica e classe di esposizione XC1-XC2, dimensione massima degli inerti pari a 31,5 mm, classe di lavorabilità (slump) S4 (fluida), rapporto A/C <= 0,60, gettato in opera, per operazioni di media-grande entità, secondo le prescrizioni tecniche previste, compresa la fornitura del materiale in cantiere, il suo spargimento, la vibrazione e quant'altro necessario per dare un'opera realizzata a perfetta regola d'arte, esclusi i soli ponteggi, casseforme e acciaio di armatura: pulvini di viadotti: C 35/45 (Rck 45 N/mm ²)	mc	5 061,00	213,94	1 082 750,34
43		Sovrapprezzo ai getti di conglomerato cementizio preconfezionato a resistenza caratteristica per cambiamento della classe di esposizione rispetto alle classi XC1-XC2-XC3-XC4, valutato in percentuale per mc di getto: per passaggio a classe di esposizione XS3 (Percentuale del 4%)	mc	5 061,00	8,56	43 310,01
44		Sovrapprezzo per utilizzo di pompa per conglomerato cementizio: per ogni mc pompato, con braccio da 37 a 42 m	mc	5 061,00	15,12	76 522,32
45		Casseforme rette o centinate per getti di conglomerati cementizi semplici o armati compreso armo, disarmante, disarmo, opere di puntellatura e sostegno fino ad un'altezza di 4 m dal piano di appoggio; eseguite a regola d'arte e misurate secondo la superficie effettiva delle casseforme a contatto con il calcestruzzo: per plinti di fondazione	m ²	549,50	37,52	20 617,24

MINISTERO DELLA DIFESA – SEGRETARIATO GENERALE DELLA DIFESA E DIREZIONE NAZIONALE DEGLI ARMAMENTI – DIREZIONE DEI LAVORI E DEL DEMANIO – 1° REPARTO – UFFICIO BASI BLU

PROGRAMMA "BASI BLU" - ADEGUAMENTO E AMMODERNAMENTO DELLE CAPACITÀ DI SUPPORTO LOGISTICO DELLE BASI DELLA M.M.I. – STAZIONE NAVALE IN MAR GRANDE DI TARANTO – INTERVENTO "C"

INTEGRAZIONE, AGGIORNAMENTO E COORDINAMENTO DELLO STUDIO DI FATTIBILITÀ, ELABORATO DALL'A.D., PER LA "REALIZZAZIONE DI UN NUOVO PONTILE CHIAPPARO" – CIG 9620109D13 – CUP D52F23000000001

Documento di Fattibilità delle Alternative Progettuali (DOCFAP) (Articolo 2 Allegato I.7 D.Lgs. n. 36/2023)

RELAZIONE TECNICO-ILLUSTRATIVA

46		Acciaio in barre per armature di conglomerato cementizio prelaborato e pretagliato a misura, sagomato e posto in opera a regola d'arte, compreso ogni sfrido, legature, ecc.; nonché tutti gli oneri relativi ai controlli di legge; del tipo B450C prodotto da azienda in possesso di attestato di qualificazione rilasciato dal Servizio Tecnico Centrale della Presidenza del Consiglio Superiore dei LL.PP.	kg	910 980,00	2,33	2 122 583,40
47		Zincatura di opere in ferro con trattamento a fuoco mediante immersione in vasche contenenti zinco fuso alla temperatura di circa 500 °C previo decappaggio, sciacquaggio e quanto altro necessario per ottenere un prodotto finito: strutture di peso inferiore a 80 kg	kg	910 980,00	0,76	692 344,80
48	PACCHETTO PAVIMENTAZIONE	Conglomerato cementizio strutturale, alleggerito con argilla espansa, preconfezionato da centrale di betonaggio, eseguito secondo le prescrizioni tecniche previste, compresa la fornitura del materiale in cantiere, lo spargimento e quant'altro necessario per dare un'opera eseguita a perfetta regola d'arte, esclusi i soli ponteggi, le casseforme e l'acciaio di armatura: LC28 (Rck 28 N/mm ²), massa volumica 1.600 ÷ 1.800 kg/mc	mc	6 576,00	271,05	1 782 424,80
49		Massetto delle pendenze per coperture piane realizzato con impasto di cemento 32.5 e sabbia di cava, ottenuto con kg 300 di cemento tipo 32.5 per mc 1,0 di sabbia, per una resistenza a compressione minima di 150 kg/cm ² , compresa la formazione di poste e fasce per pendenza variabile tra 1% e 2%, e spessore minimo di 4 cm	mc	1 012,20	235,52	238 393,34
50		Pavimento industriale in calcestruzzo C 25/30 (Rck 30 N/mm ²) fibrorinforzato con l'aggiunta di fibre sintetiche strutturali e additivo superfluidificante, esclusi la realizzazione di massetto di sottofondo di almeno 30 cm perfettamente livellato, posa di barriera vapore in polietilene e armatura integrativa, dei seguenti spessori: 20 cm, traffico pesante	mq	10 960,00	48,52	531 779,20
51		Rete elettrosaldata in acciaio per armatura pavimentazioni, fornita e posta in opera con sovrapposizione dei bordi pari a circa 40 volte il diametro dei ferri	kg	69 705,60	2,39	166 596,38
52		Pavimento industriale di dimensioni non inferiori a 400 mq ad alta resistenza meccanica con malta sintetica epossidica, con cariche quarzifere, posto su massetto esistente e meccanicamente solido, frattazzato e lisciato, spessore pari a 7 mm circa, con caratteristiche di resistenza all'usura, alla compressione, agli olii, agli acidi ed all'umidità.	mq	14 460,00	41,22	596 041,20
53		Giunti carrabili sismici	m	220	617,26	135 797,20
54	IMPIANTI	Sistema di smaltimento acque meteoriche, comprensivo di canalette di drenaggio, pozzetti di ispezione e vasche di trattamento delle acque.	corpo	1	350 000,00	350 000,00
55		Impianti elettrici e meccanici	corpo	1	8 700 000,00	8 700 000,00

MINISTERO DELLA DIFESA – SEGRETARIATO GENERALE DELLA DIFESA E DIREZIONE NAZIONALE DEGLI ARMAMENTI – DIREZIONE DEI LAVORI E DEL DEMANIO – 1° REPARTO – UFFICIO BASI BLU

PROGRAMMA "BASI BLU" - ADEGUAMENTO E AMMODERNAMENTO DELLE CAPACITÀ DI SUPPORTO LOGISTICO DELLE BASI DELLA M.M.I. – STAZIONE NAVALE IN MAR GRANDE DI TARANTO – INTERVENTO "C"

INTEGRAZIONE, AGGIORNAMENTO E COORDINAMENTO DELLO STUDIO DI FATTIBILITÀ, ELABORATO DALL'A.D., PER LA "REALIZZAZIONE DI UN NUOVO PONTILE CHIAPPARO" – CIG 9620109D13 – CUP D52F23000000001

Documento di Fattibilità delle Alternative Progettuali (DOCFAP) (Articolo 2 Allegato I.7 D.Lgs. n. 36/2023)

RELAZIONE TECNICO-ILLUSTRATIVA

56	ACCESSORI	Bitta d'ormeggio in ghisa sferoidale, conforme alla norma UNI EN 1563, in opera con idonei tiranti di ancoraggio adeguati al tiro, compreso conglomerato cementizio per il plinto di fondazione e per l'alloggiamento nella sovrastruttura, escluso il ripristino della pavimentazione e dell'orlatura di banchina, la sabbiatura e la verniciatura: tiro da 100 a 120 t	cad	26,00	5 814,47	151 176,22
57		Bitta d'ormeggio in ghisa sferoidale, conforme alla norma UNI EN 1563, in opera con idonei tiranti di ancoraggio adeguati al tiro, compreso conglomerato cementizio per il plinto di fondazione e per l'alloggiamento nella sovrastruttura, escluso il ripristino della pavimentazione e dell'orlatura di banchina, la sabbiatura e la verniciatura: tiro da 20 a 50 t	cad	29,00	2 795,02	81 055,58
58		Fornitura e posa in opera di paraspigoli antinfortunistici di bordo banchina, con tacche antisdrucchiolo segnalatrici di limite o con cordolo, con o senza catarifrangente secondo le prescrizioni del Ministero della Marina Mercantile, posti in opera con tasselli di tenuta o zanche incorporate di qualunque tipo, spessore e dimensioni, idonee secondo la Direzione dei Lavori, il tutto in ghisa sferoidale UNI 4544 anticorrosione. Compreso eventuali tagli, pezzi speciali per angoli, sfridi e quanto altro necessario.	kg	33 750,00	4,16	140 400,00
59		Fornitura e posa in opera di acciaio tondo, quadro, profilato, etc., debitamente lavorato forgiato, per tiranti di bitte, anelli d'ormeggio, scalette, bordonali, etc., in opera compreso la dipintura a tre passate di cui due al minio di piombo ed una a vernice antiruggine colorata, incluso filettature, bullonature, saldature ed ogni onere e magistero occorrente per dare il lavoro finito a perfetta regola d'arte. Per anelli di ormeggio	kg	2 200,00	4,53	9 966,00
60		Fornitura e posa in opera di scalette alla marinara in ghisa sferoidale in fusione monoblocco, modulari, senza alcuna saldatura corrodibile, installabile con zanche in acciaio inox, gradini antisdrucchiolo, griglie di scolo e aggrappo con fori predisposti per l'installazione di balaustre di protezione e di comodo, compreso tutto quanto occorre per dare la fornitura in opera a perfetta regola d'arte e secondo le indicazioni che saranno fornite dalla Direzione dei Lavori.	kg	5 200,00	4,52	23 504,00
61		Parabordi esterni 2000*1200*2000	cad	52	39 900,00	2 074 800,00
62	Parabordi interni 1000*500*1000	cad	58,0	7 137,03	413 947,74	
63	PONTILE FREGATE	Prolungamento pontile Fregate (struttura a giorno su pali)	mq	710,4	5 000,00	3 552 000,00
TOTALE NUOVO PONTILE CHIAPPARO CON STRUTTURA AD IMPALCATO "A GIORNO" SU PALI. Nell'ipotesi di materiale di dragaggio "totalmente inquinato"						103 806 862,01

8.5 Indicazioni per la stesura dei livelli progettuali

Il presente documento di fattibilità delle alternative progettuali (DOCFAP), normato dall’art. 2 dell’Allegato I.7 del D.Lgs. n. 36/2023, è stato redatto nel rispetto dei contenuti del quadro esigenziale del committente, propedeuticamente alla redazione del Documento di indirizzo alla progettazione (DIP), normato dall’art. 3 dell’Allegato I.7 del D.Lgs. n. 36/2023, in coerenza con il quadro esigenziale e con la soluzione individuata nel DOCFAP.

Nell’ambito del DOCFAP sono state individuate e analizzate le possibili soluzioni progettuali oggetto di trattazione, sottoposte a confronto comparato per l’individuazione della soluzione che presenta il miglior rapporto tra costi e benefici.

Il DIP, redatto e approvato prima dell’affidamento del progetto di fattibilità tecnica ed economica (PFTE), costituirà parte della documentazione di gara per l’affidamento del contratto pubblico di servizi, in quanto parte integrante del “capitolato del servizio di progettazione”.

A norma del D.Lgs. n. 36/2023, per la successiva stesura dei livelli progettuali, si rimanda all’art. 41, disciplinante i livelli e i contenuti della progettazione, in relazione al quale la progettazione in materia di lavori pubblici si articola in due livelli: il Progetto di fattibilità tecnico-economica (PFTE) e il Progetto esecutivo (PE).

L’Allegato I.7 definisce i contenuti del documento di indirizzo alla progettazione e dei due livelli di progettazione.

L’art. 42 dello stesso codice disciplina la Verifica della progettazione, la sua rispondenza alle esigenze espresse nel documento d’indirizzo e la sua conformità alla normativa vigente. La verifica ha luogo durante lo sviluppo della progettazione in ciascuno dei suoi livelli.

8.6 Raccomandazioni generali per la progettazione

8.6.1 Rilievi e Indagini

Il progettista del PFTE implementerà adeguatamente i rilievi e le indagini disponibili agli atti ricostruendo, attraverso ulteriori rilievi e indagini aggiuntive e di dettaglio, un quadro conoscitivo completo ed esaustivo del sito di intervento in questione subordinatamente alla soluzione progettuale conclusivamente assunta, a valere sull’apposita spesa allocata nel QTE.

In particolare, il progettista del PFTE avrà cura, nell’ambito dei servizi affidati, di implementare le seguenti attività:

- **Redazione Piano di Caratterizzazione Ambientale, indagini ambientali e analisi di laboratorio**

Il progettista, in relazione alle esigenze progettuali e alla necessità di integrazione e/o aggiornamento del Piano di Caratterizzazione, procederà alla stesura di un Piano di Caratterizzazione Ambientale integrativo e di dettaglio delle aree interessate in riferimento alle indicazioni di cui al D.M. 172/2016, disciplinante le modalità e le norme tecniche per le operazioni di dragaggio nelle aree SIN ai sensi dell’art.5 bis della Legge n.84/94 e del D.M. 7 novembre 2008 e ss. mm. e ii. Le relative analisi di laboratorio dovranno essere condotte nel rispetto delle indicazioni e prescrizioni contenute nel D.M. 7 novembre 2008 e ss. mm. e ii. e

del D.M. 172/2016 e ss. mm. e ii.

- **Rilievi topo-batimetrici**

Il progettista, in relazione alle esigenze progettuali e di aggiornamento dello stato dei luoghi, darà corso a una campagna di rilievi batimetrico e topografico di dettaglio.

- **Bonifica ordigni residuati bellici propedeutica alle indagini**

Il progettista, propedeuticamente all'esecuzione del Piano delle Indagini geognostiche a mare e a terra e all'aggiornamento/integrazione del Piano di Caratterizzazione Ambientale, dovrà curare la "Bonifica da Ordigni Bellici" preventiva da affidarsi a ditta regolarmente iscritta all'albo delle imprese specializzate in bonifica bellica sistematica, introdotto dalla L. n. 177/2012 e istituito con successivo Decreto Interministeriale n. 82/2015, nelle categorie bonifica terrestre (B.TER.), bonifica subacquea (B.SUB.), bonifica subacquea oltre 40 metri (B.SUB.40).

In esito alle risultanze della BOB preventiva, sarà redatto il Documento Unico di Bonifica Bellica Sistematica (DUB), necessario ad avviare l'iter finalizzato al rilascio del parere vincolante da parte del Comando Logistico della Marina Militare di Napoli (MARICOMLOG Napoli) in conformità alla Direttiva Tecnica GEN-BSS 001 – Bonifica Bellica Sistematica Subacquea Edizione 2020 (1° Serie AA.VV. aggiornata al 19 maggio 2020), per le attività di indagine da effettuarsi sui fondali, e alla Direttiva Tecnica GEN-BST 001 – Bonifica Bellica Sistematica Terrestre Edizione 2020 (2° Serie AA.VV. aggiornata al 20 gennaio 2020), per le attività di indagine da effettuarsi in corrispondenza delle aree emerse.

- **Indagini geognostiche e analisi di laboratorio**

In sede di redazione del PFTE, il progettista, per una più corretta e puntuale caratterizzazione geotecnica, dovrà predisporre apposito piano di indagini integrativo ai sensi nelle NTC 2018, in termini di caratteristiche fisiche, meccaniche, idrauliche del volume di terreno interessato dagli interventi di progetto e più in generale dal sistema geotecnico e strutturale costituito dalle opere esistenti e dalle nuove opere in relazione alla soluzione progettuale definitivamente adottata.

- **Indagini sedimentologiche**

A corredo del Piano di Caratterizzazione Ambientale ex D.M. 172/2016 e delle possibili modalità di gestione dei sedimenti di cui all'art. 5-bis, comma 2, della legge 28 gennaio 1994, n. 84, il progettista dovrà prevedere le indagini sedimentologiche integrative per lo studio del trasporto solido e dell'idrodinamica che guideranno sia le scelte progettuali che la definizione del Piano di Monitoraggio Ambientale.

- **Indagine sulle biocenosi**

Il progettista effettuerà tutti gli studi necessari per determinare le caratteristiche biocenotiche nell'area di intervento e in quelle potenzialmente influenzate da esso, con particolare attenzione alla presenza di biocenosi bentoniche sensibili e/o di elevato pregio naturalistico e alla presenza di aree di nursery e/o di specie di interesse commerciale.

La mappatura dei fondali, unitamente alla definizione del progetto e allo studio della dinamica marina locale, permetterà di individuare sorgenti, percorsi di migrazione e bersagli sensibili. Inoltre, sarà costruita utilizzando i dati forniti dall'ecoscandaglio multibeam in corrispondenza delle aree oggetto del relativo rilievo nonché mediante Side Scan Sonar e video-riprese ROV e/o operatore O.T.S., e comprenderà anche eventuali aree di pesca e molluschicoltura nell'immediato intorno, come dalla seguente planimetria preliminare di rilievo biocenosi.

Il computo metrico estimativo relativo alle suindicate attività è riportato all'allegato “D Computo metrico estimativo rilievi e indagini” del presente documento.

8.6.2 Harbour protection

In armonia con il separato Intervento A, il progettista del PFTE, di concerto con l'Amministrazione che impartirà le necessarie indicazioni, svilupperà, negli appositi elaborati progettuali, la predisposizione per la futura alimentazione/collegamento dei sistemi di harbour protection.

8.7 Raccomandazioni per la progettazione armonizzata

Come premesso, in riferimento alla nota istruttoria del Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici (m_inf.AE02F53.REGISTRO UFFICIALE.U.0013222.09-11-2023 acquisita al protocollo M_D A7504A9 REG2023 0033121 09-11-2023 di Geniodife) resa sul PFTE relativo all'Intervento A recante richiesta di chiarimenti e documentazione integrativa, il progettista del PFTE, ove richiesto dall'Amministrazione, implementerà la soluzione progettuale scelta adottando una **vita nominale di progetto V_N per l'opera, in riferimento alle NTC 2018, pari a 100 anni (costruzioni con livelli di prestazioni elevati)**.

Il progettista implementerà altresì, ove richiesto anche per l'Intervento C, uno studio Analisi Costi Benefici da redigersi in accordo alle Linee Guida di cui al D. Lgs. 228/2011, almeno per la soluzione progettuale prescelta, al fine di verificare il soddisfacimento dei normali requisiti di economicità dell'intervento stesso. A tal riguardo, la soluzione progettuale prescelta è stata adeguatamente implementata sotto il profilo costruttivo e prestazionale, nel rapporto costi-benefici, sviluppando oltre ai costi di realizzazione anche i costi prevedibili di manutenzione ordinaria e straordinaria.

9 SOLUZIONE PROGETTUALE PRESCELTA

Sulla base dell’analisi delle alternative progettuali precedentemente descritte e, segnatamente, in esito alle risultanze del confronto operato con riferimento agli aspetti tematici tecnico-economici, ambientali e vincolistici, si ritiene ottimale la soluzione progettuale individuata quale **“Alternativa 3”**: **struttura a giorno su pali**.

L’approccio metodologico e progettuale, come disposto dal Disciplinare Tecnico, è volto ad assicurare condizioni di omogeneità tecnico-funzionale delle infrastrutture che compendiano la Base Navale, attraverso i previsti corpi d’opera, le opere impiantistiche e gli allestimenti di banchina, al fine di non generare interferenze e assicurare, nel contempo, i richiesti standard di integrabilità e fruibilità.

In relazione alla succitata soluzione progettuale prescelta, si sviluppano ulteriormente gli aspetti connessi con l’infrastrutturazione tecnologica e impiantistica nonché le procedure, i tempi e i costi di realizzazione dell’intervento.

9.1 Verifica e analisi tecnica della compatibilità realizzativa delle opere civili rispetto agli altri interventi

Le tre soluzioni individuate sono state messe a confronto tenendo conto principalmente dei seguenti aspetti:

- Semplicità costruttiva strutture;
- Intensità consolidamenti sui terreni e/o sedimenti di dragaggio;
- Necessità di presidi e/o piattaforme di lavoro
- Stabilità e cedimenti dell’opera;
- Aspetti ambientali (massimizzazione utilizzo risorsa e impatto lavorazioni);
- Agitazione interna alla Darsena;
- Impatto su operatività base navale;
- Facilità di manutenzione;
- Costi e tempi.

In particolare, riguardo l’aspetto relativo ai costi di realizzazione dell’opera, a seguire si riporta una tabella riepilogativa di confronto tra le varie soluzioni esaminate.

TABELLA RIEPILOGATIVA DELLA STIMA DEI COSTI (€) PER LA REALIZZAZIONE DEL NUOVO PONTILE "CHIAPPARO"			
TIPOLOGIA STRUTTURALE / IPOTESI QUALITA' DEL MATERIALE DRAGATO	<i>Ipotesi 1: materiale di dragaggio "non inquinato" (immersione nel corpo idrico di provenienza)</i>	<i>Ipotesi 2: materiale di dragaggio "parzialmente (50%) inquinato" (trasporto a discarica del materiale inquinato e immersione nel corpo idrico di provenienza del materiale "pulito")</i>	<i>Ipotesi 3: materiale di dragaggio "totalmente inquinato" (trasporto a discarica della parte non collocabile all'interno delle opere)</i>
STRUTTURA A CASSONI CELLULARI	110 214 652,17	110 569 861,55	124 414 599,20
STRUTTURA A COFFERDAM	206 722 269,22	209 423 625,28	209 423 625,28
IMPALCATO A GIORNO SU PALI	77 283 754,19	90 545 308,10	103 806 862,01

NOTE:

1) i cassoni non possono contenere tutto il materiale di escavo (avanzano circa 85.000 mc su 235.000 mc complessivi - capacità pari a circa 150.000 mc); nel caso di materiale parzialmente inquinato si è ipotizzato che la parte inquinata sia allocabile interamente all'interno del cassone (opportunamente impermeabilizzato). Fino ad una percentuale di materiale inquinato pari al 65 % del totale scavato (compreso l'escavo per la formazione dello scanno di imbasamento dei cassoni), il costo per la realizzazione della struttura in cassoni rimane pressoché invariato e pari a circa 111.000.000 di euro (ipotesi 2).

2) il cofferdam può contenere tutto il materiale di escavo, ma, in presenza di materiale inquinato, deve essere impermeabilizzato in corrispondenza dei giunti delle paratie.

3) nel caso di impalcato a giorno tutto il materiale va smaltito (immissione nel corpo idrico di provenienza nel caso di materiale "pulito" o a discarica nel caso di materiale inquinato); nell'ipotesi 3 si considera il materiale di escavo tutto inquinato (ipotesi limite).

Al fine di individuare la soluzione ottimale, nella tabella seguente sono stati sintetizzati per i distinti elementi di giudizio i vantaggi e gli svantaggi relativi a ciascuna delle ipotesi progettuali (con il simbolo "-", oppure "--" sono stati indicati gli svantaggi e con il simbolo "+" oppure "++" i vantaggi, mentre "0" è indifferente).

PONTILE CHIAPPARO			
	Soluzioni progettuali intervento		
Vantaggi/svantaggi	Cassoni	Cofferdam	A giorno
Semplicità costruttiva strutture	++	0	+
Intensità consolidamenti	-	--	0
Presidi e piattaforme di lavoro	+	--	-
Stabilità e cedimenti	-	+	++
Aspetti ambientali	--	-	0
Agitazione interna	+	+	0
Impatto su operatività base navale	-	+	+
Necessità di manutenzione	++	-	0
Costi e tempi	+	-	++
Totale	++	----	+++++

Tabella 9.1 - Tabella riassuntiva dei vantaggi e degli svantaggi di ciascuna soluzione progettuale

La tabella riepilogativa mette in evidenza come la **Soluzione 3 (Struttura a giorno su pali)** costituisca la soluzione ottimale.

Relativamente alla gestione dei sedimenti di dragaggio funzionale all'Intervento C, sono stati analizzati tre possibili e alternativi scenari, incardinati nella stesura del presente DOCFAP a corredo del redigendo PFTE:

- materiale di dragaggio "non inquinato";
- materiale di dragaggio "parzialmente inquinato (50%)";
- materiale di dragaggio "totalmente inquinato".

Dallo studio degli esiti delle campagne di caratterizzazione ambientale già condotte all'interno della Stazione Navale, si evince per l'intervento A l'assenza di uno stato di diffuso inquinamento con alcune celle che, anche in relazione alla morfologia dei fondali e alle correnti, sono caratterizzate dalla presenza di inquinanti, mentre per l'Intervento B, più prossimo all'Intervento C in questione, non si rileva generalmente alcun significativo inquinamento.

Le suesposte considerazioni non escludono tuttavia l'assenza di inquinanti nelle celle oggetto di futura caratterizzazione in quanto strettamente connesse con il dragaggio previsto nell'ambito dell'Intervento C.

Come si evince dalla tabella riepilogativa dei costi sopra riportata, l'importo per la realizzazione dell'opera è fortemente condizionato dal possibile livello di inquinamento dei sedimenti di dragaggio non ancora caratterizzati. Pertanto, l'importo varia da circa 77 milioni di euro, nell'ipotesi di materiale totalmente "non inquinato", a circa 104 milioni di euro, nell'ipotesi di materiale "totalmente inquinato".

Ai fini della valutazione del quadro economico di progetto riportato nel capitolo successivo, il costo dell'opera (dragaggio, realizzazione del nuovo molo "Chiapparo" e prolungamento del 4° pennello fregate, anch'esso con struttura a giorno su pali) è stato considerato cautelativamente pari a **105 000 000,00 €**, in relazione alle superiori valutazioni tipologiche e costruttive nonché in relazione allo scenario di maggiore onerosità di gestione dei sedimenti oggetto di futura caratterizzazione.

In relazione alla soluzione progettuale prescelta, si riporta, inoltre, la seguente tabella sinottica riepilogativa dei costi di realizzazione, di manutenzione ordinaria e straordinaria.

CORPO D'OPERA	COSTI DI REALIZZAZIONE	COSTI DI MANUTENZIONE ORDINARIA	COSTI DI MANUTENZIONE STRAORDINARIA
STRUTTURE	62 650 000,00 €	15 662 500,00 €	6 265 000,00 €
IMPIANTI	9 500 000,00 €	3 800 000,00 €	950 000,00 €
DRAGAGGIO	32 850 000,00 €	3 285 000,00 €	3 285 000,00 €
	105 000 000,00 €	22 747 500,00 €	10 500 000,00 €

Tabella 9.2 - Tabella sinottica costi

I costi di realizzazione sono determinati attraverso la stima sommaria dei costi che precede.

In riferimento ai valori percentuali acquisiti attraverso la ricorrente letteratura tecnico-scientifica e

altri interventi progettuali simili, per la stima dei costi afferenti alla manutenzione ordinaria è stato assunto un valore percentuale attestato tra lo 0,5% e il 2% annuo del costo di realizzazione per i primi venti anni, mentre per la stima dei costi di manutenzione straordinaria è stato assunto un valore percentuale pari al 10% del costo di realizzazione per il medesimo ventennio.

Il succitato arco temporale, assunto a riferimento per la stima dei costi di manutenzione ordinaria e straordinaria, discende dalla natura e strategicità dell'opera di difesa tesa a conservare, nel primo ventennio, i medesimi elevati livelli di efficienza e funzionalità degli obiettivi progettuali connessi con la realizzazione dell'intervento nel suo insieme, traguardando comunque l'evoluzione tecnica e tecnologica imprescindibile per l'opera in questione e il suo mantenimento in esercizio.

9.2 Verifica e analisi tecnica della compatibilità realizzativa delle opere impiantistiche rispetto agli altri interventi

Per quanto riguarda gli aspetti legati agli impianti elettrici e speciali, le tematiche di compatibilità con gli interventi A e B, riguardano l'adeguatezza delle infrastrutture di consegna e di distribuzione elettrica della base. A tale scopo si riporta di seguito il bilancio delle potenze richieste dai sistemi di alimentazione Shore to Ship dell'intera Stazione Navale riferita alla configurazione di ormeggio con 24 UU.NN.

Tale configurazione parte dal requisito indicato nella Relazione Generale dello Studio di fattibilità di 19 UU.NN., conseguente all'ampliamento della base navale, con la realizzazione della nuova Darsena nord dell'Intervento A, alle quali si aggiungono le ulteriori 2 UU.NN. Minori (o in alternativa 1 U.M. LDH tipo Cavour) per il lato nord del Nuovo Molo Pugliese (sempre previsto all'interno dell'Intervento A), e 3 UU.NN. previste dall'intervento di ricostruzione del molo Chiapparo previsto dal presente Intervento C.

Nella tabella seguente, sono analizzate separatamente due aree, dal punto di vista della distribuzione elettrica:

- l'area oggetto dell'Intervento A, comprendente l'ampliamento della nuova Darsena Nord (con l'ampliamento del molo Rotundi e la realizzazione del nuovo molo Pugliese) e le aree di pertinenza delle cabine esistenti X4 e X5 corrispondenti al lato nord della Darsena Grande, che saranno tutte alimentate dalla nuova stazione AT X0bis realizzata nell'ambito di tale intervento;
- la restante area della base navale esistente (decurtata delle utenze delle cabine X4 ed X5) comprendente il nuovo molo Chiapparo oggetto dell'Intervento C, che continuerà ad essere alimentata dalla stazione AT X0 esistente.

MINISTERO DELLA DIFESA – SEGRETARIATO GENERALE DELLA DIFESA E DIREZIONE NAZIONALE DEGLI ARMAMENTI – DIREZIONE DEI LAVORI E DEL DEMANIO – 1° REPARTO – UFFICIO BASI BLU

PROGRAMMA "BASI BLU" - ADEGUAMENTO E AMMODERNAMENTO DELLE CAPACITÀ DI SUPPORTO LOGISTICO DELLE BASI DELLA M.M.I. – STAZIONE NAVALE IN MAR GRANDE DI TARANTO – INTERVENTO "C"

INTEGRAZIONE, AGGIORNAMENTO E COORDINAMENTO DELLO STUDIO DI FATTIBILITÀ, ELABORATO DALL'A.D., PER LA "REALIZZAZIONE DI UN NUOVO PONTILE CHIAPPARO" – CIG 9620109D13 – CUP D52F23000000001

Documento di Fattibilità delle Alternative Progettuali (DOCFAP) (Articolo 2 Allegato I.7 D.Lgs. n. 36/2023)

RELAZIONE TECNICO-ILLUSTRATIVA

Area	[UTENZE]	[TENSIONE]	[FREQUENZA]	P [MW]	S [MVA]	Q.tà	P [MW]	S [MVA]
nuova darsena area nord X10	FREMM	440V	60 hz	1,71	1,90	5,00	8,55	9,50
	PPA	690V	60 (50) hz	1,71	1,90	1,00	1,71	1,90
	DDG	440V	60 hz	1,71	1,90	0,00	0,00	0,00
	Large Ship(NATO)tipo Trieste	6000V	50 hz	4,95	5,50	0,00	0,00	0,00
	Large Ship(NATO)tipo LSS	690V	50 hz	1,71	1,90	1,00	1,71	1,90
	TOTALI DI ZONA						11,97	13,30
area cabina X5 esistente	FREMM	440V	60 hz	1,71	1,90	0,00	0,00	0,00
	PPA	690V	60 (50) hz	1,71	1,90	0,00	0,00	0,00
	DDG	440V	60 hz	1,71	1,90	1,00	1,71	1,90
	Large Ship(NATO)tipo Trieste	6000 V	50 hz	4,95	5,50	0,00	0,00	0,00
	Large Ship(NATO)tipo LSS	690V	50 hz	1,71	1,90	1,00	1,71	1,90
	TOTALI DI ZONA						3,42	3,80
area cabina X4 esistente	FREMM	440V	60 hz	1,71	1,90	0,00	0,00	0,00
	PPA	690V	60 (50) hz	1,71	1,90	0,00	0,00	0,00
	DDG	440V	60 hz	1,71	1,90	1,00	1,71	1,90
	Large Ship(NATO)tipo Trieste	6000V	50 hz	4,95	5,50	1,00	4,95	5,50
	Large Ship(NATO)tipo LSS	690V	50 hz	1,71	1,90	0,00	0,00	0,00
	TOTALI DI ZONA						6,66	7,40
	TOTALI DARSENA NUOVA + CABINA X5 + CABINA X4						22,05	24,50
	TOT 50Hz DARSENA NUOVA + CABINA X5 + CABINA X4						8,37	9,30
	TOT 60Hz DARSENA NUOVA + CABINA X5 + CABINA X4						13,68	15,20
darsena grande esistenteX3	Large Ship(NATO)tipo Trieste	6000V	50 hz	4,95	5,50	1,00	4,95	5,50
	PPA	690V	60 (50) hz	1,71	1,90	0,00	0,00	0,00
	FREMM	440V	60 hz	1,71	1,90	0,00	0,00	0,00
	Large Ship(NATO)tipo LSS	690V	50 hz	1,71	1,90	0,00	0,00	0,00
	DDG	440V	60 hz	1,71	1,90	1,00	1,71	1,90
	TOTALI DI ZONA						6,66	7,40
pennelli esistente	DDG	460V	60hz	1,07	1,19	0,00	0,00	0,00
	PPA	690V	60 (50) hz	1,71	1,90	3,00	5,13	5,70
	FREMM	440V	60 hz	1,71	1,90	5,00	8,55	9,50
	TOTALI DI ZONA						13,68	15,20
Nuovo Chiapparo	LHD (tipo Cavour)	6000V	50 hz	4,95	5,50	1,00	4,95	5,50
	FREMM	440V	60 hz	1,71	1,90	2,00	3,42	3,80
	TOTALI DI ZONA						8,37	9,30
	TOTALI DARSENA ESISTENTE+ CHIAPPARO						28,71	31,90
	TOT 50Hz DARSENA ESISTENTE + CHIAPPARO						9,90	11,00
	TOT 60Hz DARSENA ESISTENTE + CHIAPPARO						18,81	20,90
	TOTALE SNMG NUOVO + ESISTENTE						50,76	56,40

Tab. 1 – Bilancio potenze elettriche Shore to Ship intero sito SNMG

Il bilancio è stato sviluppato considerando un fattore di contemporaneità 1 tra tali utenze, in conformità alle esigenze operative future indicate dalla SA, e illustra il bilancio nel caso più gravoso in termini di fornitura di potenza complessiva della Stazione Navale ampliata, in cui si individua in 20,9 MVA il carico di picco complessivo dovuto alle utenze *Shore to Ship* per l'area della base esistente come definita prima, a seguito dell'entrata in funzione del nuovo Molo Chiapparo.

Tale zona, che comprenderà i banchinamenti e le aree annesse, del lato sud della Darsena Grande, dei Pennelli e del futuro nuovo molo Chiapparo, zone attualmente servite dalle cabine esistenti X1, X2 e X3, sarà alimentata elettricamente dalla stazione primaria di AT esistente X0 e dalla sottesa rete di MT a 8 kV.

La fornitura AT dotata di 3 trasformatori AT/MT da 16MW di cui due funzionanti in parallelo e le

cabine esistenti sono già adeguate a sostenere i futuri carichi del molo Chiapparo. Anche la stazione di conversione 60Hz di potenza complessiva pari a 24 MW, già presente nella cabina MT principale X1, è più che adeguata in termini di potenza a garantire il soddisfacimento di tale tipologia di carichi che è stimata in circa 19 MW nella configurazione massima di presenza delle UU.NN., come riportato in tabella. Inoltre, come riportato nel capitolo 5, la cabina MT secondaria X2 che già attualmente serve l'area del Chiapparo esistente, garantisce l'ampliabilità dei quadri di MT e di BT per servire le future utenze del nuovo molo.

Per quanto riguarda gli aspetti legati agli impianti meccanici, le tematiche di compatibilità con gli interventi A e B, riguardano l'adeguatezza delle infrastrutture di stoccaggio e di distribuzione delle reti carburanti, idroniche e di scarico della base.

Tale configurazione parte dal requisito indicato nella Relazione Generale dello Studio di fattibilità di 19 UU.NN., conseguente all'ampliamento della base navale, con la realizzazione della nuova Darsena nord dell'Intervento A, alle quali si aggiungono le ulteriori 2 UU.NN. Minori per il lato nord del Nuovo Molo Pugliese (sempre previsto all'interno dell'Intervento A), e 3 UU.NN. previste dall'intervento di ricostruzione del molo Chiapparo previsto dal presente Intervento C; non sono invece previsti punti di allaccio per i mezzi minori (tipo RA, RH, RC, RP).

Già all'interno dell'Intervento A è stato previsto un adeguamento e ridimensionamento delle reti in modo da servire l'intera base nella sua configurazione finale di 24 UU.NN; in particolare, in prossimità della radice del nuovo Chiapparo sono state previste delle predisposizioni (stacchi valvolati flangiati ciechi) sulle dorsali delle reti transitanti, all'interno della galleria servizi in banchina.

Data la particolare configurazione del molo Chiapparo, si prevede di installare dei sistemi di accumulo e svuotamento meccanici delle reti carburanti dedicati alle nuove dorsali in quanto, da una prima analisi, non risulta fattibile uno svuotamento per gravità data la lunghezza del molo rispetto alla profondità utile delle trincee aerate ipotizzate in analogia a quanto già previsto per l'Intervento A.

Per maggior chiarezza si riportano di seguito, per ciascun tipo di impianto, le assunzioni fatte in termini di prestazioni e di dimensionamento che prendono in considerazione una configurazione delle reti per 24 UU.NN (Intervento A).

Carburante F76 (gasolio navale)

- Scenario di 24 UU.NN. da servire.
- Alimentazione di n.2 UU.NN in contemporanea.
- Revamping zona serbatoi e locali di pompaggio.
- Rifacimento integrale rete di distribuzione utilizzando tubazioni in acciaio al carbonio del tipo a doppia parete.

Carburante F44 (avio JP5)

- Scenario di 24 UU.NN. da servire.
- Alimentazione di n.1 UU.NN per volta.
- Revamping zona serbatoi e locali di pompaggio.
- Rifacimento integrale rete di distribuzione utilizzando tubazioni in acciaio inox del tipo a doppia parete.

Acqua potabile (o di lavanda)

- Scenario di 24 UU.NN. da servire.
- Alimentazione idrica diretta di tutte le UU.NN in contemporanea.
- Revamping sistema di pompaggio e inserimento sistema di trattamento acqua.
- Rifacimento integrale rete di distribuzione utilizzando tubazioni in polipropilene pluristrato fibrorinforzato.

Acqua antincendio

- Scenario di 24 UU.NN. da servire.
- Ipotizzato scenario con livello di pericolosità 2 secondo UNI 10779.
- Nuova rete antincendio idranti UNI70 a servizio delle banchine e monitori carrellabili a schiuma.
- Revamping centrale antincendio.
- Rifacimento integrale rete di distribuzione utilizzando tubazioni in polipropilene pluristrato fibrorinforzato.

Acque nere

- Scenario di 24 UU.NN. da servire.
- Svuotamento di una UU.NN. alla volta utilizzando i sistemi di pompaggio presenti a bordo.
- Realizzazione di nuove reti di raccolta e collettamento a servizio delle aree di ampliamento della base.
- Rifacimento integrale rete di distribuzione utilizzando tubazioni in PEad PN16.

Acque di sentina

- Scenario di 24 UU.NN. da servire.
- Svuotamento di una UU.NN. alla volta utilizzando i sistemi di pompaggio presenti a bordo.
- Realizzazione di nuove reti di raccolta e collettamento a servizio delle aree di ampliamento della base.
- Rifacimento integrale rete di distribuzione utilizzando tubazioni in PEad PN16.

9.2.1 Aggiornamento interferenze esistenti

Con riferimento a quanto riportato nel capitolo 5 al paragrafo 5.2 in merito alle interferenze esistenti censite nell’ambito dello Studio di Fattibilità messo a disposizione dalla Stazione Appaltante, si riporta a seguire l’aggiornamento dello stato delle stesse interferenze scaturite dagli approfondimenti operati per la redazione del presente DOCFAP.

Interferenze con impianti e/o strutture esistenti

La condotta dello scarico a mare del depuratore sud della S.N.M.G. attualmente passa in corrispondenza del pontile Chiapparo esistente e dovrebbe essere riposizionata, nel rispetto delle autorizzazioni acquisite, in modo da non interferire con i lavori di costruzione del nuovo pontile o riposizionata sotto la nuova Banchina. La D.G.M. ha già avuto, in occasione della redazione del progetto di demolizione dell’attuale pontile Chiapparo, interlocuzioni con la Provincia di Taranto in merito al fatto che le coordinate di detto scarico non subiranno variazioni.

Collegamento con impianti esistenti (idrico, di scarico reflui navali, di rifornimento ed elettrico)

Reti carburanti (JP5 – F76)

L'Intervento A prevederà l'eliminazione della rete JP5 esterna presente sul Pontile Chiapparo esistente, eliminando tale interferenza, ed il rifacimento completo delle reti di distribuzione carburanti con la realizzazione di stacchi dedicati al nuovo pontile posizionati alla sua radice.

Depuratore reflui assimilabili ai reflui civili, tipo (FC)

Per il conferimento dei reflui navali nel depuratore Sud di MARISTANAV, non si ravvedono problematiche in quanto nell'ambito dell'Intervento A è stato previsto l'adeguamento del depuratore tenendo in considerazione anche le esigenze del Nuovo Chiapparo, ed il rifacimento completo della rete di dorsale con le predisposizioni per l'allacciamento in corrispondenza della radice dello stesso.

Acque di sentina (acqua di mare con il 5% massimo di presenza di idrocarburi) tipo (C)

L'impianto delle acque di sentina (C) è separato dall'impianto di raccolta dei liquami (FC); sarà pertanto necessaria la realizzazione di vasche di raccolta e tubolature di rilancio dedicate, da connettere alla nuova rete di dorsale realizzata nell'ambito dell'Intervento A e transitante alla radice del Nuovo Chiapparo.

Acque di prima pioggia

Contestualmente alla realizzazione dell'opera dovrà essere valutata la necessità di realizzare un impianto di raccolta delle acque di prima pioggia da collegare all'attuale impianto di trattamento.

Impianto alimentazione idrica

Per l'impianto idrico a servizio del nuovo molo e per alimentare le nuove utenze non si ravvedono problematiche in quanto nell'ambito dell'Intervento A è stato previsto il rifacimento completo della rete di dorsale, con le predisposizioni per l'allacciamento del nuovo pontile in corrispondenza della radice dello stesso.

Rete Antincendio

Per la rete antincendio del pontile non si ravvedono problematiche in quanto nell'ambito dell'Intervento A è stato previsto il rifacimento completo della rete di dorsale, con le predisposizioni per l'allacciamento del nuovo pontile in corrispondenza della radice dello stesso. Nell'ambito dell'Intervento A è stato previsto anche il completo rifacimento con adeguamento normativo della centrale idrica antincendio esistente (edificio 21).

10 QUADRO ECONOMICO

In considerazione della tipologia di lavorazioni e tenuto conto di quanto previsto dal nuovo Codice degli Appalti, si ipotizza il seguente quadro economico:

LAVORI		
A.	LAVORI A CORPO	
	Lavori a Corpo	€ 105.000.000,00
B.	COSTI SICUREZZA NON SOGGETTI A RIBASSO D'ASTA	
	Costi della Sicurezza calcolati al 3% sull'importo lavori	€ 3.150.000,00
C.	ATTUAZIONE MISURE PREVENZIONE E REPRESSIONE CRIMINALITÀ E TENTATIVI DI INFILTRAZIONE MAFIOSA NON SOGGETTO A RIBASSO	
	Importo Misure Attuative	€ 25.000,00
D.	OPERE DI MITIGAZIONE E DI COMPENSAZIONE DELL'IMPATTO AMBIENTALE E SOCIALE - COSTI PER IL MONITORAGGIO AMBIENTALE	
	Costi Monitoraggio Ambientale	€ 200.000,00
	Costi Opere di Mitigazione e Compensazione (1% di A)	€ 1.050.000,00
E.	SOMME A DISPOSIZIONE DELLA STAZIONE APPALTANTE	
	Totale Somme a disposizione della Stazione Appaltante	€ 17.963.596,31
Totale Costo OPERE		€ 127.388.596,31

L'importo lavori scaturisce dall'adozione della soluzione tipologica "impalcato a giorni su pali" nell'ipotesi di gestione dei sedimenti di dragaggio più cautelativa.

11 CRONOPROGRAMMA

FASE PROGETTAZIONE

In considerazione dei livelli di progettazione da sviluppare, secondo il nuovo Codice degli Appalti, si prevedono le seguenti fasi:

FASI ATTUATIVE PROGETTAZIONI		GIORNI
1	Rilievi, accertamenti ed indagini, caratterizzazione ambientale	210
2	Redazione del progetto di fattibilità tecnica ed economica	160
3	Verifica del progetto di fattibilità tecnica ed economica	30
4	Redazione del progetto esecutivo compreso PSC	60
5	Verifica del progetto esecutivo	30

La durata delle attività progettuali e delle indagini, compresa la verifica, è stata stimata in **490 giorni** solari e consecutivi, esclusi i tempi necessari per le sospensioni connesse alle valutazioni/approvazioni dei documenti progettuali.

FASE LAVORI

In considerazione della tipologia di lavorazioni e tenuto conto di quanto previsto dal nuovo Codice degli Appalti, per l’esecuzione dei lavori si prevedono le seguenti fasi:

FASI ATTUATIVE LAVORI		GIORNI
1	Gara Appalto	270
2	Lavori	900
3	Collaudo tecnico - amministrativo	180

12 PRIME INDICAZIONI SICUREZZA

Il presente capitolo viene redatto allo scopo di fornire le prime indicazioni per la tutela della salute e della sicurezza sui luoghi di lavoro, connesse con le lavorazioni in progetto relativo ai lavori per la Realizzazione di un nuovo Pontile Chiapparo all'interno della Stazione Navale Mar Grande e il Comprensorio di Maricommi.

12.1 Inquadramento normativo

La salute e sicurezza dei lavoratori nei luoghi di lavoro è disciplinata dal D.Lgs. 9 aprile 2008 n. 81 recante "Attuazione dell'articolo 1 della legge 3 agosto 2007, n. 123, in materia di tutela della salute e della sicurezza nei luoghi di lavoro mediante il riordino e il coordinamento delle medesime in un unico testo normativo" che si applica a tutti i settori di attività, privati e pubblici, e a tutte le tipologie di rischio.

Nel dettaglio si riportano a seguire gli specifici riferimenti all'interno del succitato decreto che normano i contenuti degli elaborati inerenti alla sicurezza sui luoghi di lavoro:

- Piano di Sicurezza e Coordinamento - [Allegato XV, punto 2.1.4, D.Lgs. 81/2008];
- Planimetrie del cantiere - [Allegato XV, punto 2.1.4, D.Lgs. 81/2008];
- Profili altimetrici del cantiere - [Allegato XV, punto 2.1.4, D.Lgs. 81/2008];
- Cronoprogramma (diagramma di Gantt) - [Allegato XV, punto 2.1.2, lett. i) D.Lgs. 81/2008];
- Analisi e valutazione dei rischi - [Allegato XV, punto 2.1.2, lett. c) D.Lgs. 81/2008];
- Stima dei costi della sicurezza - [Allegato XV, punto 4, D.Lgs. 81/2008];
- Fascicolo con le caratteristiche dell'opera - [Art. 91 comma 1, lett. b) e Allegato XVI, D.Lgs. 81/2008].

12.2 Indicazioni generali per il coordinamento della sicurezza in fase di progettazione

I contenuti del presente capitolo fanno altresì riferimento al c. 2 dell'art. 17 del D.P.R. n. 207/2010 relativamente alla identificazione e alla descrizione dell'opera in rapporto alla localizzazione del cantiere e relativa descrizione del contesto in cui è prevista l'area di cantiere, nonché la descrizione sintetica dell'opera, con riferimento alle scelte progettuali preliminari.

L'applicazione del D.Lgs. 81/2008 e s.m.i., avvia l'attività che il coordinatore deve svolgere in fase di progettazione attraverso la redazione delle prime indicazioni e disposizioni per la stesura dei piani di sicurezza. Tale attività viene successivamente implementata, in sede di redazione della progettazione definitiva, dallo stesso coordinatore in fase di progettazione attraverso l'aggiornamento del documento contenente le prime indicazioni e disposizioni per la stesura dei piani di sicurezza, e in sede di progettazione esecutiva, attraverso la redazione del Piano di Sicurezza e

Coordinamento, ai sensi dell'art. 100 del suddetto D.Lgs., e la redazione del Fascicolo Tecnico dell'Opera.

Pertanto, nei cantieri rientranti nella fattispecie di cui al comma 3 dell'art. 90 del D.Lgs. 81/2008, l'Amministrazione committente procederà alla nomina del Responsabile dei Lavori che viene generalmente a coincidere con il Responsabile Unico del Procedimento, ai sensi del punto c) del comma 1 dell'art. 89 del citato D.Lgs., avvalendosi del Coordinatore per la sicurezza in fase di progettazione e di esecuzione.

Il coordinatore per la sicurezza in fase di progettazione, secondo quanto disposto al comma 1 dell'art. 91 del D.Lgs. 81/2008 e s.m.i., dovrà redigere gli elaborati previsti (piano e fascicolo) interfacciandosi con il progettista in modo da individuare le fasi critiche e le lavorazioni caratterizzate da maggior livello di rischio per i lavoratori, al fine di prevedere e prescrivere le ricorrenti misure di prevenzione e sicurezza.

Il coordinatore per la progettazione provvederà, in relazione ai lavori progettati ed ai rischi connessi con l'esecuzione degli stessi, alla stima analitica dei costi per l'attuazione dei piani e delle misure di sicurezza, il cui importo appositamente inserito nel quadro economico generale del progetto, come specificato al punto 4.1.4 dell'allegato XV del testo unico in materia di sicurezza, non è soggetto a ribasso d'asta.

Coerentemente con le prime indicazioni e disposizioni per la stesura dei piani di sicurezza redatte in sede di PFTE e successivo aggiornamento redatto in sede di Progettazione Definitiva, nell'ambito della Progettazione Esecutiva verrà definitivamente implementata e strutturata l'attività di coordinamento sicurezza in fase di progettazione attraverso la redazione del Piano di Sicurezza e Coordinamento, documento contrattuale al quale devono attenersi tutte le imprese coinvolte nella realizzazione dell'opera, e del Fascicolo Tecnico dell'Opera.

Nel Piano verranno analizzate e conseguentemente pianificate le azioni più opportune per la cooperazione ed il dialogo tra le diverse imprese all'interno del cantiere, prevedendo e prevenendo i rischi che potrebbero insorgere nelle varie fasi lavorative.

Sul piano specificatamente operativo, in fase di redazione del PSC si provvederà ad analizzare criticamente il progetto al fine di individuare preventivamente i fattori di rischio particolari, le fasi critiche, le eventuali sovrapposizioni e le lavorazioni caratterizzate dal maggior livello di rischio per i lavoratori, prescrivendo quindi adeguate misure di sicurezza, la cui attuazione, come detto, è oggetto di apposita stima analitica da parte del Coordinatore della Sicurezza in fase di progettazione che redigerà il computo metrico estimativo dei relativi costi non soggetti a ribasso per l'attuazione del PSC (punto 2 dell'allegato XV del D.Lgs. 81/2008 e s.m.i.).

Il Piano verrà inoltre corredato da una apposita Planimetria di Cantiere indispensabile per la fase di accantieramento e di allestimento delle opere provvisorie, riportante la recinzione, i percorsi, la cartellonistica, i servizi igienico-assistenziali, le aree di stoccaggio dei materiali, dei rifiuti, ecc., nonché le limitazioni e gli accorgimenti che l'impresa esecutrice dovrà operare nella conduzione del cantiere, da aggiornarsi in continuo fino alla fase di smobilizzo dello stesso.

Il Coordinatore in fase di progettazione, oltre alla redazione del PSC dovrà predisporre il Fascicolo tecnico dell'opera, ai sensi della lettera b) del comma 1 dell'art. 91 del D. Lgs. 81/2008, al fine di prevedere e prescrivere complessivamente le misure di sicurezza generali ed individuali, in termini di adeguata sistemazione delle aree di cantiere e dotazione dei lavoratori di Dispositivi di Protezione Individuali, promuovendo nel contempo le necessarie azioni di cooperazione tra le imprese e la

formazione ed informazione dei lavoratori.

12.3 Indicazioni metodologiche per la stesura dei piani di sicurezza

In relazione alla descrizione e contestualizzazione dell’opera, il livello progettuale in questione richiede la definizione delle prime indicazioni e disposizioni per la stesura del Piano di Sicurezza e di Coordinamento (PSC) attraverso l’esposizione dell’approccio metodologico, degli argomenti e dei contenuti da trattare. Ed analogamente le prime indicazioni sulla redazione del Fascicolo dell’Opera per la manutenzione delle opere previste in progetto.

In riferimento al software generalmente utilizzato, si riporta una descrizione schematica dei suddetti punti inerenti alla metodologia di prestazione del servizio in questione.

Il Piano di Sicurezza e Coordinamento sarà strutturato in due parti, ossia: parte 1) prescrizioni e principi generali per la gestione del PSC e parte 2) elementi costitutivi il PSC per fasi di lavoro e sarà costituito da:

- relazione tecnica;
- individuazione fasi procedimento attuativo;
- valutazione rischi in rapporto al sito;
- pianificazione e programmazione lavorazioni.

Il Piano di Sicurezza e Coordinamento svilupperà i seguenti contenuti:

- identificazione e descrizione opera;
- indirizzo cantiere;
- descrizione area di cantiere;
- descrizione sintetica opera, con riferimento alle scelte progettuali, architettoniche, strutturali e tecnologiche;
- individuazione soggetti con compiti sicurezza;
- responsabile dei lavori;
- coordinatore sicurezza fase progettazione;
- relazione concernente l’individuazione, l’analisi e la valutazione dei rischi concreti, in riferimento all’area ed all’organizzazione del cantiere, alle lavorazioni ed alle loro interferenze;
- scelte progettuali ed organizzative;
- misure preventive e protettive, in riferimento all’area di cantiere, all’organizzazione del cantiere ed alle lavorazioni;
- prescrizioni operative, misure preventive e protettive e dispositivi di protezione individuale, in riferimento alle eventuali interferenze tra le lavorazioni;
- misure di coordinamento relativo all’uso comune da parte di più imprese e lavoratori autonomi,

di apprestamenti, attrezzature, infrastrutture, mezzi e servizi di protezione collettiva;

- modalità organizzative della cooperazione e del coordinamento, nonché reciproca informazione, fra i datori di lavoro e tra questi ed i lavoratori autonomi;
- organizzazione prevista per il servizio di pronto soccorso, antincendio ed evacuazione dei lavoratori;
- durata prevista delle lavorazioni, delle fasi di lavoro e, quando la complessità dell'opera lo richieda, delle sottofasi di lavoro che costituiscono il cronoprogramma dei lavori, nonché l'entità presunta del cantiere espressa in uomini-giorno;
- stima dei costi della sicurezza;
- tavole esplicative di progetto relative agli aspetti della sicurezza, comprendenti almeno una planimetria e, se necessario, un profilo altimetrico ed una breve descrizione delle caratteristiche idrogeologiche del terreno o il rinvio ad una specifica relazione se già redatta;
- diagramma di GANTT con la stima delle tempistiche delle varie fasi lavorative;
- valutazioni di pericolosità per tipo di rischio;
- elenco e definizione di eventuali rischi chimici;
- schede con il dettaglio dei rischi e delle modalità di esecuzione dei lavori;
- schede con il dettaglio dei rischi e delle modalità di utilizzo delle macchine;
- analisi puntuale e specifica dei rischi provenienti dalla particolare ubicazione del cantiere.

Il PSC conterrà altresì tutte le indicazioni necessarie per la redazione del Piano Operativo di Sicurezza (POS), documento che il datore di lavoro dell'impresa esecutrice redige, in riferimento al singolo cantiere interessato, ai sensi dell'art. 18 del D.Lgs. 81/08, e la proposta di adozione delle schede di sicurezza per l'impiego di ogni singolo macchinario tipo allegate al PSC in forma esemplificativa.

Se, in considerazione della natura dell'area di cantiere e, nel caso in esame, segnatamente in relazione all'immobile, si rendesse necessaria anche la redazione del documento di valutazione dei rischi da interferenze, l'appaltatore dovrà farsi carico anche della redazione del DUVRI, ai sensi art. 26 comma 3 del D.Lgs. 81/2008.

IL DUVRI consente quindi al Datore di Lavoro di promuovere la cooperazione ed il coordinamento al fine di eliminare o comunque ridurre al minimo i rischi dovuti alle interferenze nelle lavorazioni oggetto dell'appalto, attraverso:

- l'individuazione e l'attuazione delle misure di prevenzione e protezione rischi sul lavoro inerenti alle lavorazioni appaltate;
- coordinare gli interventi di prevenzione e protezione dai rischi cui sono esposti i lavoratori;
- la reciproca informazione di tali misure.

12.4 Rischi particolari presenti in cantiere

Ai sensi dell'allegato XI del D.Lgs.81/08 è opportuno precisare che, tra i lavori comportanti rischi particolari per la sicurezza e la salute dei lavoratori nel cantiere in questione, sono stati individuati, in via preliminare, soprattutto quelli relativi alle seguenti componenti appresso evidenziate:

Lavori comportanti rischi particolari per la sicurezza e la salute		Presenza	
1	Lavori che espongono i lavoratori a rischio di seppellimento o di sprofondamento a profondità superiore a 1,50 m o a caduta dall'alto da altezza superiore a 2,00 m se particolarmente aggravati dalla natura dell'attività o dei procedimenti attuati oppure dalle condizioni ambientali del posto di lavoro o dell'opera.	SI	
2	Lavori che espongono i lavoratori a sostanze chimiche o biologiche che presentano rischi particolari per la sicurezza e la salute dei lavoratori oppure comportano un'esigenza legale di sorveglianza sanitaria.	SI	
3	Lavori con radiazioni ionizzanti che esigono la designazione di zone controllate o sorvegliate, quali definite dalla vigente normativa in materia di protezione dei lavoratori dalle radiazioni ionizzanti.		NP
4	Lavori in prossimità di linee elettriche aeree a conduttori nudi in tensione.		NO
5	Lavori che espongono ad un rischio di annegamento.	SI	
6	Lavori in pozzi, sterri sotterranei e gallerie.	SI	
7	Lavori subacquei con respiratori.	SI	
8	Lavori in cassoni ad aria compressa.		NO
9	Lavori comportanti l'impiego di esplosivi.		NO
10	Lavori di montaggio o smontaggio di elementi prefabbricati pesanti.	SI	

12.5 Analisi e valutazione dei rischi correlati e/o correlabili all'area e all'organizzazione del cantiere

L'elenco, sicuramente non esaustivo, dei rischi rilevabili e connessi con l'area di cantiere e la sua organizzazione, nonché quelli rilevabili e connessi alle lavorazioni e alle loro interferenze è sintetizzato nella seguente tabella:

Descrizione rischio	Valutazione rischio
Rischio interferenza con lavorazioni relative ad altri cantieri limitrofi	1
Rischio interferenza con la viabilità	3
Rischio interferenza con sottoservizi (acquedotto, fognatura, rete elettrica, ecc.)	3
Rischio interferenza con opere esistenti	3
Rischio caduta dall'alto	3
Rischio seppellimento	3
Rischio caduta materiali dall'alto	3
Rischio inalazione polveri/rischio biologico	2
Rischio di tagli	2
Rischio di vibrazioni	1
Rischio di elettrocuzione	3

In relazione alla precedente tabella di valutazione del rischio, a seguire si riporta la tabella degli indici di stima di gravità del rischio:

Indici di stima di gravità del rischio	
Rischio nullo	0
Rischio basso	1
Rischio medio	2
Rischio elevato	3
Rischio grave	4

12.6 Valutazione del rischio dovuto alla presenza di ordigni bellici inesplosi

La valutazione del rischio inerente alla presenza di ordigni bellici, rientra tra gli obblighi del coordinatore per la progettazione come espressamente previsto dall'art. 91 comma 2bis del D.Lgs. n. 81/2008 e la stessa deve intendersi riferita alle attività di scavo di qualsiasi profondità e tipologia.

Il rischio derivante dal rinvenimento di un ordigno bellico inesplosivo non è quasi mai escludibile a priori, poiché, per questa tipologia di rischio, la magnitudo (ovvero il danno che può derivarne) è sempre alta e pertanto occorre valutare al meglio la probabilità del rinvenimento.

L'analisi delle probabilità di ritrovamento di un ordigno bellico inesplosivo passa attraverso alcune fasi obbligate, che mirano alla raccolta di tutte le informazioni disponibili sul sito oggetto di intervento (informazioni storiche relative ad eventi legati a conflitti bellici, natura del terreno, tipologia di utilizzo, preesistenze, ecc) e si articola in analisi storica e documentale ed eventualmente analisi strumentale.

12.6.1 Valutazione del rischio dovuto alla presenza di ordigni bellici inesplosi

Gli elementi da conoscere ai fini di una più corretta valutazione del rischio bellico si possono sintetizzare nel seguente elenco:

- bombardamenti aerei strategici (produzione bellica/sistema trasporti);
- bombardamenti aerotattici (supporto di fuoco ravvicinato);
- combattimenti terrestri (fuoco di artiglieria, mortai, controcarri);
- campi minati schierati a ridosso di posizioni difensive/vie facilitazione;
- depositi occultati di munizioni ed esplosivi;
- aree di smaltimento veloce di munizionamento (corpi d'acqua);
- fonti umane o documentali che attestano che l'area geografica nella quale si colloca il sito di interesse è stata interessata da eventi bellici durante la 1^a o la 2^a Guerra Mondiale;
- il sito rientra tra gli obiettivi di un potenziale interesse militare durante la guerra (stazione ferroviaria, porto, area industriale, linea di comunicazione stradale o ferroviaria, aree stoccaggio di carburanti, di materie prime, di mezzi meccanici, ecc.);
- il sito rientra all'interno di un cerchio con raggio pari a 2,5 Km da un obiettivo di potenziale interesse militare durante la guerra;
- il sito rientra all'interno oppure in prossimità di centri urbani che sono stati oggetto di bombardamenti a tappeto durante la 2^a G.M;
- il sito ricade in prossimità di aree interessate da sbarchi dal mare, soggette a preventivo bombardamento aeronavale;
- il sito ricade in prossimità di aree che sono state teatro di combattimenti terrestri (linee difensive, o itinerari di penetrazione);
- il sito ricade in prossimità di aree che nel passato sono state già interessate da attività di bonifica sistematica, che hanno portato al rinvenimento di ordigni bellici;
- il sito ricade in prossimità di aree che nel passato sono state già interessate da ritrovamenti occasionali di ordigni bellici oggetto di intervento da parte dei nuclei artificieri delle Forze Armate;
- il sito in passato ha avuto un uso militare (deposito munizioni, opere di fortificazioni permanente, postazioni di artiglieria contraerei o costiera, ecc.);
- acquisizione informazioni relative a ritrovamenti ordigni bellici c/o Uffici Pubblici competenti quali Reparti militari artificieri competenti, Stazioni Carabinieri, Prefetture, Protezione Civile, reperimento di informazioni storiche da parte di associazioni civili legati alla Resistenza come le Associazioni dei Partigiani (ANPI), nonché di notizie fornite dagli abitanti del luogo.

12.6.2 Analisi strumentale sul posto con rilevatore di masse ferrose (magnetometro)

Nell'ambito delle attività di Bonifica Bellica, ossia delle attività volte a ricercare, localizzare e

scoprire qualsiasi ordigno esplosivo residuo bellico, oltre a quanto esplicitato nel precedente paragrafo, ai fini di una valutazione sito-specifica più puntuale del rischio bellico, si può procedere ad una verifica in situ mediante l'utilizzo del “magnetometro”, il quale misura le variazioni spaziali del campo magnetico terrestre dovute alla presenza nel terreno di corpi magnetizzati (bombe).

L'eventuale anomalia magnetica riscontrata (differenza tra il valore misurato in un punto ed il valore normale per quell'area) è dovuta dalla presenza di un corpo magnetico nel sottosuolo. Inoltre, detta anomalia serve anche a fare una prima stima delle dimensioni del corpo magnetico, poiché quanto più intensa sarà l'interferenza magnetica tanto maggiore sarà la massa del corpo sepolto e di conseguenza minore sarà la profondità.

I risultati ottenibili sono maggiormente affidabili nei casi in cui il terreno inglobante possieda deboli proprietà magnetiche e le masse ferrose siano consistenti oppure poco profonde.

12.6.3 Cenni storici sulla Base Navale di Taranto durante la 2° guerra mondiale

La base navale di Taranto, durante la seconda guerra mondiale, era bene attrezzata per la riparazione delle unità navali danneggiate grazie soprattutto alla disponibilità di grandi bacini di carenaggio ed alla presenza nel suo arsenale di tutti i pezzi di ricambio per i macchinari e le armi. Pertanto, durante il conflitto è stata più volte oggetto di pesanti attacchi da parte delle forze alleate.

Senza dubbio, l'attacco più importante che la base navale subì durante il conflitto, avvenne nella notte tra l'11 ed il 12 novembre 1940 durante l'operazione denominata “Operation Judgement”.

L'attacco fu condotto da aerosiluranti imbarcati della Royal Navy britannica che sferrarono un importante colpo alla flotta italiana della Regia Marina dislocata nel porto di Taranto.

Successivamente questo assalto condotto dalle forze britanniche nella storiografia italiana viene denominato la “Notte di Taranto”.

12.6.4 Valutazione finale del grado di rischio residuale

Da quanto sopra esposto si può desumere che la base navale di Taranto così come tutte le altre basi navali della Marina Militare Italiana, durante il secondo conflitto mondiale, sono state oggetto di pesanti bombardamenti e di conseguenza il rischio dovuto alla presenza di ordigni bellici inesplosi non è da sottovalutare poiché il rischio residuo è abbastanza alto.

13 ALLEGATI

- A.1 QUADRO CONOSCITIVO DEL SITO: INDAGINI DI CARATTERIZZAZIONE DISPONIBILI
- B ELABORATI GRAFICI:
 - B.1 INQUADRAMENTO TERRITORIALE
 - B.2 STRALCI CARTOGRAFICI
 - B.3 PLANIMETRIA GENERALE
 - B.4 ELABORATI GRAFICI SOLUZIONE PROGETTUALE INFRASTRUTTURA:
ALTERNATIVA 1
 - B.5 ELABORATI GRAFICI SOLUZIONE PROGETTUALE INFRASTRUTTURA:
ALTERNATIVA 2
 - B.6 ELABORATI GRAFICI SOLUZIONE PROGETTUALE INFRASTRUTTURA:
ALTERNATIVA 3
 - B.7 ELABORATI GRAFICI IMPIANTI ELETTRICI
 - B.8 ELABORATI GRAFICI IMPIANTI MECCANICI
- C DETERMINAZIONE DEI CORRISPETTIVI AI SENSI DEL DM 17/06/2016
- D COMPUTO METRICO ESTIMATIVO RILIEVI E INDAGINI