



# AVAMPORTO DI RIMINI

## COMPLETAMENTO OPERE DI DIFESA FORANEE

“Fondo per la progettazione di fattibilità delle infrastrutture e degli insediamenti prioritari per lo sviluppo del Paese, nonché per la project review delle infrastrutture già finanziate - secondo l'art. 202 del Codice dei Contratti Pubblici (Dlgs 50/2016 e s.m.i.), definito dal Decreto del Ministro delle infrastrutture e dei trasporti n. 171 del 10 maggio 2019 e dal Decreto direttoriale n. 8060 dell'8 agosto 2019”

## PROGETTO DI FATTIBILITA' TECNICO-ECONOMICA



### ELABORATO 1: RELAZIONE ILLUSTRATIVA GENERALE

Codice elaborato: S20162-P1-RE-01-0

#### PROGETTISTI:

Ing. Matteo Bernardi

Ing. Nicolò Albani

Ing. Davide Merli



REV.	DATA	REDATTO	CONTROLLATO	APPROVATO
0	Ottobre 2023	Ing. N. Albani	Ing. M. Bernardi	Ing. M. Bernardi
1				
2				

#### RESPONSABILE DEL PROCEDIMENTO:

Ing. Alberto Dellavalle

#### SUPPORTO AL RUP:

Ing. Massimo Paganelli

Ing. Enrico Miani

Dott. ssa Elena Favi

---

## INDICE

1. PREMESSA3
2. ELABORATI DI PROGETTO5
3. RICHIAMI STORICI7
4. CARATTERISTICHE DEL PORTO DI RIMINI10
5. ESAME OPERE DI DIFESA ESISTENTI11
6. ESAME DI STUDI, PROGETTI14
7. ESAME DEI MONITORAGGI COSTIERI18
8. QUADRO ESIGENZIALE21
9. ESAME DELLE ALTERNATIVE PROGETTUALI26
10. SOLUZIONE PROGETTUALE INDIVIDUATA29
11. STUDI SPECIALISTICI30
  - 11.1. Studio di propagazione del moto ondoso30
  - 11.2. Studio modellazione idromorfodinamica costiera32
  - 11.3. Studio geologico-geotecnico35
12. NUOVO AVAMPORTO: DESCRIZIONE DELLE OPERE37
13. RISULTATI ATTESI40
  - 13.1. Incremento livelli di sicurezza in termini di manovrabilita' delle imbarcazioni40
  - 13.2. Incremento livelli di sicurezza navi ormeggiate42
14. MATERIALI IMPIEGATI PER LA COSTRUZIONE44
15. PRIME INDICAZIONI PER LA SICUREZZA45
16. CRONOPROGRAMMA DEI LAVORI47
17. STIMA ECONOMICA DELL'INTERVENTO48
  - 17.1. Stima dell'importo lavori48
  - 17.2. Quadro economico49
18. IMPATTO AMBIENTALE53
19. CONCLUSIONI54

## 1. PREMESSA

Il presente documento è redatto nell'ambito del progetto di fattibilità tecnica ed economica per la realizzazione dell'intervento denominato "Avamposto di Rimini – Completamento opere di difesa foranee" e costituisce aggiornamento rispetto alla prima stesura approvata con Deliberazione di Giunta Comunale n. 295 del 09/08/2022.

Premesso che:

- Per l'attuazione del 1° lotto – Molo di Levante, ritenuto più urgente per la messa in sicurezza dell'imboccatura del porto, il Comune di Rimini ha ottenuto un finanziamento Regionale nell'ambito del Bando per la riqualificazione del sistema dei porti regionali e porti e approdi comunali della Regione Emilia-Romagna per complessivi 1.500.000,00 euro, così come approvato con D.D. n. 20468 del 26/10/2022. Il Comune di Rimini ha finanziato mediante risorse proprie la restante quota parte di oneri;
- La convenzione relativa al finanziamento Regionale, sottoscritta in data 25/11/2022, prevedeva di completare le procedure di affidamento dei lavori per la realizzazione dell'intervento finanziato entro dodici mesi decorrenti dalla data di concessione delle risorse (pertanto entro il 24/11/2023);
- Il Comune di Rimini al fine di rispettare tali tempistiche ha provveduto ad affidare gli incarichi professionali necessari alla redazione del progetto definitivo/esecutivo del 1° lotto – Molo di Levante già a partire dai primi giorni di dicembre 2022.
- Il Comune di Rimini, in relazione al livello di progettazione di fattibilità tecnico economica, con nota prot. n. 0018990/2023 del 18/01/2023 ha avviato l'iter di verifica di assoggettabilità a VIA ai sensi dell'art.19 del D.Lgs. 152/2006, in quanto il progetto ricade nella tipologia elencata nell'Allegato II-bis alla Parte Seconda del D.Lgs.152/2006, al punto 2B denominata "porti e impianti portuali marittimi, fluviali, lacuali, compresi i porti con funzione peschereccia, vie navigabili"
- Il Comune di Rimini, in relazione al livello di progettazione definitiva-esecutiva, con nota prot. 0081793/2023 del 08/03/2023 ha avviato l'iter di approvazione mediante l'istituto della Conferenza di Servizi ai sensi dell'artt. 14 c.2, 14 bis c.7 e 14 ter L.241/1990. Sono state svolte n. 2 sedute di Conferenza di Servizi rispettivamente in data 30/03/2023 e 12/07/2023 nell'ambito delle quali sono stati acquisiti i pareri favorevoli e le indicazioni degli enti a vario titolo coinvolti nel progetto. La chiusura di tale procedimento rimaneva subordinata all'esito del procedimento di verifica di assoggettabilità a VIA.
- Il "Ministero per l'Ambiente e la Sicurezza Energetica - Direzione Generale Valutazioni Ambientali Divisione V – Procedure di valutazione VIA e VAS" ha inoltrato con nota acquisita agli atti prot. n. 0284796 del 14/08/2023 la notifica di emissione del provvedimento in data 10/08/2023 (Decreto Direttoriale n. 385), nel quale si decretava che il progetto di fattibilità tecnico economica in oggetto doveva essere sottoposto a procedimento di VIA.

Tutto ciò premesso, alla luce della necessità di sottoporre a procedimento di VIA il progetto in esame, si è reso necessario integrare il progetto di fattibilità tecnica ed economica per la realizzazione dell'intervento denominato "Avamposto di Rimini – Completamento opere di difesa foranee" con particolare riguardo alle seguenti tematiche:

- 
- caratteristiche del porto del porto di Rimini, in relazione all'evoluzione storica;
  - esame delle opere di difesa esistenti;
  - esame di studi e progetti precedentemente svolti per l'area del porto di Rimini;
  - esame dei monitoraggi costieri;
  - individuazione del quadro esigenziale;
  - esame delle alternative progettuali, compresi i confronti tra Progettisti, Tecnici del Comune di Rimini, Operatori del porto e i rappresentanti delle Forze dell'Ordine
  - studi specialistici a supporto della progettazione;
  - descrizione della configurazione e delle caratteristiche scelte per le opere foranee del nuovo avamposto, comprese le caratteristiche dei materiali da costruzione e le principali lavorazioni previste nel progetto;
  - risultati attesi in termini di sicurezza;
  - stima dell'importo lavori e quadro economico dell'opera.

Ai fini della procedura di VIA, è stato inoltre elaborata la documentazione prevista da normativa ed in particolare:

- Studio Impatto Ambientale (SIA), comprensivo di Piano di Monitoraggio Ambientale (PMA);
- Sintesi non tecnica dello Studio di Impatto Ambientale.

## 2. ELABORATI DI PROGETTO

### RELAZIONI

1. Relazione illustrativa generale
2. Relazione geologico geotecnica e sismica e relativi allegati (allegati da 1.1 a 1.6: indagini geognostiche pregresse disponibili per l'area in esame; allegato 2: indagini geognostiche in situ realizzate nell'aprile 2021; allegato 3: elaborazione delle prove CPTU realizzate nell'aprile 2021; allegato 4: calcolo del potenziale di liquefazione; allegato 5: stima dei cedimenti)
3. Studio di propagazione del moto ondoso – elaborato da Geco Sistema Srl
4. Relazione idraulica
5. Studio Impatto Ambientale (SIA)
6. Relazione paesaggistica
7. Prime indicazioni e prescrizioni per la stesura dei Piani di Sicurezza
8. Sintesi non tecnica dello Studio di Impatto Ambientale
9. Studio modellazione idromorfodinamica costiera – elaborato da Geco Sistema Srl
10. Studio modellazione impatto atmosfera e clima – elaborato da Geco Sistema Srl
11. Studio modellazione impatto rumore – elaborato da Geco Sistema Srl

### ELABORATI GRAFICI

1. Inquadramento area vasta
2. Stralcio PSC, corografia
3. Planimetria attuale (con rilievo topografico della darsena)
4. Rilievo batimetrico dell'area oggetto di intervento
5. Planimetria delle indagini geognostiche e sezioni stratigrafiche
6. Planimetria generale di progetto scala 1:2000
7. Planimetria generale di progetto scala 1:1000
8. Dighe a scogliera pianta e sezioni
9. Cantierizzazione

### ALLEGATI ALLO STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE (SIA)

1. Deliberazione di Giunta Comunale n. 295 del 09/08/2022 - approvazione progetto di fattibilità tecnico – economica denominato *“Avamposto di Rimini – Completamento opere di difesa foranee”*
2. Delibera di Giunta Regionale n. 785 del 3 giugno 2009 approvazione screening relativo al progetto definitivo denominato *“Soluzioni per la messa in sicurezza dell'imboccatura ed il miglioramento della navigazione in prossimità del porto canale di Rimini. 2^ soluzione parziale di medio periodo”*
3. Deliberazione di Giunta Comunale n. 344 del 06/10/2009 - approvazione progetto definitivo denominato *“Soluzioni per la messa in sicurezza dell'imboccatura ed il miglioramento della navigazione in prossimità del porto canale di Rimini. 2^ soluzione parziale di medio periodo”*
4. Progetto definitivo denominato *“Soluzioni per la messa in sicurezza dell'imboccatura ed il miglioramento della navigazione in prossimità del porto canale di Rimini. 2^ soluzione*

*parziale di medio periodo” approvato con Deliberazione di Giunta Comunale n. 344 del 06/10/2009 – tavola 03 “Soluzione di medio periodo”*

5. Progetto definitivo denominato *“Soluzioni per la messa in sicurezza dell’imboccatura ed il miglioramento della navigazione in prossimità del porto canale di Rimini. 2^ soluzione parziale di medio periodo”* approvato con Deliberazione di Giunta Comunale n. 344 del 06/10/2009 – tavola 05 “Soluzione di lungo periodo”
6. Campagna di monitoraggio triennale svolte da ARPAE *periodo dal 2012 al 2014 svolta a seguito della realizzazione dell’attuale molo di Levante (lavori completati nel 2011) - Allegati da 6.1 a 6.3*
7. *Campagna di monitoraggio triennale svolte da ARPAE periodo dal 2016 al 2018 svolta a seguito della realizzazione dell’attuale molo di Ponente (lavori completati nel 2015)- Allegati da 7.1 a 7.3*
8. Campagna di monitoraggio triennale baia di San Giuliano (2020 – 2023) – Allegati da 8.1 a 8.6
9. Caratterizzazione fondali dell’area prospiciente l’attuale imboccatura del porto (2016)
10. Caratterizzazione fondali dell’area prospiciente l’attuale imboccatura del porto (2023)

### 3. RICHIAMI STORICI

Nella zona alla foce del fiume Ariminus (l'odierno Marecchia), già abitata in precedenza dagli Etruschi, dagli Umbri, dai Greci, dai Piceni e dai Galli, nell'anno 268 a.C. i Romani "fondarono" la Colonia di Diritto Latino di Ariminum (Rimini). Alcuni ritengono che in epoca romana il porto di Rimini, molto importante per l'economia cittadina, si trovasse nella zona dell'attuale stazione ferroviaria; di questo porto oggi non rimangono segni.



Figura 1 Particolare del cosiddetto "Mosaico delle barche", II sec. d.C.

Dopo il declino dell'epoca tardo antica e alto medievale, a partire dal secolo XI si ebbe una ripresa dei commerci e dei traffici mercantili; fu costruito un nuovo porto ricavato dalla foce del fiume Marecchia. Da quel momento il mantenimento della sicurezza e funzionalità del porto si è scontrato con le difficoltà legate al controllo delle piene fluviali e alla necessità di mantenere il canale libero dai materiali litoidi trasportati dal fiume.

All'inizio del secolo XV, con Carlo Malatesta, si registrano importanti opere di stabilizzazione e fortificazione dell'ultimo tratto del Marecchia come ripristino del porto canale per i danni dovuti a piene e inondazioni.



Figura 2 Tempio Malatestiano, Cappella dei pianeti, Bassorilievo del Cancro - Veduta del Porto di Rimini – Agostino di Duccio, metà XV sec.

In epoca pontificia, nonostante la decadenza dei traffici marittimi, dovuta alle nuove rotte atlantiche e all'egemonia turca sul Mediterraneo, il porto di Rimini rimase il più importante della

Romagna sia per la pesca che per il commercio di prodotti agricoli, tra cui grano, vino e olio. La manutenzione del porto, ritenuto fondamentale per la vita economica cittadina, fu garantita da una bolla pontificia emanata nel 1537, che impose ai centri del contado la partecipazione al pagamento delle spese.

Il periodo di prosperità del porto di Rimini si protrasse fino a circa la metà del XIX secolo; ancora nel 1839 il porto di Rimini risulta essere il porto più grande dello Stato Pontificio per imbarcazioni e per addetti (superando Ancona, Anzio e Civitavecchia).

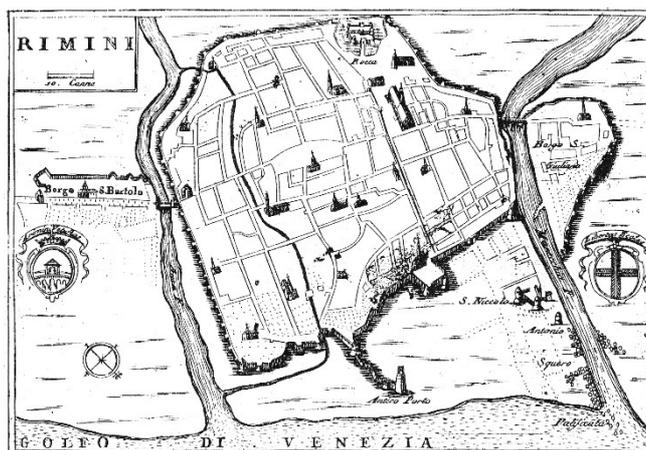


Figura 3 Pianta di Rimini nel 1708

Nonostante la nascita dell'economia balneare di Rimini (il primo "Stabilimento privilegiato dei Bagni Marittimi" è stato inaugurato nel 1843), il porto negli anni successivi entrò in un periodo di grave crisi e ridimensionamento. Secondo i dati riportati dall'Enciclopedia Treccani all'inizio del XX secolo il tonnellaggio delle merci (carboni, legname, ghiaia e zolfo) sbarcate o imbarcate presso il porto di Rimini diminuì da 38.900 tonnellate (1903) a 23.701 tonnellate (1930).

Risale al periodo 1924-1930 la costruzione del "canale deviatore" del Fiume Marecchia, un alveo artificiale per allontanare dal centro cittadino gli effetti delle frequenti esondazioni. Per quanto riguarda il porto canale, furono così in gran parte risolti i problemi legati alle piene e alla deposizione di materiali litoidi trasportati dal fiume. L'attuale foce del Marecchia si trova quindi a circa 850 metri a O-S-O dell'imbocco del porto canale.



Figura 4 Viste del porto canale negli anni '30 e '60 del XX sec.

All'interno della zona portuale sono attivi alcuni cantieri ed officine dedicate alle unità da pesca ed alla nautica da diporto.

È stata infine inaugurata nel 2002 la darsena turistica Marina di Rimini, realizzata a ridosso del molo di ponente affiancandolo per tutta la sua lunghezza in modo da fornire uno specchio acqueo a forma di parallelogramma di superficie superiore ai 100'000 mq con banchine capaci di ospitare fino a 622 unità navali. La profondità del fondale all'interno della darsena è di circa 4 metri sul livello medio mare.

L'entrata alla darsena turistica si trova a circa 230 metri dall'imboccatura del porto.



Figura 5 Darsena turistica Marina di Rimini



Figura 6 Ortofotopiano del porto di Rimini e della foce del fiume Marecchia (volo anno 2005)

## 4. CARATTERISTICHE DEL PORTO DI RIMINI

Il Porto Regionale di Rimini, così come dettagliato nel documento *PORTI REGIONALI – Orientamenti per la pianificazione urbanistica e per l'esercizio delle funzioni regionali – Regione Emilia Romagna (2005)*, è caratterizzato da ambiti funzionali plurimi ed in particolare:

- peschereccio;
- turistico e diportistico;
- passeggeri;
- cantieristico;
- commerciale;
- unità Militari.

Rispetto a tale documento datato 2005, a seguito di approfondimenti svolti presso la Capitaneria di Porto di Rimini in qualità di ente competente per la regolamentazione degli accosti e degli ormeggi sulle banchine portuali, la situazione odierna risulta aggiornata secondo le disposizioni di cui alle Ordinanze n. 121/2002, n. 120/2004 e n. 40/2015 (consultabili sul sito istituzionale [www.guardiacostiera.gov.it/rimini](http://www.guardiacostiera.gov.it/rimini)).

Si riporta di seguito in sintesi la situazione odierna relativamente ai diversi ambiti funzionali :

- peschereccio: la flotta peschereccia di Rimini è la 1<sup>a</sup> per importanza e numero di imbarcazioni (pari a circa 70) della Regione Emilia - Romagna e costituisce la funzione storica del porto; l'occupazione complessiva delle banchine portuali dedicate a tale ambito è di circa 1000 m, considerando anche la possibilità nei tratti ove gli spazi lo consentano di un ormeggio in doppia fila; in particolare la Capitaneria di Porto di Rimini evidenzia come uso prioritario le operazioni di carico/scarico/stoccaggio di prodotto ittico connesse al commercio indotto dalle attività della flotta peschereccia;
- turistico e diportistico: l'occupazione complessiva delle banchine portuali dedicate a tale ambito è di circa 520 m, oltre alla Darsena di San Giuliano;
- passeggeri: l'occupazione complessiva delle banchine portuali dedicate a tale ambito è di circa 23 m, con possibilità ulteriore di ormeggio in fase di transito sul molo di Levante;
- cantieristico: si conferma l'area individuata nel documento del 2005, di estensione pari a circa 390 m;
- commerciale/lavori marittimi: ormeggio sulla banchina del molo di Levante e presso quella di piazzale Boscovich.
- unità Militari (Capitaneria, Guardia di Finanza): l'occupazione complessiva delle banchine portuali dedicate a tale ambito è di circa 177 m.

Il porto canale di Rimini ha una larghezza media di circa 42 metri (ma presenta una strettoia di circa 32 metri in corrispondenza di Piazzale Boscovich) e si estende per una lunghezza di 1690 metri verso l'interno della città. La profondità all'imbocco è di poco superiore ai 4 metri. L'ingresso alla darsena turistica, dai dati disponibili, presenta una limitazione di pescaggio non oltre i 3.50 metri.

## 5. ESAME OPERE DI DIFESA ESISTENTI

Il molo di levante si protrae oltre il molo di ponente per circa 370 metri, così da offrire riparo dai venti del I e II quadrante e dal moto ondoso prevalente proveniente da queste direzioni. I venti da Sud e da Ovest sono a Rimini influenti ai fini del moto ondoso prodotto, per effetto dell'estensione nulla o minima del "fetch" (lunghezza del tratto di mare su cui insiste e genera esiti l'azione di venti costanti).

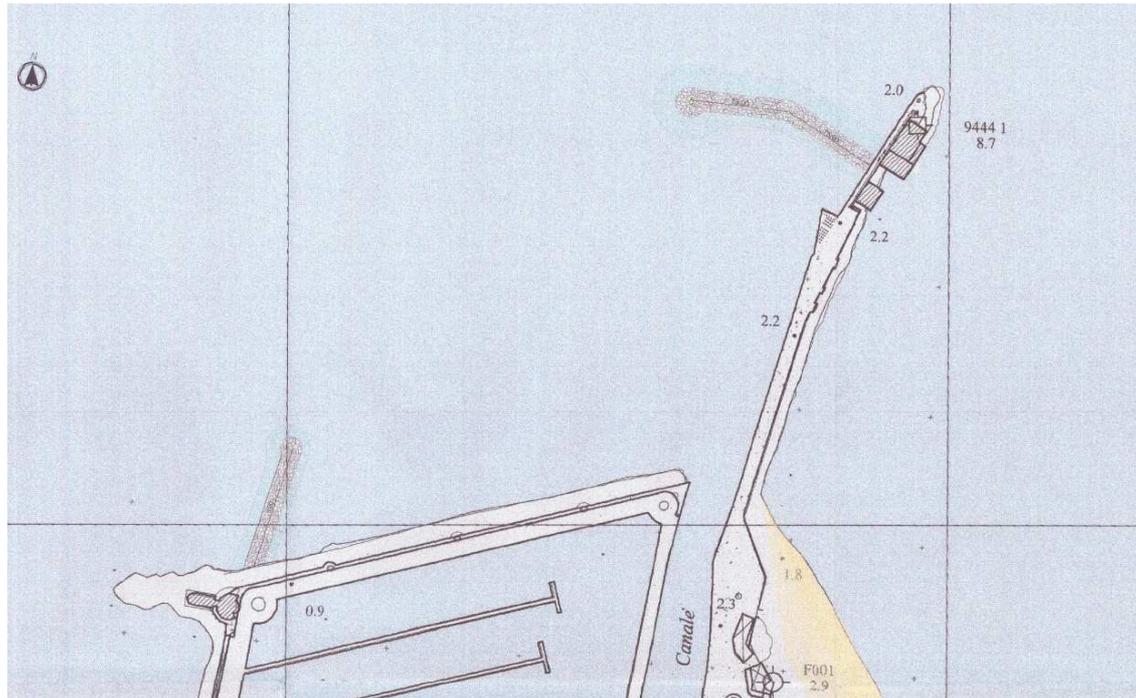
Ciononostante, risultava comunque pericoloso entrare in mare con venti di tramontana e di maestrale. Per questi motivi negli ultimi anni sono state progettate ed in parte realizzate ulteriori opere di protezione dell'imbocco del porto canale.



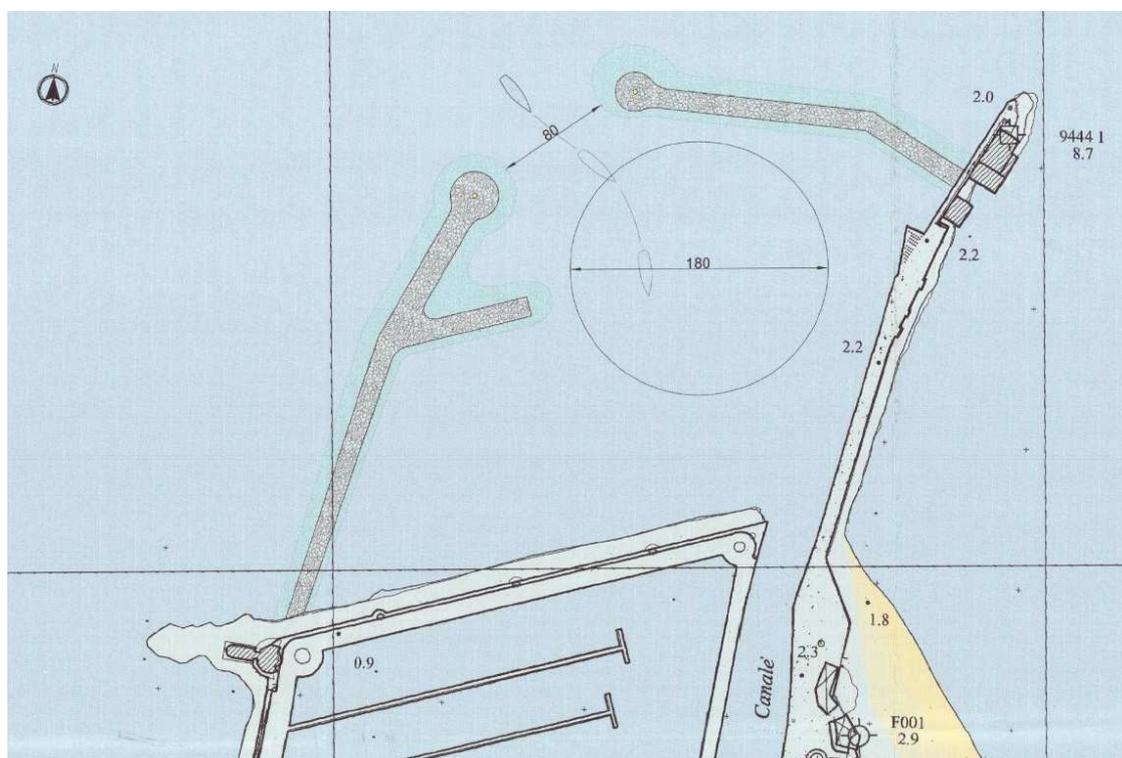
Figura 7 Configurazione attuale dell'imbocco del porto canale

**Pertanto** nel 2007 è stata affidata al Prof. Alessandro Mancinelli dell'Università Politecnica delle Marche la progettazione di una soluzione di medio periodo per l'abbattimento dell'agitazione ondosa in corrispondenza dell'imbocco del porto canale.

Il progetto definitivo denominato "Soluzioni per la messa in sicurezza dell'imboccatura ed il miglioramento della navigazione in prossimità del porto canale di Rimini. 2<sup>a</sup> soluzione parziale di medio periodo" è stato approvato dal Comune di Rimini con Delibera di Giunta Comunale n. 344 del 06/10/2009 ed è stato sottoposto a procedura di verifica ambientale di VIA (screening) da parte della Regione Emilia Romagna, che lo ha approvato con Delibera di Giunta Regionale n. 785 del 3 giugno 2009: tale progetto definiva le opere per la messa in sicurezza del porto da attuarsi nel medio periodo così come riportate nella seguente immagine:



Il progetto individuava inoltre, seppur a livello indicativo e con aspetti da approfondire ulteriormente, le opere marittime necessarie al completamento dell'avamposto sul lungo periodo così come riportate nella seguente immagine:



L'attuale configurazione dell'Avamposto di Rimini è dunque costituita dalle opere di medio periodo, che sono state realizzate in n. 2 stralci:

- 1<sup>a</sup> stralcio denominato "scogliera di Levante", approvato a livello esecutivo con Delibera di Giunta Comunale n. 228 del 29/06/2010 ed eseguito nel 2011: è stata realizzata una diga foranea di lunghezza 150 metri, radicata all'estremità del molo di levante, allo scopo di abbattere del 60% l'agitazione ondosa all'imbocco del porto canale.
- 2<sup>a</sup> stralcio denominato "scogliera di Ponente", approvato a livello esecutivo con Delibera di Giunta Comunale n. 118 del 14/05/2013 ed eseguito nel 2015: è stata realizzata una diga foranea di lunghezza 70 metri, radicata in corrispondenza dello spigolo N-O della darsena turistica, allo scopo di limitare l'insabbiamento dovuto ai materiali trasportati dalle piene del Marecchia

Entrambe le dighe hanno coronamento alla quota +3.00 metri slm (sezione corrente) e +3.50 metri slm (in testata).

Sono presenti i seguenti impianti per le segnalazioni luminose:

- segnale a lampi gialli all'estremità del molo di levante;
- segnale a lampi rossi alla testata della diga foranea di levante;
- segnale a lampi gialli alla testata della diga foranea di ponente;
- segnale a lampi verdi sulla testa dell'ingresso al porto canale lato Ovest;
- faro a ottica rotante, di portata 15 miglia nautiche, situato su torre di altezza di circa 27 metri posizionata sulla banchina di levante del porto canale a una distanza di 550 metri circa all'interno dell'imboccatura. In testata alla diga foranea di levante è presente un nautofono, attivo in condizioni di scarsa visibilità.

La profondità del fondale nella zona delimitata dalle dighe foranee sopra citate, dal molo di levante e dall'imbocco del porto canale, varia approssimativamente fra i 3.00 e i 5.00 metri dal livello medio mare, secondo il rilievo batimetrico effettuato nel mese di Aprile 2021.

Si evidenzia inoltre che tale area è sempre stata oggetto di interventi di dragaggio, al fine di mantenere nell'imboccatura del porto canale un sufficiente pescaggio per il transito dei natanti, pertanto il terreno di fondo, caratterizzato da una dominanza di sabbie fini, è stato ripetutamente rimaneggiato e si presenta eterogeneo, sciolto, diversificato.

## 6. ESAME DI STUDI, PROGETTI

Nell'ambito della redazione del presente progetto di fattibilità tecnico-economico sono stati preliminarmente esaminati tutti gli studi, documenti e modellazioni precedentemente svolti per l'area del porto di Rimini.

In particolare sono stati analizzati i seguenti studi ed elaborati:

### 1. Studio società Alpina Acque (dicembre 2002)

Tale studio preliminare prefigurava una serie di soluzioni per l'attenuazione dell'agitazione ondosa all'imboccatura del porto di Rimini. In prospettiva di lungo termine si proponeva di costruire in alternativa a tali soluzioni un nuovo avamposto.

### 2. Studio società HR Wallingford - Rapporto EX 4763 (2003)

Realizzato su incarico della Marina di Rimini, lo studio prende in esame le opzioni per migliorare e ridurre l'agitazione del moto ondoso dell'imboccatura del porto canale di Rimini.

Lo studio del moto ondoso è stato sviluppato con una base temporale di dati da Aprile 1987 – Marzo 2002 (circa 15 anni), ed avendo come obiettivo quello della valutazione degli effetti di alcune soluzioni progettuali in termini di riduzione del moto ondoso all'imboccatura del Porto Canale.

In tale studio si prospettavano 9 soluzioni alternative da realizzare in parte sul molo di levante ed in parte sulla diga del porto turistico, includendo anche la costruzione di un nuovo avamposto.

### 3. Studio idrologico ed idraulico del tratto terminale del fiume Marecchia finalizzato all'analisi del nodo idraulico di Rimini (2005)

Lo studio, commissionato dall'Autorità Interregionale di Bacino Marecchia – Conca, seppur ormai datato, costituisce il principale quadro di riferimento per la conoscenza dei regimi idrologico-idraulici del nodo idraulico tra fiume Marecchia e deviatore AUSA e della ripartizione delle portate tra alveo storico del Marecchia e Deviatore Marecchia. I valori di portata di tale studio sono stati considerati nel documento del presente progetto denominato "Studio modellazione idromorfodinamica" per valutare il trasporto solido considerando l'interferenza anche con il clima di moto ondoso.

### 4. Studio società HR Wallingford Rapporto EX 5846 (2008)

Lo studio, relativo al trasporto longitudinale potenziale dei sedimenti, è stato elaborato a supporto della redazione del progetto definitivo denominato "Soluzioni per la messa in sicurezza dell'imboccatura ed il miglioramento della navigazione in prossimità del porto canale di Rimini. 2<sup>a</sup> soluzione parziale di medio periodo", elaborato dal Prof. Alessandro Mancinelli dell'Università di Ancona e finalizzato al miglioramento della navigazione in prossimità del porto di Rimini.

Lo studio del moto ondoso ha elaborato i dati di moto ondoso per il periodo Ottobre 1986 – Marzo 2006 (circa 20 anni); definiti i climi di moto ondoso sottocosta (a profondità di -5 m s.l.m.m.) sono stati impiegati i modelli numerici per il trasporto dei sedimenti e per l'evoluzione della linea di costa.

Dai risultati di detti studi e modellazioni numeriche è stato possibile stimare l'effetto della realizzazione degli interventi previsti nella configurazione di Progetto Definitivo completa (configurazione finale nuovo avamposto) sulla morfodinamica della linea di riva nel tratto di litorale oggetto della convenzione (Spiaggia di S. Giuliano – Viserbella): le opere nella configurazione finale

dell'avamposto modificano l'evoluzione a lungo termine della spiaggia di S. Giuliano, in modo tale da incrementare le dimensioni del saliente a tergo della scogliera ad L (NB: con successivo progetto del 2020 tale scogliera è stata salpata).

Dallo studio emerge che il trasporto potenziale dei sedimenti sarà ancora tale da distribuire lungo la costa i sedimenti trasportati dallo scolmatore Marecchia e ci si aspetta che non ci siano impatti generati dalle nuove opere in progetto sul litorale a Nord-Ovest da Rivabella al porticciolo di Viserba.

#### **5. Progetto definitivo denominato *“Soluzioni per la messa in sicurezza dell'imboccatura ed il miglioramento della navigazione in prossimità del porto canale di Rimini. 2^ soluzione parziale di medio periodo”***

Tale progetto, redatto dal Prof. Alessandro Mancinelli dell'Università di Ancona, è stato approvato dal Comune di Rimini con Delibera di Giunta Comunale n. 344 del 06/10/2009 ed è stato sottoposto a procedura di verifica ambientale di VIA (screening) da parte della Regione Emilia Romagna, che lo ha approvato con Delibera di Giunta Regionale n. 785 del 3 giugno 2009.

Il progetto è stato supportato dallo studio elaborato dalla società HR Wallingford - Rapporto EX 5846 (2008): in tale studio si teneva in considerazione anche il fenomeno delle onde riflesse dalla diga foranea addossata al muro della Darsena Turistica, per attenuare la formazione di stati di mare incrociati sull'imboccatura portuale.

La soluzione messa a punto ha previsto la realizzazione di due bracci di scogliera, uno intestato sul molo di Levante di lunghezza pari a 150 m con lo scopo di abbattere l'agitazione ondosa provenienti dal I quadrante (N-E) ed il secondo di lunghezza pari a 100 m radicato in prosecuzione della diga lato Bellaria del porto turistico, con lo scopo di proteggere l'imboccatura da insabbiatura e dalle mareggiate provenienti da N. – N.O. (IV quadrante).

La soluzione elaborata per la messa in sicurezza dell'imboccatura a medio termine è stata condivisa mediante diverse conferenze dei servizi con tutti gli operatori portuali e con la Capitaneria di Porto ed è risultata essere quella che meglio risponde alle esigenze di abbattimento dell'energia ondosa di un valore pari a circa il 60% nel medio periodo.

Tale soluzione, come si evince dal titolo del progetto, è parziale in quanto scherma l'imboccatura portuale dalle onde provenienti dal I quadrante (N-E).

La soluzione progettuale individuava altresì una soluzione generale definitiva da realizzare nel lungo periodo con la costruzione di un avamposto che potrà risolvere definitivamente la problematica della messa in sicurezza dell'imboccatura del Porto Canale di Rimini, con riferimento anche allo stato di mare proveniente dal IV quadrante – venti di tramontana - maestro (N, NO).

#### **6. Delibera di Giunta Regionale n. 785 del 3 giugno 2009 *“Decisione in merito alla procedura di verifica (screening) concernente il progetto di *“Messa in sicurezza dell'imboccatura ed il miglioramento della navigazione in prossimità del porto canale di Rimini”****

Tale atto ha esaminato il Progetto definitivo denominato *“Soluzioni per la messa in sicurezza dell'imboccatura ed il miglioramento della navigazione in prossimità del porto canale di Rimini. 2^ soluzione parziale di medio periodo”* ed i relativi studi a supporto (Studio società HR Wallingford Rapporto EX 5846 (2008): in considerazione del limitato rilievo degli impatti ambientali negativi attesi in relazione ai benefici ambientali ed al miglioramento della navigazione, il provvedimento ha decretato di escludere il progetto dalla procedura di VIA.

Veniva altresì prescritto:

- il monitoraggio ambientale del tratto di costa prossimo alle infrastrutture;
- approfondimenti di natura geologica geotecnica per definire la tipologia di fondazioni in rapporto al terreno e all'opera da erigere.

**7. Progetto esecutivo denominato *“Soluzioni per la messa in sicurezza dell’imboccatura ed il miglioramento della navigazione in prossimità del porto canale di Rimini. 2^ soluzione parziale di medio periodo – 1^ stralcio”***

Tale progetto, redatto dal Prof. Alessandro Mancinelli dell'Università di Ancona, è stato approvato dal Comune di Rimini con Delibera di Giunta Comunale n. 228 del 29/06/2010 e realizzato nel 2011. Sono stati presi in esame elaborati esecutivi ed as-built.

In conformità a quanto indicato nel provvedimento di screening, sono stati eseguiti approfondimenti di natura geologica geotecnica per definire la tipologia di fondazioni in rapporto al terreno e all'opera da erigere:

- Dal calcolo dei cedimenti è stato appurato che i cedimenti massimi sono sopportabili dalle opere; in ogni caso è pratica usuale prevedere nel piano di manutenzione delle opere la ricarica di massi naturali in previsione di possibili cedimenti, per ristabilire la forma geometrica dell'opera.
- In merito al fenomeno di liquefazione dei terreni, lo studio condotto dal prof. Mancinelli conclude che lo spessore dello strato suscettibile di liquefazione è trascurabile e che la verifica a liquefazione può considerarsi soddisfatta.

In conformità a quanto indicato nel provvedimento di screening, a seguito dell'intervento è stato realizzato un monitoraggio ambientale di seguito descritto.

**8. Progetto esecutivo denominato *“Soluzioni per la messa in sicurezza dell’imboccatura ed il miglioramento della navigazione in prossimità del porto canale di Rimini. 2^ soluzione parziale di medio periodo – 2^ stralcio”***

Tale progetto, redatto dal Prof. Alessandro Mancinelli dell'Università di Ancona, è stato approvato dal Comune di Rimini con Delibera di Giunta Comunale n. 118 del 14/05/2013 e realizzato nel 2015. Per questo progetto valgono le medesime considerazioni già espone per il 1^ stralcio.

In ogni caso sono stati presi esame elaborati esecutivi ed as-built.

**9. Progetto definitivo - esecutivo denominato *“Interventi a difesa della costa e della balneazione – miglioramento ambientale del tratto di costa tra la fossa Sortie e il Deviatore Marecchia”***

Tale progetto, redatto dal Settore Infrastrutture e Qualità Ambientale del Comune di Rimini con il supporto del Prof. Alessandro Mancinelli dell'Università di Ancona, si è reso necessario per avviare un risanamento ambientale del tratto di litorale oggetto dell'intervento. Il risanamento ambientale è finalizzato a ridurre l'impatto visivo degli otto setti di scogliere emerse esistenti a partire dalla fossa Sortie verso la foce del deviatore Marecchia, migliorare la circolazione idrodinamica nell'area protetta dalle scogliere foranee in modo da aumentare la profondità dei fondali e diminuire il deposito dei materiali limosi.

## **10. Progetto definitivo - esecutivo denominato *“Interventi a difesa della costa e della balneazione a S. Giuliano Mare”***

Tale progetto, redatto dal Settore Infrastrutture e Qualità Ambientale del Comune di Rimini con il supporto del Prof. Alessandro Mancinelli dell'Università di Ancona, è stato approvato dal Comune di Rimini con Delibera di Giunta Comunale n. 62 del 25/02/2020 e realizzato nel 2020/2021.

La presenza dei moli portuali e di quelli del Deviatore Marecchia producono una sub-unità fisiografica in cui le variazioni della linea di riva sono quasi esclusivamente influenzate dalla diffrazione delle onde.

Allo stato attuale la presenza della scogliera foranea emersa con forma ad L determina la formazione di un tombolo e durante il periodo estivo la profondità dell'acqua si riduce, nell'area protetta dalla scogliera, a pochi centimetri.

Il progetto ha previsto il salpamento delle scogliera foranea emersa esistente nel tratto di litorale della spiaggia di S. Giuliano situato tra la foce del F. Marecchia ed il porto turistico di Rimini, al fine di incrementare la circolazione idrodinamica della baia e di conseguenza migliorare le condizioni ambientali e di balneabilità della spiaggia di San Giuliano, approfondendo i fondali nella zona protetta dalla scogliera foranea esistente, evitando la formazione del tombolo.

Sono stati presi in esame elaborati esecutivi e as built

## **11. . Bando Feamp 2014/2020 - Lavori di riqualificazione dell'area portuale annualità 2019**

Gli interventi hanno riguardato il ripristino strutturale della banchina del molo di levante “Capitan Giulietti” e delle strutture di fondazione delle bitte con la sostituzione di n. 7 bitte.

Contestualmente sono stati eseguiti interventi di ripristino strutturale della banchina del “Porto di Pesca” , comprensiva della ricostruzione delle strutture di fondazione di n. 10 bitte e la loro sostituzione.

## **12. Bando Feamp 2014/2020 - Lavori di riqualificazione dell'area portuale annualità 2022**

Gli interventi hanno riguardato la riqualificazione e l'ammodernamento dell'area portuale con nuove banchine e infrastrutture per le attività legate alla pesca.

Tra gli altri interventi si è reso necessario sostituire:

- in banchina destra n. 32 parabordi di attracco dei pescherecci;
- in banchina di sinistra n. 8 parabordi di attracco dei pescherecci.

## **13. Interventi di dragaggio e caratterizzazione dei sedimenti di fondale**

Il Comune di Rimini, nelle condizioni di attuale sistemazione del porto, ha la necessità di dragarne periodicamente l'imboccatura a causa dell'insabbiamento provocato principalmente dagli apporti solidi provenienti dal Fiume Marecchia.

Gli ultimi interventi di dragaggio dell'imboccatura sono stati svolti a distanza di 7 anni l'uno dall'altro (2016 e 2023).

Nell'ambito di tali interventi sono stati effettuata la caratterizzazione dei sedimenti secondo la normativa in vigore (rispettivamente Decreto del Ministero dell'Ambiente 24/01/96 e DM 173/2016). in dettaglio le analisi fisiche, chimiche e granulometriche effettuate sui campioni di sedimento hanno confermato una caratteristica prevalentemente pelitica dei sedimenti.

Per ulteriori dettagli si rimanda agli allegati 9 e 10.

## 7. ESAME DEI MONITORAGGI COSTIERI

A seguito della realizzazione delle opere di medio periodo sono state svolte campagne di monitoraggio topo-batimetriche e sedimentologiche svolta da ARPAE – Servizio IdroMeteoClima – Unità Mare e Costa a seguito della realizzazione dell'attuale configurazione del porto di Rimini ed in particolare:

- 1<sup>a</sup> stralcio pennello del molo di Levante (lavori completati nel 2011): campagna di monitoraggio svolta nel triennio successivo alla realizzazione dell'opera (2012-2014);
- 2<sup>a</sup> stralcio pennello del molo di Ponente (lavori completati nel 2015): campagna di monitoraggio svolta nel triennio successivo alla realizzazione dell'opera (2016-2018);

Tali campagne hanno interessato il tratto di costa da poco a sud del molo di Levante di Rimini fino alla prima scogliera parallela emersa a nord di Fossa Sortie (porticciolo di Viserba), in quanto contestualmente ai pennelli nel 2015 è stato realizzato anche il riassetto delle prime 7 scogliere a sud della Fossa Sortie, davanti il litorale di Viserba e pertanto si rendeva necessario monitorare gli effetti indotti anche in questa porzione di litorale.

Di seguito si riporta l'area interessata dal monitoraggio:



*Planimetria progetto di monitoraggio*

I risultati di tali campagne hanno dato riscontri positivi agli interventi effettuati in termini di stabilizzazione del litorale. A tal proposito si riporta in particolare uno stralcio delle risultanze del rapporto dell'ultima campagna del 2018, che può senz'altro essere assunta come conclusiva dei cicli di monitoraggio effettuati:

#### Area antistante la darsena di Rimini e asta terminale del porto canale

*“L’area antistante la diga foranea della darsena, delimitata a sud dal molo di levante del porto canale di Rimini, è stata interessata da sedimentazione di materiale).*

*Nel periodo marzo 2014 – marzo 2018 si calcola un deposito di oltre 45.000 m<sup>3</sup> di sedimento. La riduzione dell’intensità del moto ondoso, dovuta alla realizzazione, nel 2011, della scogliera innestata sull’estremità del molo di levante, da un lato ha migliorato l’accesso al porto canale, ma dall’altro ha determinato un incremento della deposizione di sedimento.*

*Il pennello, realizzato nel 2015 sul lato nord-ovest della darsena per ridurre le correnti e il trasporto solido, non è risultato sufficientemente efficace ad impedire l’insabbiamento dell’avamposto e, in particolare, dell’imboccatura del porto canale...”.*

#### Spiaggia di San Giuliano

*“La spiaggia emersa e sommersa di San Giuliano è in accumulo. Tra il marzo 2014 e quello del 2018 si calcola un aumento di volume di sedimento di oltre 20.000 mc, di cui circa 15.000 portati a rinascimento. La linea di riva non ha subito variazioni significative.”*

#### Spiaggia di Rivabella

*“La spiaggia di Rivabella, corrispondente al tratto di litorale difeso dalle prime 12 scogliere parallele emerse a nord del Deviatore Marecchia. conferma la tendenza al deposito di sedimento al retro di queste delle opere”.*

#### Area di intervento sulle 7 scogliere - Viserba – Fossa Sortie

*“Nell’intero periodo di monitoraggio si è avuto, complessivamente, il mantenimento della linea di riva, un accumulo di sedimento sulla spiaggia emersa e un approfondimento dei fondali a ridosso delle scogliere, sul lato terra.*

*In termini di volumi, in questo tratto di litorale si è avuto un accumulo di circa 13.000 m<sup>3</sup>.*

*A fronte di una dinamica meteo marina di un certa rilevanza nel periodo compreso tra maggio 2015 e marzo 2018, non si sono verificati persistenti fenomeni erosivi della spiaggia emersa e arretramenti della linea di riva.*

*Al termine della 3° campagna di monitoraggio si può, quindi, affermare che l’intervento di riassetto delle 7 scogliere sta rispettando gli obiettivi progettuali: aumento della circolazione idrica al retro delle scogliere, assenza di deposizione di sedimento fine e, in ultimo, assenza di significativi fenomeni erosivi”.*

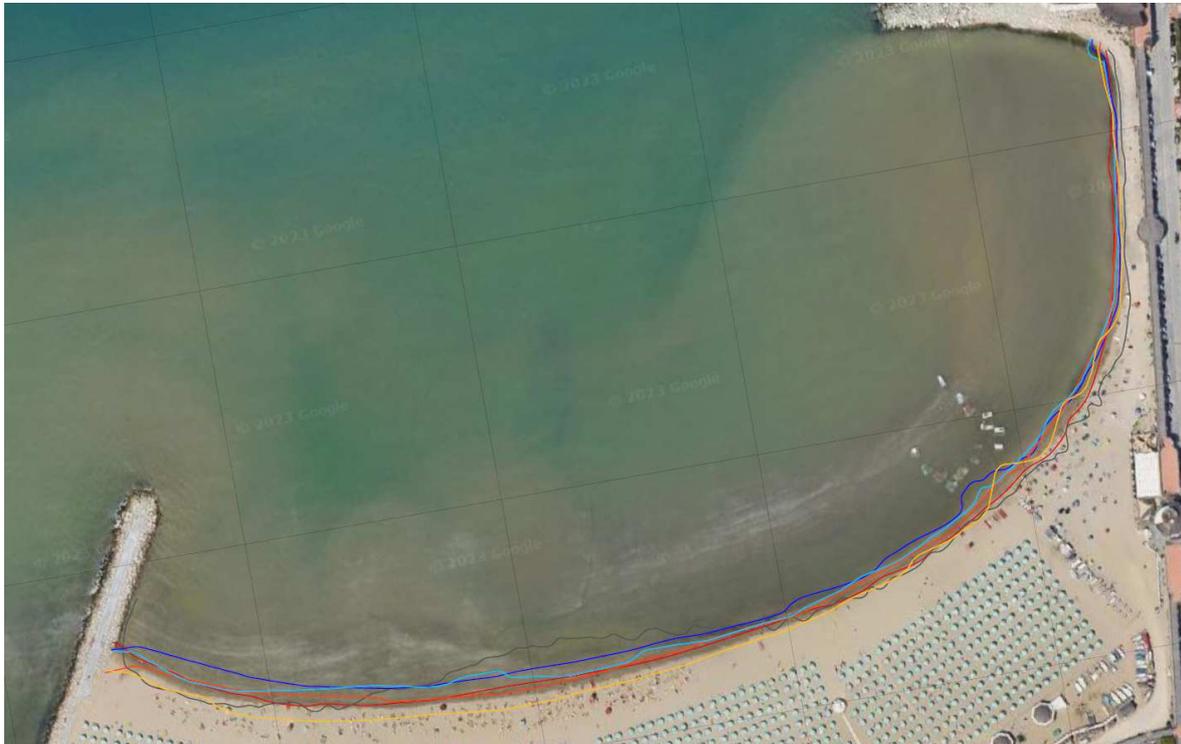
Tali risultanze sono state formalmente riprese nell’ambito del documento “Stato del litorale Emiliano-Romagnolo al 2018” redatto dalla Regione Emilia – Romagna e da ARPAE, che esamina il contesto più ampio della macrocella litoranea n.2 (che si estende dal molo di levante del porto canale di Rimini a quello di ponente del porto canale di Cesenatico), confermando una tendenza alla stabilizzazione/accumulo del litorale nel tratto interessato.

Successivamente, a seguito della realizzazione dell’intervento denominato “Interventi a difesa della costa e della balneazione a S. Giuliano Mare” sono state effettuate n. 6 campagne di monitoraggio topo-batimetriche specifiche per la baia di San Giuliano nel periodo tra fine 2020 e inizio 2023:

- Dicembre 2020,
- Aprile 2021
- Ottobre 2021
- Aprile 2022
- Ottobre 2022

- Aprile 2023

Dal raffronto degli elaborati grafici sulle diverse annualità (analisi diacronica della linea di riva), è stata riscontrata la sostanziale stabilità della linea di costa così come prevista da progetto, a meno di variazioni di piccola entità legate alla stagionalità e alle mareggiate intervenute, come si può vedere dall'immagine seguente tratta dall'ultima campagna di aprile 2023:



— Linea di riva Dicembre 2020

— Linea di riva Ottobre 2021

— Linea di riva Ottobre 2022

— Linea di riva Aprile 2021

— Linea di riva Marzo 2022

— Linea di riva 30 Marzo 2023  
(presenza duna invernale)

## 8. QUADRO ESIGENZIALE

La finalità del presente progetto di fattibilità tecnico-economica è quello di completare le opere di difesa foranee del Porto di Rimini, così come già delineate e previste nell'ambito del progetto definitivo denominato *"Soluzioni per la messa in sicurezza dell'imboccatura ed il miglioramento della navigazione in prossimità del porto canale di Rimini. 2^ soluzione parziale di medio periodo"*, redatto dal Prof. Alessandro Mancinelli dell'Università di Ancona ed approvato dal Comune di Rimini con Delibera di Giunta Comunale n. 344 del 06/10/2009.

Il completamento delle opere di difesa foranee per la realizzazione della configurazione definitiva dell'avamposto di Rimini consente di:

- completare la messa in sicurezza dell'imboccatura del Porto Canale di Rimini, migliorando di conseguenza l'accessibilità al porto canale, incrementando i livelli di sicurezza per le unità navali sia in termini di navigazione che di ormeggio;
- risolvere il problema dell'insabbiamento del porto: come risulta dalla campagna di monitoraggio del 2018, il pennello realizzato nel 2015 non è risultato sufficientemente efficace a tal proposito.

L'esigenza di procedere al completamento delle opere di difesa al fine di incrementare livelli di sicurezza del porto è emersa dall'analisi dei fatti avvenuti a partire dal 2015 (anno di realizzazione della scogliera radicata alla darsena) in poi, di cui di seguito si riportano gli eventi più significativi:

### **20/04/2017: naufragio di un'imbarcazione privata**

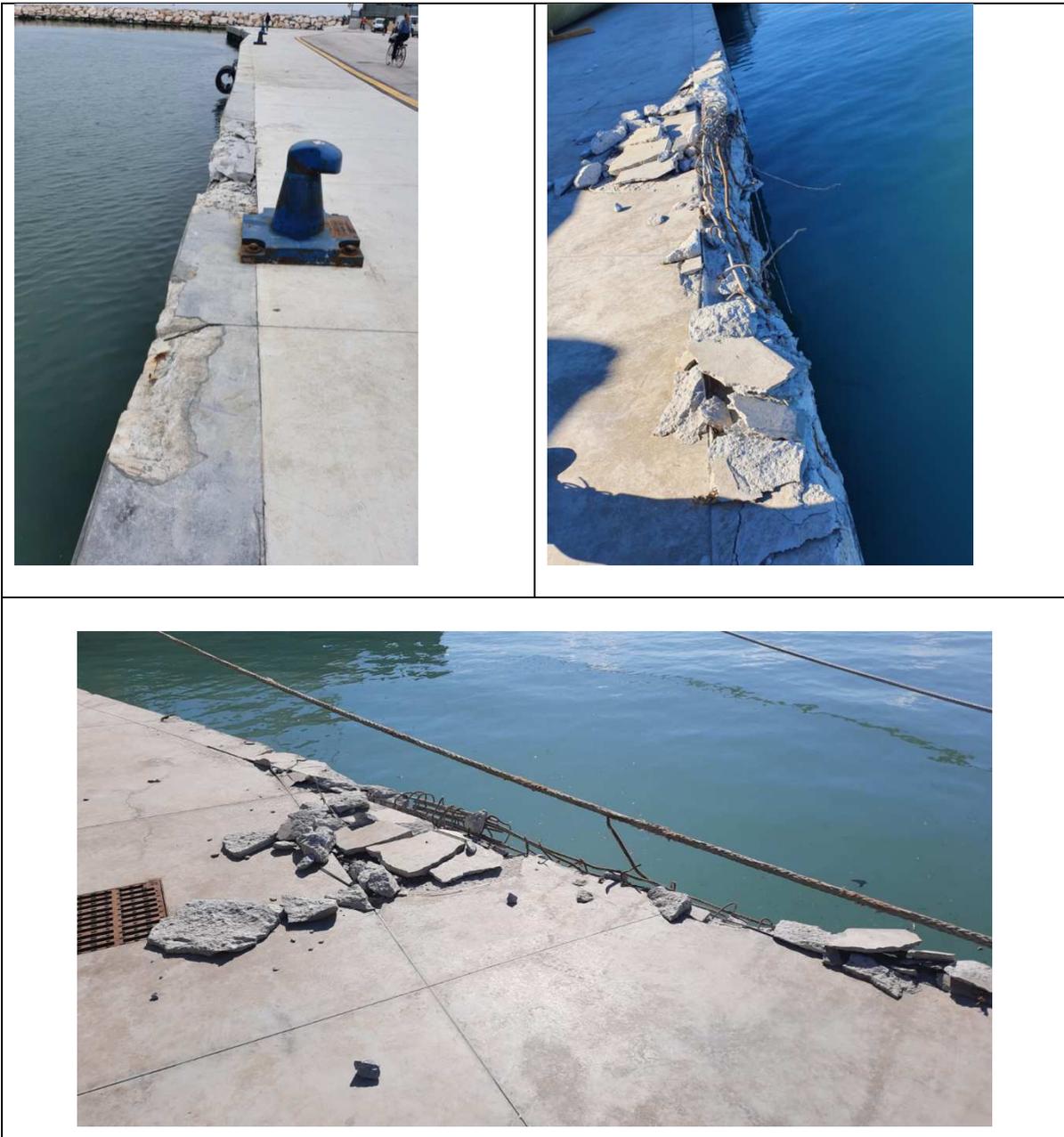
In fase di manovra di ingresso per cercare riparo nel porto di Rimini, un'imbarcazione da diporto privata è diventata ingovernabile e si è drammaticamente schiantata sulla diga foranea del molo di Levante. Nel naufragio hanno perso la vita quattro membri dell'equipaggio.



(fonte: <https://www.ilrestodelcarlino.it/rimini/cronaca/barca-scogli-naufragio-1.3052247>)

### 11 aprile 2022: intensa mareggiata con danni a barche e banchine

Nel corso di questo evento era ormeggiato in banchina, con regolare autorizzazione della Capitaneria di Porto di Rimini, il mezzo impiegato dalla società Heratech S.r.L per i lavori del “PSBO – Condotte Sottomarine a servizio della vasca di laminazione Ausa”.L’agitazione ondosa è stata tale da danneggiare la struttura di bordo banchina e causare la rottura di un parabordo.



(fonte: <https://www.ilrestodelcarlino.it/rimini/cronaca/notte-in-bianco-per-salvare-le-barche-la-regione-accelerai-lavori-al-porto-1.7557225>)

Il Bollettino del tempo sul Mediterraneo emesso C.O.MET. - METEOMAR – ITA il giorno venerdì 8 aprile 2022 prevedeva nell’Adriatico Settentrionale Sud 4 locali rinforzi poco nuvoloso visibilità molto buona Mosso parzialmente nuvoloso, e per il vento e moto ondoso Sud 6 Mare 3 SudOvest 4 Mare 3 Nord Ovest 7 Mare 5 Nord 5 mare 4, burrasche previste.

### 23 novembre 2022: intensa mareggiata di maestrale

La burrasca di maestrale ha causato una mareggiata con acqua alta sulla costa e venti che hanno raggiunto e in alcuni casi superato i 100 km/h nel comune di Rimini. Durante questo tipo di eventi, la banchina di Levante per l'attracco dei mezzi navali viene fortemente colpita con possibili conseguenze negative, come accaduto per l'evento precedente dell'11 aprile 2022.



(fonte: <https://archivio.chiamamicitta.it/il-maestrale-spazza-la-provincia-di-rimini-prima-neve-sui-monti-video-e-foto/>)

Il Bollettino del tempo sul Mediterraneo emesso alle ore 00:00/UTC del giorno lunedì 23 novembre 2022 dal C.O.MET. - METEOMAR – ITA avvisava di burrasca in corso e previste sul Mediterraneo Settentrionale Nord Est 7 in rotazione da Nord rovesci in attenuazione visibilità localmente discreta buona agitato in attenuazione tendenza SudOvest 3 parzialmente nuvoloso e e per il vento e moto ondosio Nord Ovest 4 mare 3 Ovest 1 mare 2 Sud Ovest 2 mare 1 Sud Ovest 2 mare 2.

### 23 gennaio 2023: intensa mareggiata con spostamento barche ormeggiate e danni alla banchina

L'ondata di maltempo ha provocato una mareggiata che ha spostato con forza le barche ormeggiate al porto dove le onde alte hanno valicato con prepotenza le banchine. Le alte onde hanno colpito anche il locale "Rockisland" ubicato sul Molo di Levante. Tronchi e rami sono stati trasportati a mare dalle correnti fluviali.

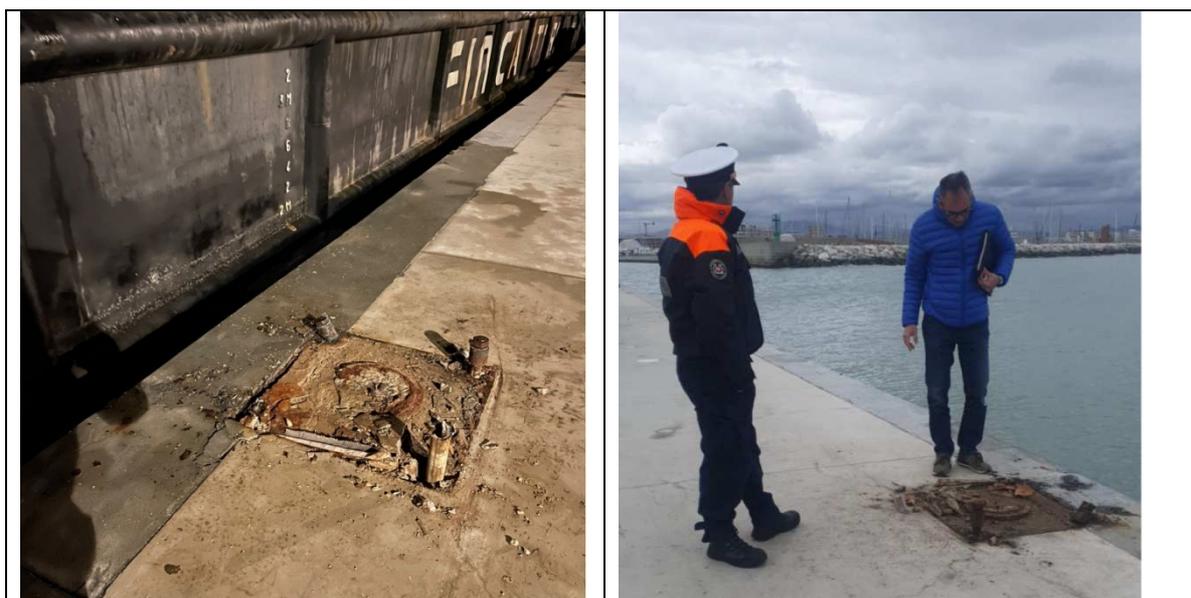


(fonte: <https://altarimini.it/news171051-rimini-la-mareggiata-sposta-le-barche-ingenti-danni-nel-porto.php>)

Il Bollettino del tempo sul Mediterraneo emesso alle ore 06:00/UTC del giorno lunedì 23 gennaio 2023 dal C.O.MET. - METEOMAR – ITA avvisava le burrasche in corso Nord Est 8 e prevedeva burrasche in rotazione e rinforzo a Est 9 pioggia visibilità buona localmente discreta molto agitato settore Ovest tendenza Est 7 isolati temporali settore Ovest.

### 14 Marzo 2023: intensa mareggiata con distacco bitta

Nel corso di questo evento era ormeggiato in banchina, con regolare autorizzazione della Capitaneria di Porto di Rimini, il mezzo impiegato dalla società Heratech S.r.L per i lavori del "PSBO – Condotte Sottomarine a servizio della vasca di laminazione Ausa". L'agitazione ondosa è stata tale da causare il distacco di una bitta.



L'intensa mareggiata del 14/03/2023 ha causato il distacco di una bitta.

---

Il Bollettino del tempo sul Mediterraneo emesso alle ore 06:00/UTC del giorno martedì 14 marzo 2023 dal C.O.MET. - METEOMAR – ITA avvisava di alcuni temporali in corso prevedeva burrasche sull'adriatico orientale con il vento e moto ondosso Nord 3 Mare3 Est 4 mare 3.

### Conclusioni

Gli eventi riportati hanno confermato la criticità dell'esposizione dell'imboccatura del porto alle onde provenienti dal IV quadrante (maestrale) e dai settori Nord (tramontana e bora), con conseguente pericolosità di manovre di navigazione e danneggiamenti rilevanti alle strutture interne al porto (banchine e arredi portuali quali bitte e parabordi del molo di Levante "Capitan Giulietti"), con relative difficoltà di mantenere ormeggiati in sicurezza i natanti.

A fronte di tali eventi, all'Amministrazione Comunale di Rimini sono pervenute a più riprese numerose istanze da parte degli operatori portuali (Cooperativa Pescatori, Club Nautico, Marina di Rimini), che chiedevano di completare il progetto dell'avamposto al fine di garantire maggiori tutele con riguardo alla governabilità dei natanti, specialmente per le manovre di entrata durante eventi meteorologici avversi, per il riparo delle unità da diporto e dei pescherecci.

La Capitaneria di Porto di Rimini ha chiesto inoltre di determinare i limiti di operatività delle banchine in oggetto e dei relativi arredi portuali (bitte e parabordi), che inevitabilmente risentono delle condizioni di mare e di vento soprattutto provenienti dal IV quadrante.

## 9. ESAME DELLE ALTERNATIVE PROGETTUALI

Il presente progetto di fattibilità tecnico – economica denominato “Avamporto di Rimini - Completamento opere di difesa foranea” è relativo alle opere necessarie al completamento della configurazione dell’avamporto a partire dalle opere di medio periodo già realizzate, dall’esame dei precedenti studi svolti e dal quadro esigenziale sopra riportato.

Tali interventi consistono nel prolungamento delle dighe foranee esistenti con funzione di barriera frangiflutto, la cui configurazione planimetrica è stata particolarmente attenzionata nell’ambito della presente attività di progettazione. Le problematiche principali da trattare sono:

- completare la messa in sicurezza dalle onde provenienti dal I quadrante (N-E), caratterizzate da maggior intensità e frequenza;
- mettere in sicurezza dalle onde provenienti dal IV quadrante (maestrale) e dai settori Nord (tramontana e bora) che, seppure meno frequenti, risultano problematici per la sicurezza della navigazione per via dei fenomeni di riflessione del moto ondoso legati anche alla presenza della scogliera posta a protezione della darsena turistica (che presenta una disposizione isorientata dei massi che accentua tale fenomeno);
- configurare un’imboccatura del porto che consenta le manovre di ingresso/uscita in sicurezza in caso di eventi meteorologici avversi;
- valutare l’inserimento delle nuove opere nel sistema costituito da porto canale, darsena turistica, foce del Deviatore Marecchia e baia di San Giuliano, con specifico riguardo a trasporto solido, insabbiamento della bocca di porto, effetti indotti sul litorale limitrofo.

Nell’ambito del presente progetto sono state sviluppate n. 2 alternative progettuali, al fine di individuare la soluzione che garantisca il migliore risultato in termini di sicurezza della navigazione, sicurezza di ormeggio ed il corretto inserimento nel sistema portuale.

Per entrambe le alternative progettuali sono state svolte simulazioni idrodinamiche per la valutazione dell’agitazione ondosa con l’ausilio dell’avanzato codice numerico ARTEMIS- TELEMAC. Nello sviluppo della progettualità il Comune di Rimini ha coinvolto i principali operatori portuali (Capitaneria di Porto di Rimini, Guardia di Finanza di Rimini – Reparto Aeronavale, Cooperativa Pescatori e Consulta del Porto di Rimini) per gli aspetti legati alla sicurezza della navigazione, al fine di assicurare un’ampia condivisione delle scelte progettuali.

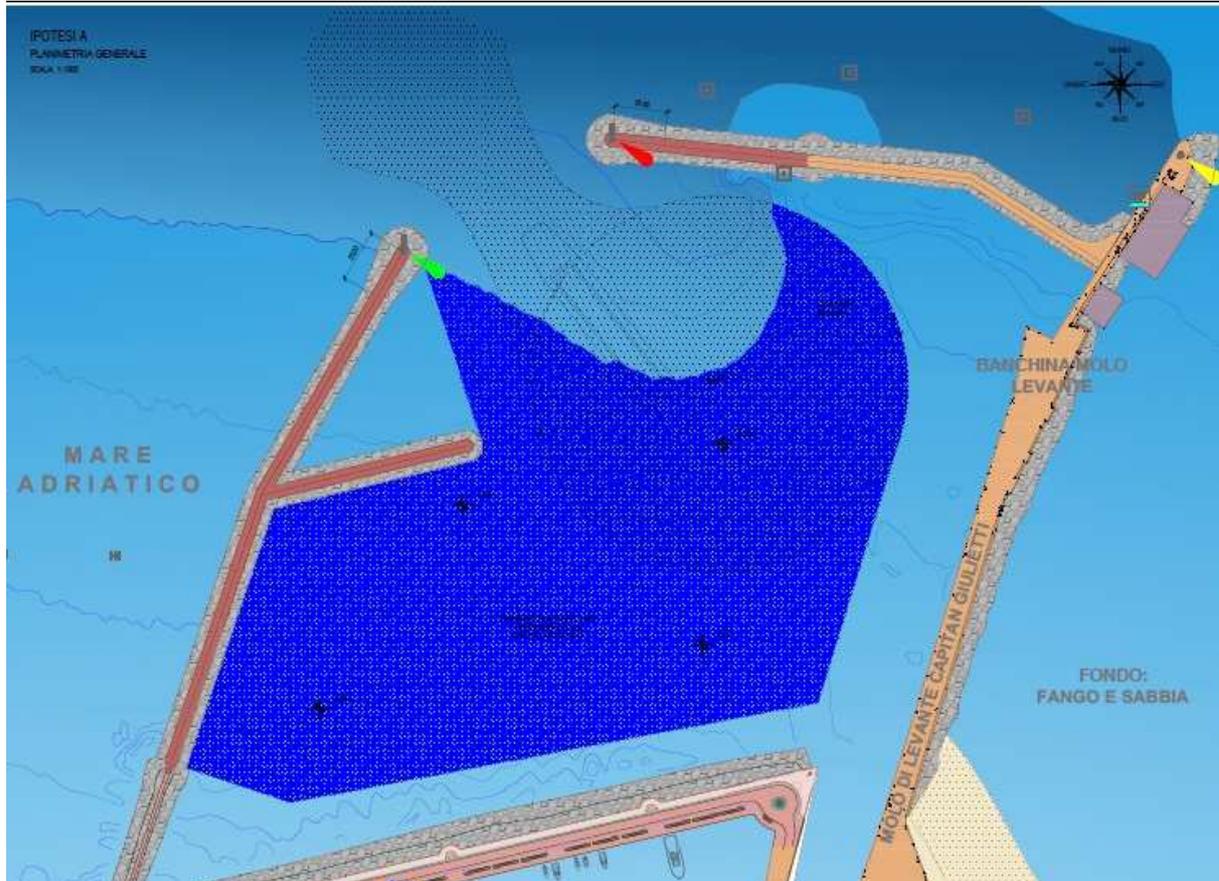
Di seguito si riporta in sintesi il percorso di condivisione:

- in data 14/07/2021: illustrati i primi risultati dello studio di propagazione del moto ondoso su configurazione attuale (stato di fatto)
- in data 16/11/2021 presentati i risultati dello studio di propagazione del moto ondoso per due diverse alternative progettuali di opere foranee;
- in data 17/12/2021 discussione aspetti di navigabilità per le operazioni SAR;
- in data 11/01/2022 discussione per la scelta definitiva della configurazione progettuale delle opere foranee.

Si espongono di seguito le alternative progettuali considerate e le considerazioni svolte.

### 1^ Alternativa progettuale

Le dighe foranee hanno conformazione che riprende quella del progetto “Soluzioni per la messa in sicurezza dell’imboccatura ed il miglioramento della navigazione in prossimità del porto canale di Rimini” già individuata nella soluzione di lungo periodo del progetto definitivo del 2009, con orientamento dell’imboccatura di ingresso all’avamposto a nord ovest ( $140^{\circ}$ - $320^{\circ}$ ) con larghezza pari a 100 m.



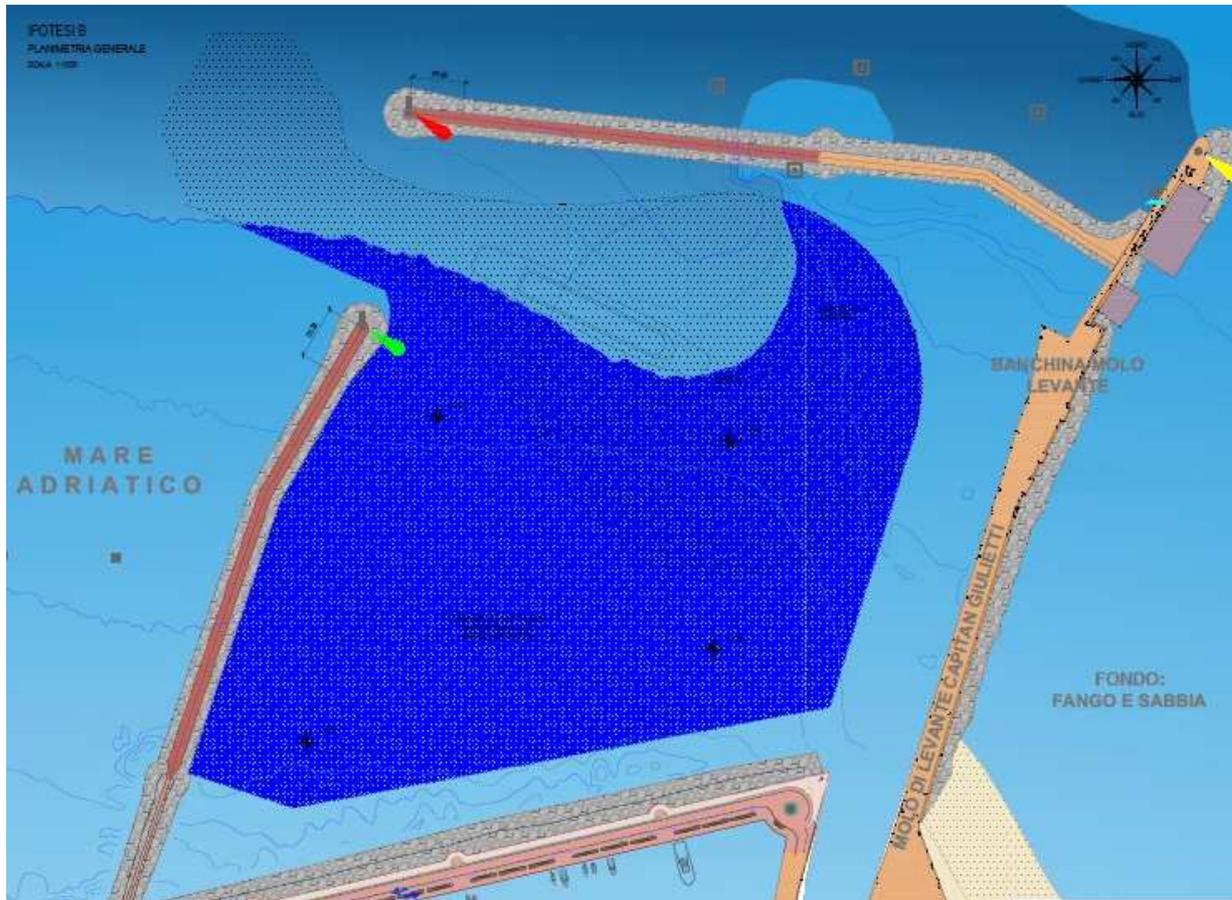
*Planimetria 1^ alternativa progettuale*

La 1^ alternativa, che ricalca il progetto di medio periodo elaborato dal prof. Mancinelli, garantisce, per le onde dal IV quadrante (maestrale) e dai settori Nord (tramontana e bora), che rappresentano il cemento più critico per il porto di Rimini, un valore di “altezza d’onda significativa”  $H_s$  massimo (associato ad un tempo di ritorno pari a 5 anni) all’interno dell’avamposto compreso fra i 0.60 m e 0.90 m.

La conformazione del molo di Ponente è stata progettata appositamente per accompagnare in maniera efficace il flusso dei sedimenti in sospensione provenienti dalla foce deviatore Marecchia al largo.

## 2^ Alternativa progettuale

Rispetto alla 1^ soluzione, la scogliera di levante è prolungata fino alla testata di quella di ponente ed inoltre quest'ultima risulta avere un'estensione ridotta ed un andamento planimetrico più rettilineo; l'imboccatura di ingresso all'avamposto pertanto risulta orientata ad ovest ( $100^{\circ}$ - $280^{\circ}$ ) con larghezza pari a 100 m.



*Planimetria 2^ alternativa progettuale*

La 2^ alternativa garantisce un valore di "altezza d'onda significativa"  $H_s$  massimo (associato ad un tempo di ritorno pari a 5 anni) inferiore a 0.50m.

Con questa configurazione la manovra di ingresso all'avamposto con venti ed onde dal IV e I quadrante prevede di accostare a sinistra fino all'allineamento per Est, con mare "al giardinetto di sinistra" (poppa sinistra), per unità monoelica e con rapporto massa/potenza limitato.

## 10. SOLUZIONE PROGETTUALE INDIVIDUATA

Dalle analisi e dai confronti effettuati sulle alternative progettuali è emerso quanto segue:

1. Per quanto riguarda la sicurezza della navigazione, dal confronto con gli operatori portuali è emerso che la 1<sup>a</sup> alternativa consente di effettuare manovre di ingresso in avamposto più sicure, specie per natanti da diporto/pescherecci, che in condizioni di mare avverso necessitano di maggiori tutele in relazione a manovre di entrata in porto rispetto ai mezzi SAR (Search and Rescue), che presentano caratteristiche di stabilità maggiori.
2. Per quanto riguarda l'inserimento delle opere nel complesso sistema portuale esistente, costituito da porto canale, darsena turistica e foce del Deviatore Marecchia, la 1<sup>a</sup> alternativa presenta un minor rischio di insabbiamento dell'imboccatura del porto per effetto dei sedimenti recapitati dal Deviatore Marecchia, in quanto la configurazione delle dighe foranee accompagna il flusso dei sedimenti al largo riducendo il rischio insabbiamento. La 2<sup>a</sup> alternativa, dato il maggiore ingombro planimetrico, potrebbe in questo senso provocare un maggior turbamento alla dinamica costiera rispetto alla condizione esistente.
3. La 1<sup>a</sup> alternativa presenta un'agitazione ondosa interna all'avamposto leggermente maggiore rispetto alla 2<sup>a</sup> alternativa progettuale, che in ogni caso non incide sulla sicurezza dei natanti ma più che altro in termini di comfort delle imbarcazioni ormeggiate. In tal senso si precisa che nello specchio acqueo dell'avamposto ormeggiano solo occasionalmente natanti per lavori portuali quali motopontoni e chiatte, che non necessitano standard di comfort particolari.

**Alla luce di tutte le motivazioni precedentemente esposte ed al termine del percorso di condivisione avviato con gli operatori portuali portatori di interesse per l'intervento, la soluzione individuata per la configurazione dell'avamposto di Rimini risulta la 1<sup>a</sup> alternativa progettuale, che privilegia una maggior manovrabilità in ingresso al porto dei natanti che necessitano di maggiori tutele in condizioni di mare avverso nonché un miglior inserimento delle opere nel contesto del porto.**

### Articolazione dell'intervento in lotti funzionali

Le opere in progetto si prestano ad essere eseguite per lotti funzionali ed in particolare:

- 1° lotto – Molo di Levante
- 2° lotto – Molo di Ponente

In data 15/07/2022 è stato effettuato un incontro con gli operatori portuali, da cui è emerso che risulta prioritaria l'esecuzione del 1° lotto -Molo di Levante nella sua configurazione finale, al fine di garantire la messa in sicurezza dell'imboccatura del porto per mareggiate e venti provenienti da N.E. (eventi meteorologici prevalenti), aspetto che fin dal principio è stato alla base del progetto, con effetti di riduzione dell'agitazione ondosa immediati.

Successivamente è prevista la realizzazione del 2° lotto - Molo di Ponente: la sua attuazione consente di proteggere l'imboccatura da insabbiatura e dalle mareggiate provenienti da N. – N.O.

## 11. STUDI SPECIALISTICI

### 11.1. STUDIO DI PROPAGAZIONE DEL MOTO ONDOSO

Nell'ambito del presente progetto sono stati effettuati approfondimenti modellistici dello stato del mare e dell'agitazione ondosa interna all'avamposto, di cui si riportano di seguito le principali caratteristiche. Per la descrizione di dettaglio si rimanda al documento denominato "Studio di propagazione del *moto ondoso*", elaborato dalla società Geco Sistema Srl.

L'analisi meteomarina e dei principali stati di mare è fondata su un set di dati di onda sintetici reperiti dal database del modello Copernicus, la cui affidabilità è stata accertata mediante sovrapposizione con i dati registrati dalla boa ondometrica Nausicaa posta al largo di Cesenatico.

Su tali dati sono stati elaborati diagrammi polari che mostrano le direzioni d'onda che per frequenza e altezza significativa costituiscono le forzanti più gravose per il sistema porto.

Dalle analisi emergono i seguenti stati di mare significativi:

Tempo di ritorno 5 anni				Tempo di ritorno 10 anni				Tempo di ritorno 50 anni			
Dir	Hs	Tm	Tp	Dir	Hs	Tm	Tp	Dir	Hs	Tm	Tp
N-O (292.5° ÷ 337.5°)	0.8	3.8	8.3	N-O (292.5° ÷ 337.5°)	0.9	4.0	9.1	N-O (292.5° ÷ 337.5°)	1.0	4.5	11.0
N (-22.5° ÷ 22.5°)	1.5	5.3	10.4	N (-22.5° ÷ 22.5°)	1.7	5.5	11.2	N (-22.5° ÷ 22.5°)	2.1	5.9	12.8
N-E (22.5° ÷ 67.5°)	3.0	7.4	11.1	N-E (22.5° ÷ 67.5°)	3.2	7.6	11.7	N-E (22.5° ÷ 67.5°)	3.6	8.1	13.0
E (67.5° ÷ 112.5°)	2.3	8.8	11.6	E (67.5° ÷ 112.5°)	2.5	9.1	12.3	E (67.5° ÷ 112.5°)	3.1	9.9	14.0
S-E (112.5° ÷ 157.5°)	0.7	5.6	10.6	S-E (112.5° ÷ 157.5°)	0.8	6.0	11.4	S-E (112.5° ÷ 157.5°)	1.0	6.8	13.3

Per le simulazioni idrodinamiche è stato impiegato l'avanzato codice numerico ARTEMIS che risolve all'interno dell'ambiente di modellazione TELEMAC l'equazione del moto ondoso di Navier-Stokes nelle ipotesi di basso valore della pendenza dell'onda e basso valore della pendenza del fondale con la tecnica agli elementi finiti, simulando i fenomeni di rifrazione, diffrazione e diffusione del moto ondoso.

In dettaglio sono state effettuate simulazioni per diversi tempi di ritorno e diverse direzioni d'onda (E, NE, N, NO) per entrambe le alternative progettuali analizzate.

Per la 1<sup>a</sup> alternativa progettuale è stato effettuato un ulteriore approfondimento, simulando il comportamento delle opere nell'ipotesi di un'esecuzione per stralci:

- situazione ante-operam (stato di fatto);
- situazione post-operam relativa all'esecuzione del 1<sup>o</sup> lotto dell'intervento Molo di Levante
- situazione post-operam relativa all'esecuzione del 2<sup>o</sup> lotto dell'intervento Molo di Ponente

Dai risultati delle simulazioni idrodinamiche emerge quanto segue:

#### Situazione ante-operam

Lo scenario con l'altezza d'onda incidente maggiore risulta essere, per ogni tempo di ritorno considerato, quello con provenienza da NE, mentre quello in grado di produrre le maggiori altezze d'onda nell'area prospiciente le attuali scogliere a protezione della darsena è quello con onda da Nord. Tale comportamento risente dell'effetto dell'attuale conformazione delle scogliere a protezione dell'imbocco del porto, in grado di schermare in modo rilevante i fronti d'onda provenienti dai quadranti orientali e nordorientali.

Per tale scenario nell'intorno dell'imboccatura portuale per un tempo di ritorno TR di 50 anni si registrano valori di altezza d'onda significativa Hs compresi tra 0,68 m e 1,36

m.

#### Situazione post-operam lotto 1 molo di Levante

Nello scenario post-operam lotto 1 all'interno dell'avamposto si assiste ad una riduzione dell'altezza d'onda con la creazione di zone di "calma" più o meno estese a ridosso ed all'interno del braccio del molo di levante oggetto di prolungamento: nell'intorno dell'imboccatura portuale si registrano valori di altezza d'onda significativa  $H_s$  compresi tra 0,26 m e 0,56 m.

Pertanto nello scenario post operam lotto 1 si sostanzia una riduzione dell'agitazione di moto ondoso di circa il 50% per gli eventi meteomarini prevalenti (NE - I quadrante).

In questa configurazione l'imboccatura portuale rimane esposta alle onde provenienti da nord, per le quali l'altezza d'onda significativa  $H_s$  all'interno dell'avamposto risulta localmente dell'ordine di 1-1.4 m per lo scenario con TR50 anni (a fronte comunque di altezze superiori a 2.5 m nello scenario ante-operam).

#### Situazione post-operam lotto 2 molo di Ponente

La realizzazione del 2<sup>a</sup> lotto - Molo di Ponente a completamento dell'avamposto consentirà di proteggere l'imboccatura anche dalle mareggiate provenienti da N. – N.O. (IV quadrante) che, seppure meno frequenti, provocano problemi alla navigazione per via dei fenomeni di riflessione del moto ondoso legati anche alla presenza della scogliera posta a protezione della darsena turistica.

#### Conclusioni

In conclusione dallo studio emerge che l'esecuzione del 1<sup>a</sup> lotto -Molo di Levante nella sua configurazione finale, consente di mettere in sicurezza dell'imboccatura del porto rispetto agli eventi meteomarini prevalenti (mareggiate e venti provenienti da N.E. – I quadrante).

Successivamente la realizzazione del 2<sup>a</sup> lotto - Molo di Ponente a completamento dell'avamposto consente di proteggere l'imboccatura da insabbiatura e dalle mareggiate provenienti da N. – N.O. (IV quadrante) che, seppure meno frequenti, provocano problemi alla navigazione per via dei fenomeni di riflessione del moto ondoso legati anche alla presenza della scogliera posta a protezione della darsena turistica.

## 11.2. STUDIO MODELLAZIONE IDROMORFODINAMICA COSTIERA

Nell'ambito del presente progetto sono stati effettuati approfondimenti modellistici in relazione agli aspetti morfodinamici connessi alla realizzazione dell'intervento, di cui si riportano di seguito le principali caratteristiche. Per la descrizione di dettaglio si rimanda al documento denominato "*Studio modellazione idromorfodinamica costiera*", elaborato dalla società Geco Sistema Srl.

Tale studio sul trasporto solido è stato condotto mediante il software di fluidodinamica computazionale (CFD) FLOW-3D HYDRO, che consente la risoluzione delle equazioni del moto per i fluidi di Navier-Stokes in forma completa. In dettaglio le equazioni di Navier-Stokes costituiscono un sistema di equazioni differenziali del secondo ordine alle derivate parziali non lineari che descrivono il comportamento di un fluido viscoso a livello macroscopico imponendo la conservazione della massa, la conservazione della quantità di moto e considerando il bilancio della energia totale.

Il sistema idrodinamico preso in esame ha un'estensione complessivamente pari a circa 3 km (rispettivamente 1,5 km a nord e a sud del porto), superiore a quella del tratto oggetto dei precedenti monitoraggi, compreso tra le sezioni della rete regionale di monitoraggio n. 154L1 e n. 2L5, che comprende dunque le aree tra il nuovo avamposto ed il litorale di Rivabella fino ad una distanza di circa 870 m dal molo in sinistra idraulica della foce del Deviatore Marecchia (all'altezza dell'intersezione tra il lungomare e Viale XXV Marzo 1831).

Tale estensione è stata assunta superiore all'area oggetto dei precedenti monitoraggi al fine di simulare in maniera il più possibile efficace gli effetti combinati di propagazione del moto ondoso e del trasporto solido litorale nel sistema costituito da porto canale, baia di San Giuliano, darsena e foce del Deviatore Marecchia.

Lo studio ha analizzato i fenomeni di trasporto solido al fondo ed in sospensione in relazione agli apporti solidi derivanti dalla Foce del Deviatore Marecchia ed alle correnti costiere che si sviluppano parallelamente alla linea di costa.

A tal fine sono stati considerati le seguenti condizioni al contorno:

- clima meteomarinò già caratterizzato nell'ambito dello studio di propagazione del moto ondoso
- caratterizzazione dei solidi sospesi immessi dal Deviatore Marecchia con una granulometria leggermente più fine rispetto alla sabbia (limo argilla con diametro equivalente 0.004 mm). Questa ipotesi risulta essere maggiormente conservativa in quanto il materiale più fine in sospensione si disperde in un'area più ampia;
- Regime di portate del Deviatore Marecchia desunto dallo "Studio idrologico ed idraulico del tratto terminale del fiume Marecchia finalizzato all'analisi del nodo idraulico di Rimini (2005)"

Lo studio sulla base di queste assunzioni ha consentito di valutare l'inserimento delle nuove opere nel sistema costituito da porto canale, darsena turistica, foce del Deviatore Marecchia e baia di San Giuliano, con specifico riguardo alla dinamica costiera nei seguenti n. 3 situazioni:

- situazione ante-operam;
- situazione post-operam relativa all'esecuzione del 1<sup>a</sup> lotto dell'intervento Molo di Levante
- situazione post-operam relativa all'esecuzione del 2<sup>a</sup> lotto dell'intervento Molo di Ponente

In dettaglio sono state effettuate simulazioni nelle seguenti condizioni:

- scenario n.1: condizioni di calma;

- scenario n.2: onde da Nord Ovest;
- scenario n.3: onde da Nord.

Lo studio ha evidenziato che gli scenari più critici per l'interramento dell'avamposto si realizzano in concomitanza di ingenti portate idriche in arrivo dal deviatore Marecchia e onde in arrivo da N-NO; tali eventi sono caratterizzati da una frequenza di accadimento rara (frequenza annua compresa tra 0,12% e 1,07% rispettivamente per tempi di ritorno pari a 1 e 5 anni per onda da NO; frequenza annua 3,15% per onda da N).

Nelle condizioni usuali di calma (frequenza annua 31%), i risultati delle analisi effettuate restituiscono risultanze che confermano la validità della configurazione progettuale delle dighe foranee.

Gli elaborati grafici riepilogativi della significatività dei tassi di deposizione stimati al fondo per tutti gli scenari simulati sono riportati nell'elaborato 9 "Studio modellazione idromorfodinamica costiera" da pag. 105 a 108.

Pertanto tale studio ha evidenziato i seguenti risultati per la zona dell'avamposto:

- le nuove opere in progetto rispetto allo stato di fatto non modificano l'assetto delle correnti longitudinali costiere e pertanto non incidono sulla morfodinamica costiera;
- le condizioni di trasporto solido rimangono pressoché stabili nella zona dell'avamposto;
- si evidenzia nella condizione transitoria di attuazione del 1<sup>a</sup> lotto Molo di Levante un leggero accumulo di materiale presso la testata dello stesso;
- tale situazione sarà poi annullata con l'attuazione del 2<sup>a</sup> lotto Molo di Ponente, la cui conformazione è tale da accompagnare in maniera efficace il flusso dei sedimenti in sospensione provenienti dalla foce deviatore Marecchia al largo.
- al termine della realizzazione dei due stralci progettuali la configurazione definitiva dell'avamposto contribuisce complessivamente a migliorare la situazione attuale in termini di portata massica che impatta l'area dell'avamposto.

I risultati di tale studio hanno inoltre confermato il corretto inserimento delle opere nel complesso sistema portuale esistente, costituito da porto canale, darsena turistica e foce del Deviatore Marecchia ed in particolare dalla lettura organica dei risultati delle modellazioni effettuate e delle campagne di monitoraggio si evince quanto segue:

- Il litorale a sud del porto non viene interessato dagli effetti indotti dalla realizzazione dell'intervento di completamento delle dighe foranee per via dell'effetto indotto dal molo "Capitan Giulietti", la cui presenza annulla di fatto ogni interferenza dell'intervento in esame rispetto al tratto a sud del porto;
- Il litorale a nord del porto non viene interessato dagli effetti indotti dalla realizzazione dell'intervento di completamento delle dighe foranee ed in ogni caso presenta presidi di difesa idonei quali scogliere frangiflutti che ne garantiscono la stabilità morfologica. Tali opere garantiscono inoltre la stabilità degli interventi di ripascimento;
- La baia di San Giuliano, recentemente oggetto di intervento di salpamento di una scogliera da parte del Comune di Rimini, a seguito dei monitoraggi svolti risulta morfologicamente stabile e lo studio condotto non determina significativi cambiamenti in termini di tendenza ad accumulo/erosione.

Per la descrizione di dettaglio si rimanda al documento denominato "Studio modellazione

---

*idromorfodinamica costiera*” ed alla relazione di VIA, in particolare per quanto riguarda l’analisi del trasporto solido, i tassi di deposizione al fondo del trasporto solido ed i trend evolutivi della linea di riva di lungo periodo.

## 11.3. STUDIO GEOLOGICO-GEOTECNICO

Nell'ambito del presente progetto sono stati effettuati approfondimenti di natura geologica/geotecnica, al fine di individuare le principali peculiarità di carattere geologico e geotecnico dell'area connesse alla realizzazione dell'intervento in progetto.

Lo studio geologico/geotecnico dell'area si è fondato su:

- indagini geognostiche pregresse disponibili per l'area in esame;
- campagna di indagini geognostiche realizzate nell'aprile 2021

Di seguito si riportano sinteticamente i principali aspetti di natura geologica, rimandando al documento denominato "Relazione geologico-geotecnica e sismica" per gli aspetti di dettaglio.

### Definizione stratigrafia e caratterizzazione geotecnica dei terreni

Il corposo set di indagini a disposizione ha consentito di ricostruire dettagliatamente la stratigrafia del sito lungo una sezione trasversale alla linea di costa, così come rappresentata nell'elaborato S20162-PP-TV05 -0 denominato "*Planimetria delle indagini geognostiche e sezioni stratigrafiche*"; in base a tale stratigrafia è stata eseguita la caratterizzazione geotecnica dei terreni e la ricostruzione del modello geologico/geotecnico di riferimento.

Con riferimento alla quota di piano della spiaggia in corrispondenza dell'ubicazione delle prove eseguite nell'aprile 2021 (circa +0.20 ÷ +0.30 m slm), si individua la presenza di sabbie e sabbie-limose di origine litorale fino a circa 8 m di profondità da p.c., seguite da alluvioni argilloso-limose con intercalazioni di limi sabbiosi e sabbie limosa; dalla profondità di circa 30 m da p.c. si trovano ghiaie in matrice sabbiosa di origine fluviale.

I risultati delle prove geotecniche e il modello geotecnico che ne deriva è compatibile con quanto considerato nei progetti esecutivi delle dighe foranee esistenti, elaborati dal Prof. Alessandro Mancinelli..

### Valutazione del fenomeno di subsidenza

In linea generale, il fenomeno della subsidenza ha due componenti distinte: una del tutto naturale da collegare a cause tettoniche-geologiche, una seconda dovuta a cause di tipo antropico quali ad esempio l'estrazione di fluidi dal sottosuolo.

L'area costiera emiliano-romagnola è soggetta al fenomeno della subsidenza naturale dovuta a cause tettoniche e a fenomeni di compattazione e deformazione degli strati di sedimenti quaternari che raggiungono spessori di alcuni chilometri, secondo lo studio "Stato del litorale Emiliano- Romagnolo all'anno 2018". La velocità di abbassamento della superficie del terreno per subsidenza naturale attesi è dell'ordine di 1÷3 mm/anno.

A Rimini, nel periodo 1889-1950, la velocità di abbassamento è di 3 mm/anno, quindi passa a 4,6 mm/anno tra il 1950 e il 1970 poi, con un fortissimo incremento, è pari a 23,4 mm/anno nel periodo 1970-1990 (dati da Regione Emilia Romagna, Progetto Piano Costa, 1996). Questo andamento è in buona misura confermato dalla variazione del medio mare misurata dal mareografo di Rimini, il cui funzionamento è purtroppo terminato agli inizi degli anni '80.

L'analisi degli andamenti della subsidenza nell'area costiera tra Rimini e Cesenatico evidenzia come causa principale del fenomeno la depressurizzazione degli acquiferi. Ciò a causa dell'eccessivo emungimento di acqua dalle falde nel periodo di massimo sviluppo dell'industria turistico-balneare. La velocità di abbassamento del suolo subisce infatti un brusco incremento alla fine degli anni '60 e si mantiene su valori altissimi per tutti gli anni '70 e '80.

Lungo l'area della costa, dopo i fortissimi abbassamenti verificatisi tra il 1950 e il 1980, il fenomeno si è notevolmente ridotto: la riduzione più significativa si è avuta a partire dagli anni '90, quando gli acquedotti comunali di Ravenna e Cattolica sono stati alimentati con le acque della diga di Ridracoli. La riduzione dell'emungimento ha prodotto un forte innalzamento della falda, sottolineato dalle numerose segnalazioni di allagamenti di scantinati, per decenni rimasti asciutti, a Viserba, Viserbella e Torre Pedrera, a nord di Rimini. Conseguentemente, come è già capitato negli ultimi decenni in altre zone dell'area padano-adriatica, la risalita del livello di falda dovrebbe essere accompagnata da una riduzione a valori prossimi allo zero della subsidenza di origine antropica.

In questo contesto il territorio in oggetto ha registrato, tra il 2011 ed il 2016, velocità di movimento verticale del suolo tra -2.5 e - 5 mm/anno (dati Arpa Emilia-Romagna).

Sulla base dei dati disponibili, nell'ottica di una valutazione numerica dell'abbassamento totale per subsidenza durante la vita utile prevista per l'opera in progetto, appare ragionevole considerare una velocità di abbassamento pari a 3 mm/anno.

#### Valutazione dei cedimenti

Il volume di materiale inerte dei rilevati delle nuove dighe foranee costituirà un sovraccarico gravante sul fondale attuale, causando cedimenti sia a breve termine in funzione delle caratteristiche di compressibilità dei terreni sia a lungo termine per consolidazione delle unità stratigrafiche coesive.

In questa fase progettuale è stata condotta un'analisi dei cedimenti sulla sezione più gravosa (Molo di Levante, dove per le profondità dei fondali il rilevato della diga ha dimensioni maggiori): in tale sezione il cedimento atteso risulta complessivamente pari a 225 mm, di cui 188 mm per cedimenti a lungo termine. Si precisa che i cedimenti istantanei sono compensati durante la costruzione del rilevato, per cui il valore di interesse è rappresentato dalla quota parte di cedimenti che si sviluppa nel tempo pari a 188mm.

Nella progettazione delle scogliere sono stati mantenuti adeguati margini di sicurezza tali per cui la funzionalità dell'opera è mantenuta anche tenendo in considerazione gli abbassamenti legati alla subsidenza e ai cedimenti del terreno di base delle scogliere.

#### Liquefacibilità dei terreni

Per l'opera, come per tutte le opere foranee del porto di Rimini, ed in generale per le opere di protezione del litorale romagnolo, qualora dovesse verificarsi un evento sismico di intensità tale da indurre la liquefazione dello strato superficiale di terreno (sabbie e sabbie-limose di origine litorale), e tale scenario causasse perdita di capacità portante o di stabilità di parte della scogliera o dell'intera opera, occorrerà prevedere interventi di sistemazione e ricostruzione dei tratti dissestati.

Per quanto riguarda la salvaguardia della vita umana, il margine di sicurezza nei confronti della liquefazione è adeguato, ai sensi di quanto richiesto dalle vigenti Norme Tecniche per le Costruzioni (D.M. 17/01/2018) al paragrafo 7.11.3.4.3; infatti va considerato da un lato che l'accesso di persone sull'opera è limitato nel numero, avviene principalmente in determinati periodi dell'anno e orari del giorno, dall'altro che la riduzione o perdita di capacità portante o di **stabilità della** mantellata si traduce nello sviluppo di un cedimento, che di per sé rappresenta un elemento di pericolosità limitata per l'incolumità delle persone.

Alla luce delle risultanze dello studio geologico, l'area è pertanto da ritenersi, sotto l'aspetto geologico, geomorfologico ed idrogeologico, idonea agli scopi previsti dal presente progetto.

## 12. NUOVO AVAMPORTO: DESCRIZIONE DELLE OPERE

La geometria delle opere di difesa foranea è stata definita in modo da costituire di fatto un prolungamento dei due bracci di scogliera, uno di sopraflutto (a partire dal molo di levante) e uno di sottoflutto (in prosecuzione della diga lato Bellaria del porto turistico), di recente realizzazione.

Come illustrato in Figura 8, l'orientamento dei nuovi tratti di scogliera è stata scelta in maniera da costituire il minor ingombro possibile allo sviluppo delle correnti litoranee che possono evitare l'insabbiamento dell'imboccatura del nuovo avamposto oltre che la deposizione di materiale proveniente dal deviatore del Marecchia nell'ambito della spiaggia balneabile di San Giuliano.

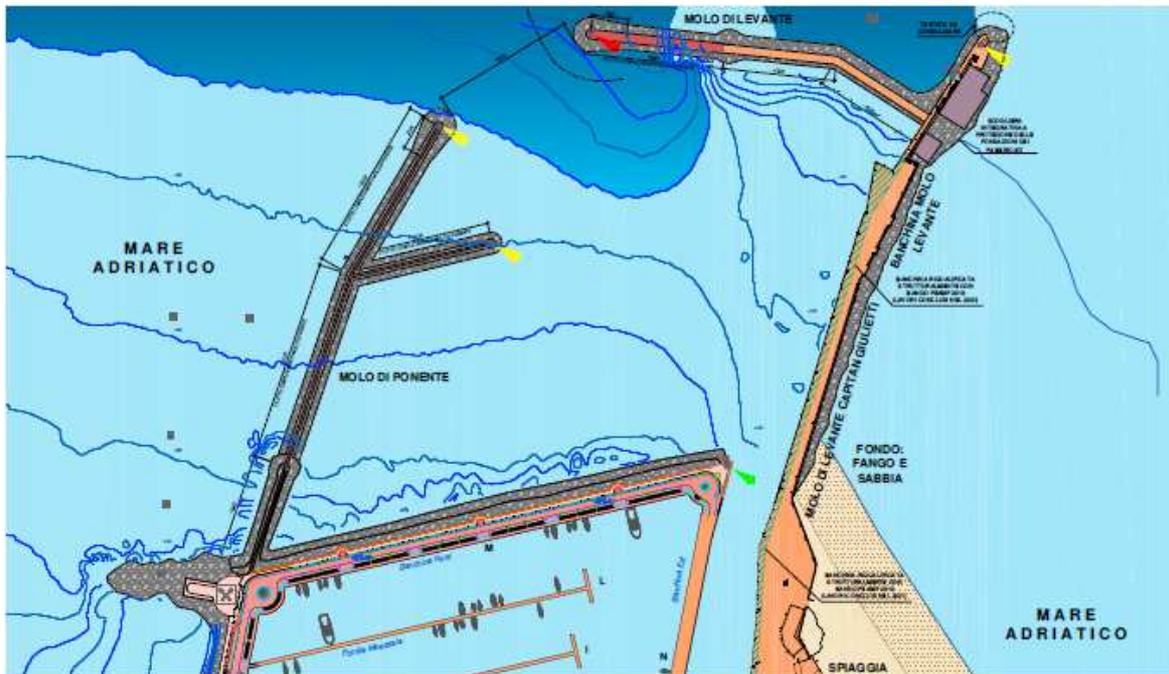


Figura 8 Illustrazione delle opere a scogliera previste nell'ambito di questo progetto

La soluzione prescelta garantisce la presenza all'interno dello specchio acqueo dell'avamposto di un cerchio di evoluzione di diametro 180 m raggiungibile attraverso una imboccatura larga circa 100m, con una buona protezione dei natanti ormeggiati nella zona Sud-Ovest dell'avamposto nei confronti di tutte le condizioni ondose significative per questo paraggio.

La quota di cresta delle scogliere è pari a +3.00m slm lungo lo sviluppo e +3.50m slm nelle testate.

Le scogliere sono dimensionate per resistere ad una mareggiata con tempo di ritorno di 50 anni. La stabilità idraulica è stata valutata con i metodi più aggiornati della letteratura tecnica di settore, in particolare utilizzando le formule empiriche di Van der Meer come riportate nel "Rock manual" (CIRIA/CUR/CETMEF, 2007). La definizione della geometria delle opere a scogliera tiene conto anche della stabilità del piede delle scarpate (punto particolarmente delicato ove una instabilità localizzata può avere effetti sulla stabilità dell'intera scogliera), e della stabilità all'interfaccia fra i diversi strati che costituiscono le scogliere.

È inoltre quantificata l'entità della tracimazione, mediante i criteri definiti dall'"Overtopping Manual" (EurOtop, 2018).

---

Le opere a scogliera maggiormente esposte alle condizioni ondose più severe (da Nord e da Nord-Est) sono la diga di sopraflutto e le testate di entrambe le dighe. Per queste opere si prevede una mantellata con massi aventi  $M_{50} = 5.3t$ , inquadrabile nell'ambito dei massi di 3° categoria.

La pendenza lato mare della diga di sopraflutto è progettata con una pendenza di 1v:2h, mentre le testate, la cui stabilità idraulica risente del minor ingranamento fra i massi dovuto alla forma convessa, sono progettate con pendenza di 1v:2.5h. Le sezioni tipiche di questi tratti di scogliera sono mostrate in Figura 9.

Per gli altri tratti di opere a scogliera, la mantellata può essere realizzata con massi di 2° categoria e pendenze più ripide (2v:3h). Le sezioni tipiche di questi tratti di scogliera sono mostrate in Figura 9 e Figura 10.

Per ulteriori indicazioni si rimanda all'elaborato di progetto denominato "Relazione idraulica".

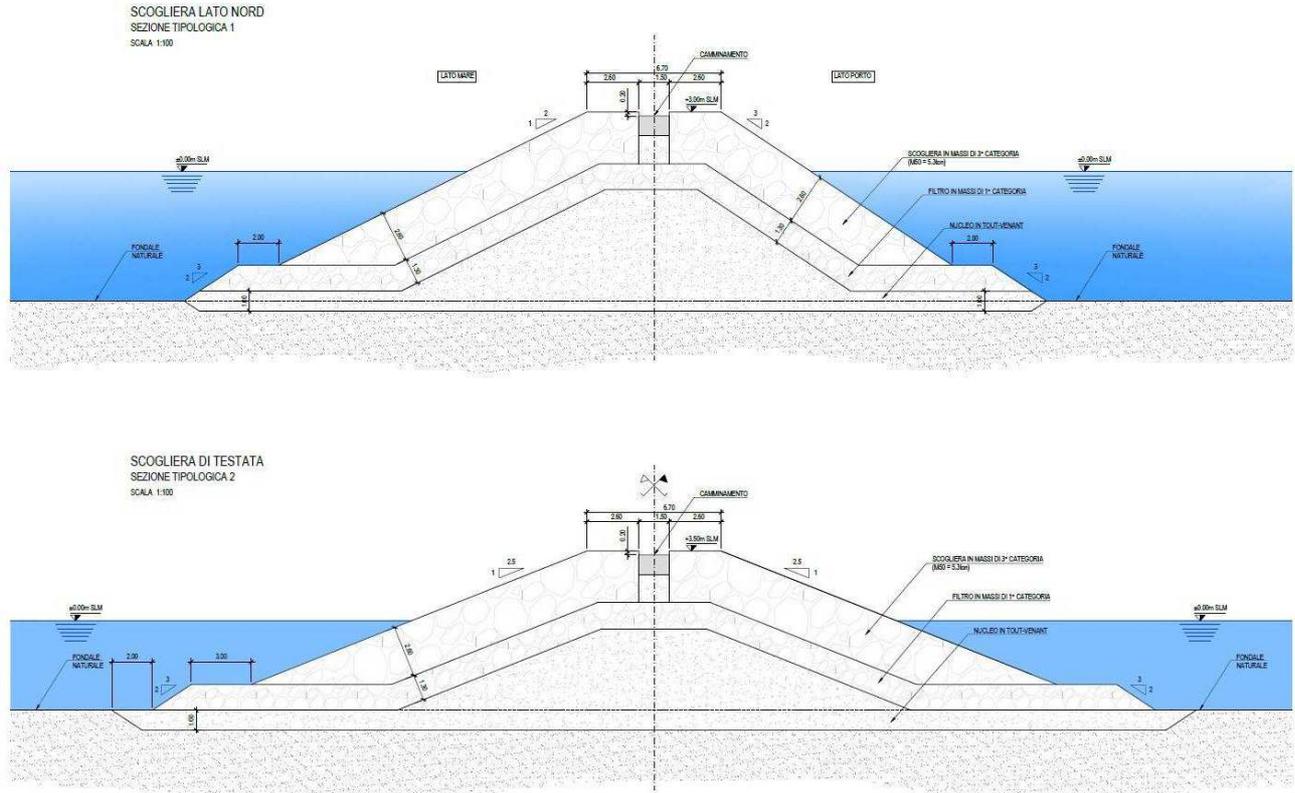


Figura 9 Sezioni tipologiche delle opere a scogliera (sezioni 1 e 2)

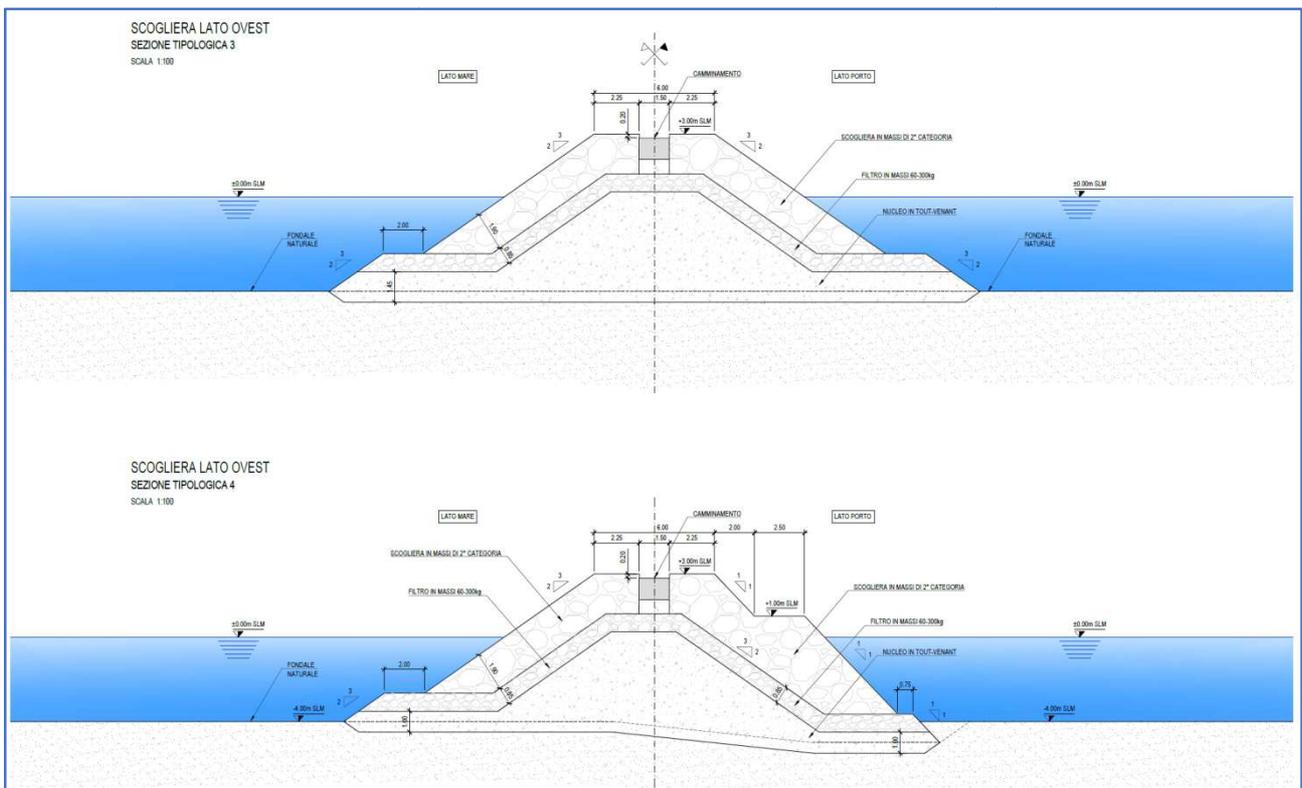


Figura 10 Sezioni tipologiche delle opere a scogliera (sezioni 3 e 4)

## 13. RISULTATI ATTESI

### 13.1. INCREMENTO LIVELLI DI SICUREZZA IN TERMINI DI MANOVRABILITA' DELLE IMBARCAZIONI

Come dimostrato nel documento "Studio di propagazione del *moto ondoso*", dai risultati delle simulazioni idrodinamiche emerge quanto segue:

#### Situazione ante-operam

Lo scenario con l'altezza d'onda incidente maggiore risulta essere, per ogni tempo di ritorno considerato, quello con provenienza da NE, mentre quello in grado di produrre le maggiori altezze d'onda nell'area prospiciente le attuali scogliere a protezione della darsena è quello con onda da Nord. Tale comportamento risente dell'effetto dell'attuale conformazione delle scogliere a protezione dell'imbocco del porto, in grado di schermare in modo rilevante i fronti d'onda provenienti dai quadranti orientali e nordorientali.

Per tale scenario nell'intorno dell'imboccatura portuale per un tempo di ritorno TR di 50 anni si registrano valori di altezza d'onda significativa Hs compresi tra 0,68 m e 1,36 m.

#### Situazione post-operam lotto 1 molo di Levante

Nello scenario post-operam lotto 1 all'interno dell'avamposto si assiste ad una riduzione dell'altezza d'onda con la creazione di zone di "calma" più o meno estese a ridosso ed all'interno del braccio del molo di levante oggetto di prolungamento: nell'intorno dell'imboccatura portuale si registrano valori di altezza d'onda significativa Hs compresi tra 0,26 m e 0,56 m.

Pertanto nello scenario post operam lotto 1 si sostanzia una riduzione dell'agitazione di moto ondoso di circa il 50% per gli eventi meteorologici prevalenti (NE - I quadrante). In questa configurazione l'imboccatura portuale rimane esposta alle onde provenienti da nord, per le quali l'altezza d'onda significativa Hs all'interno dell'avamposto risulta localmente dell'ordine di 1-1.4 m per lo scenario con TR50 anni (a fronte comunque di altezze superiori a 2.5 m nello scenario ante-operam).

#### Situazione post-operam lotto 2 molo di Ponente

La realizzazione del 2° lotto - Molo di Ponente a completamento dell'avamposto consentirà di proteggere l'imboccatura anche dalle mareggiate provenienti da N. - N.O. (IV quadrante) che, seppure meno frequenti, provocano problemi alla navigazione per via dei fenomeni di riflessione del moto ondoso legati anche alla presenza della scogliera posta a protezione della darsena turistica.

#### Conclusioni

In conclusione dallo studio emerge che l'esecuzione del 1° lotto -Molo di Levante nella sua configurazione finale, consente di mettere in sicurezza dell'imboccatura del porto rispetto agli eventi meteorologici prevalenti (mareggiate e venti provenienti da N.E. - I quadrante).

Successivamente la realizzazione del 2° lotto - Molo di Ponente a completamento dell'avamposto consente di proteggere l'imboccatura da insabbiatura e dalle mareggiate provenienti da N. - N.O. (IV quadrante) che, seppure meno frequenti, provocano problemi alla navigazione per via dei fe-

---

nomeni di riflessione del moto ondoso legati anche alla presenza della scogliera posta a protezione della darsena turistica.

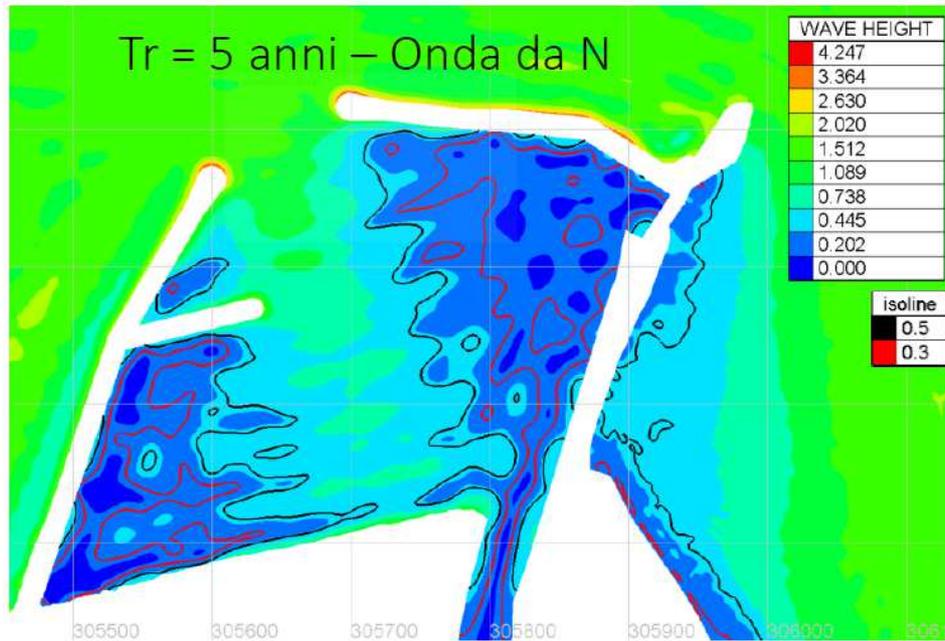
**La decisione, dunque, di dotare il Porto di Rimini di questi nuovi apprestamenti di configurazione presenta risvolti di accresciuta sicurezza e protezione per la vita umana in mare, migliorando, nel contempo, l'accessibilità al porto ed il ridosso specialmente per le unità da pesca tipiche della marineria nostrana.**

La soluzione prescelta tiene conto delle esigenze specifiche degli utilizzatori del porto, legate in particolare alla tipologia e alla manovrabilità delle unità navali con cui entrano ed escono abitualmente dal porto di Rimini.

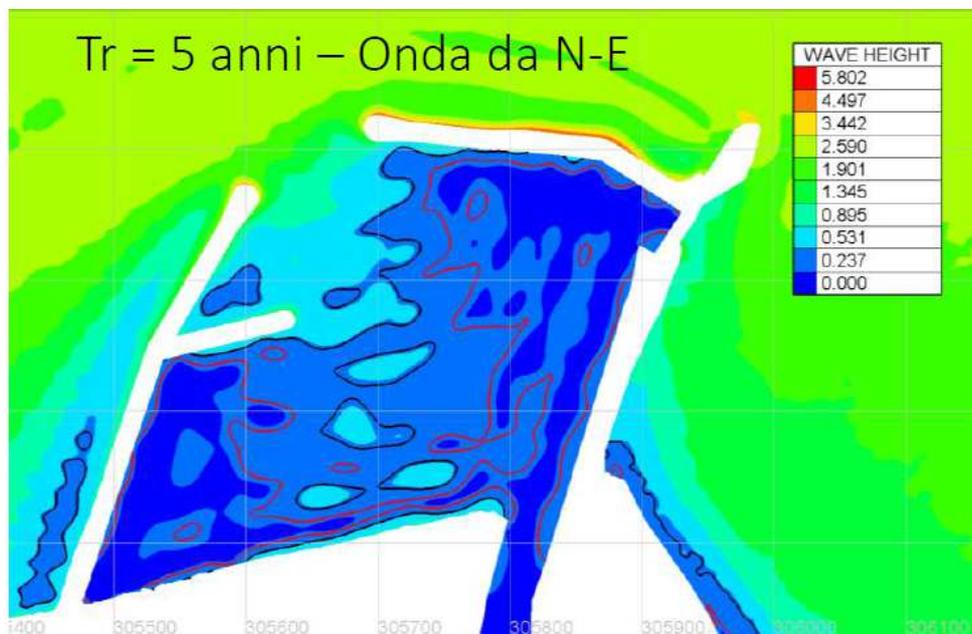
Data la larghezza prevista per l'imboccatura (100m) e l'ampiezza degli specchi acquei di manovra disponibili, e sulla base di esperienze ormai consolidate in situazioni confrontabili, si ritiene che le opere così come proposte offrano adeguate garanzie nei confronti della corretta manovrabilità di imbarcazioni da diporto, pesca o traffico, di tipologie compatibili con la flotta destinata ad usufruire del sistema portuale di Rimini.

## 13.2. INCREMENTO LIVELLI DI SICUREZZA NAVI ORMEGGIATE

Considerando i principali stati di mare per lo stato di normale esercizio delle opere (corrispondente ad un tempo di ritorno pari a 5 anni) rappresentati nelle seguenti figure:



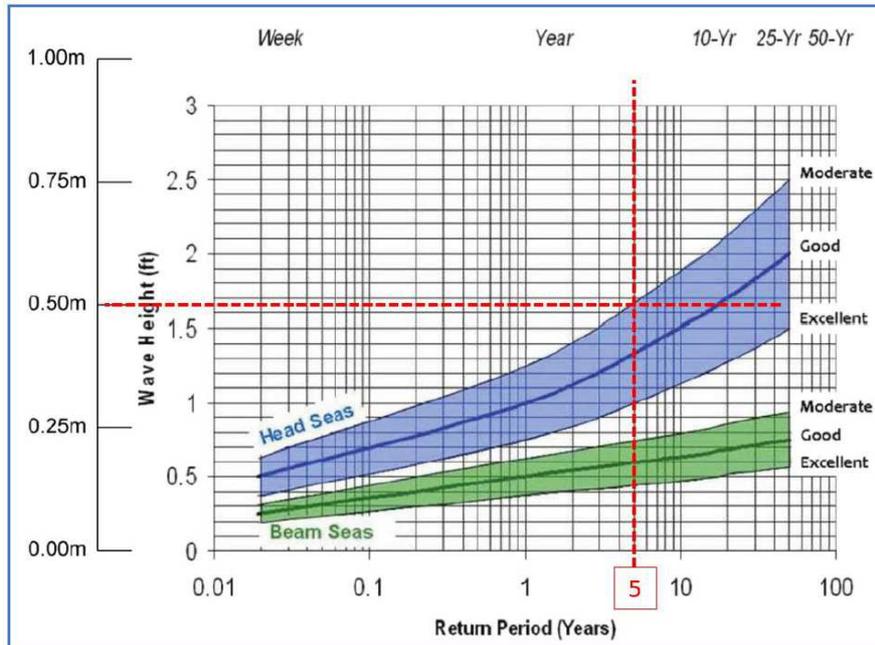
Risultati studio di propagazione del moto ondoso, per onde da Nord con TR 5 anni



Risultati studio di propagazione del moto ondoso, per onde da Nord-Est con TR 5 anni

Dalle simulazioni idrodinamiche risulta pertanto che all'interno del bacino dell'avamposto l'agitazione ondosa viene abbattuta notevolmente, in particolare presso le zone del molo di Levante abitualmente interessate dall'ormeggio di imbarcazioni ad uso commerciale/lavori marittimi.

Da questo dato deriva un incremento dei livelli di sicurezza delle navi ormeggiate ed un livello di servizio maggiore delle banchine e dei relativi arredi portuali. Tale affermazione trova risponidenza anche nelle raccomandazioni ASCE (American Society of Civil Engineers) relative alla tolleranza al moto ondoso all'interno dei bacini portuali, di seguito graficamente rappresentate:



Valutazione della tranquillità dell'ormeggio ASCE 2012 in PIANC Report 134/2013

Si precisa altresì che nello specchio acqueo dell'avamposto ormeggiano solo occasionalmente imbarcazioni quali motopontoni e chiatte che non necessitano di livelli di comfort elevati. Le imbarcazioni commerciali potranno ormeggiare di regola in condizioni di mare avverso.

## 14. MATERIALI IMPIEGATI PER LA COSTRUZIONE

Le strutture a scogliera deve presentare una elevata permeabilità per dissipare l'energia delle onde incidenti e garantire quindi un basso coefficiente di riflessione. Tutte le pezzature dovranno essere conformi alle specifiche tecniche definite in "UNI EN 13383-1:2003: Aggregati per opere di protezione (armourstone) – Specifiche. Tale standard definisce il materiale da costruzione per le opere di protezione idraulica come *aggregato*. Questa definizione include pietrame naturale da cava, materiale ottenuto da un processo industriale di manifattura o materiale riciclato.

A fine di garantire la durabilità delle scogliere, tenendo conto dell'esposizione all'ambiente marino, si identificano i seguenti requisiti minimi per il materiale lapideo:

- la densità dei singoli elementi deve essere superiore a  $2.65t/m^3$ ;
- la resistenza della roccia intatta deve essere tale da garantire stabilità all'attrito ed alle azioni meccaniche durante la posa ed esercizio delle opere;
- la mineralogia del pietrame deve essere tale da non presentare problemi di degrado se sottoposta all'ambiente marittimo (ad es. scisti, argilliti o siltiti non sono accettabili);
- le discontinuità del materiale di base devono avere una distribuzione tale da conferire integrità al singolo elemento (distribuzione "a blocco");
- la forma, dimensioni e la distribuzione granulometrica del pietrame devono rispettare le prescrizioni e la standardizzazione previsti dalla norma UNI EN 13383;
- i controlli di produzione devono essere in accordo alla norma UNI EN 13383.

La posa del materiale di riempimento avverrà da mare, come specificato nel paragrafo successivo dedicato alla lista delle lavorazioni previste.

Nel computo dei volumi sono state fatte le seguenti ipotesi:

- il materiale lapideo posto in opera avrà una porosità del 35%;
- le perdite di volume durante il trasporto e la posa in opera dei materiali lapidei possono essere stimate nel 5% dei volumi di progetto;
- il peso delle opere genererà un cedimento immediato e di consolidazione, necessitando di una ricarica stimata all'incirca pari al 10% del volume teorico.

Il tout venant costituente il nucleo sarà privo di materiale fine.

Sono previste tra le opere da realizzare anche l'installazione di nuove luci di navigazione sulle testate delle scogliere e l'equipaggiamento del percorso pedonale ottenuto in cresta alle scogliere con corpi illuminanti del tipo a led di arredo banchina.

## 15. PRIME INDICAZIONI PER LA SICUREZZA

I lavori in oggetto si svolgono in prevalenza da mare e rientrano nell'art. 89 del D.LGS 81/2008 e precisamente nell'allegato X in quanto trattasi di cantiere temporaneo e mobile di lavori marittimi. Nell'appalto rientrano altresì lavori da eseguirsi sulla terraferma con mezzi d'opera e maestranze (ad esempio la realizzazione del camminamento pedonale in cresta, lo spostamento del fanale di segnalazione e del nautofono e relativi cablaggi, ecc.).

Il piano di sicurezza dovrà tenere in considerazione le problematiche specifiche connesse all'eventuale interferenza delle lavorazioni, sia rispetto alla possibile compresenza di imprese diverse o attività concomitanti, sia rispetto ai traffici, marittimi e terrestri, che condizioneranno l'accesso al cantiere, sia infine rispetto ai fattori esterni che potranno influire sull'andamento dei lavori, quali eventi meteo di particolare intensità (mareggiate, vento, ecc.), presenza di bagnanti e turisti (a meno di sospensione dei lavori durante la stagione estiva), fruizione della darsena Marina di Rimini e dei locali adiacenti.

INTERFERENZE LAVORAZIONI CON ATTIVITA' PORTUALI:  
TRAFFICO MARITTIMO D'APER CANTIERE  
SCALA 1:2000

INTERFERENZE LAVORAZIONI CON ATTIVITA' PORTUALI:  
DELIMITAZIONE E SEGNALAZIONE AREE DI CANTIERE A MARE  
SCALA 1:2000

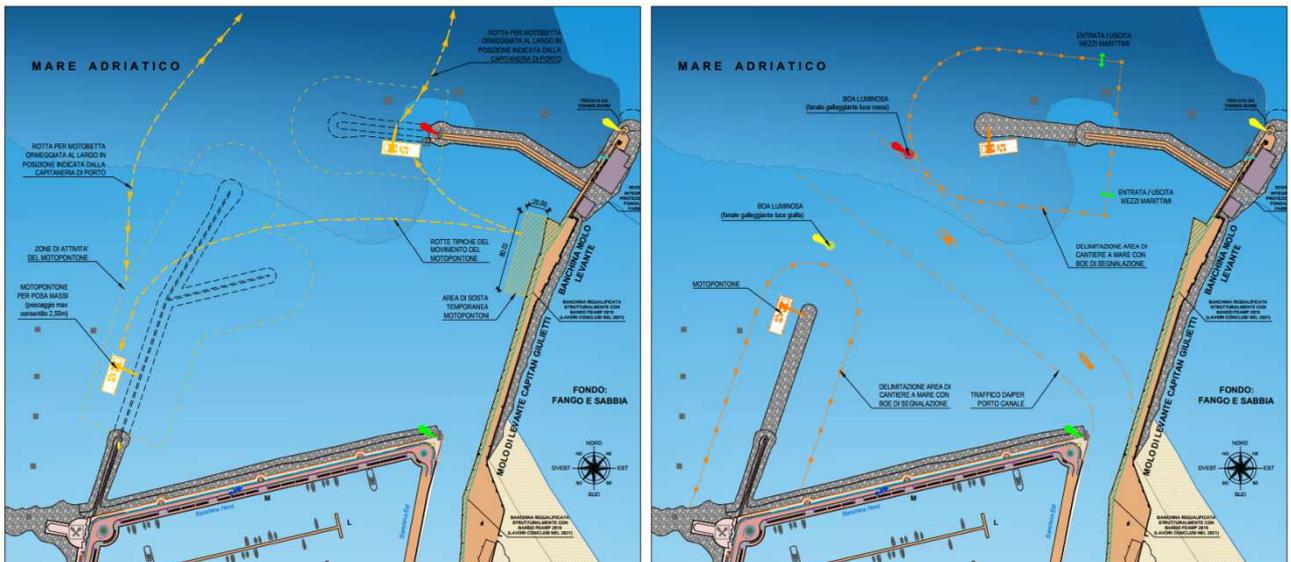


Figura 11 Interferenze lavorazioni con attività portuali (si veda tav. S20162-P1-TV09\_0)

### NOTE RIGUARDANTI MEZZI MARITTIMI

- La motobetta stoterà al largo nella zona indicata dalla Capitaneria di Porto per lo scarico del pietrame e dei massi sui motopontoni.
- È prevista l'attracco dei motopontoni presso le banchine del Molo di Levante nei giorni e negli orari di riposo e per motivi di servizio (ad esempio per il carico del calcestruzzo per il getto del camminamento sommitale).
- La motobetta potrà attraccare sulle banchine del Molo di Levante e previa autorizzazione della Capitaneria di Porto solo in condizioni di necessità, ad esempio in caso di condizioni meteomarine che impediscano la sosta al largo in sicurezza.
- Nel caso la motobetta entri nell'avamposto, il pescaggio massimo consentito sarà di 3.50 m.

Sulla base della peculiare configurazione del porto canale e dell'avamposto di Rimini, risulta inevitabile l'interferenza fra i cantieri e le lavorazioni in mare con il traffico in entrata e in uscita dal

---

porto canale. Per questo motivo è necessario porre grande attenzione alla delimitazione e alla segnalazione del cantiere in mare. In ogni fase di cantiere le segnalazioni luminose per la navigazione dovranno essere attive, anche ricorrendo a boe luminose movimentabili a seconda dell'avanzamento del cantiere in mare.

Si sottolinea che le varie configurazioni del cantiere in mare dovranno essere concordate con la Capitaneria di Porto che provvederà ad emettere le specifiche necessarie ordinanze per la regolamentazione del traffico marittimo.

Per ulteriori indicazioni si rimanda all'elaborato di progetto denominato "Prime indicazioni e prescrizioni per la stesura dei Piani di Sicurezza".

## 16. CRONOPROGRAMMA DEI LAVORI

In merito al cronoprogramma dei lavori si specifica quanto segue.

### 1^ Lotto - Molo di Levante

La diga foranea frangiflutto in progetto è costituita da massi per un peso complessivo di circa 45.000 ton. Il cronoprogramma prevede una durata dei lavori pari a 150 giorni naturali e consecutivi (considerando 5 giorni lavorativi su 7 e anche condizioni di fermo attività per condizioni meteo avverse).

Per i transiti dei mezzi marittimi si specifica quanto segue:

- trasporti materie prime via mare (navi cargo o motobette) per 5 giorni su 7, considerando 24/24 h: si prevedono nr. 2 motobette di capacità pari a 1.300 ton ciascuna, con n. 36 viaggi da/per le cave;
- turni motopontone di 8 ore lavorative al giorno per 5 giorni su 7 in cantiere.

Si prevede che la motobetta in condizioni usuali possa ormeggiare al largo e solo occasionalmente all'interno del porto, ad esempio in caso di condizioni meteomarine avverse che non consentano la navigazione.

Il transito di mezzi di cantiere via terra è previsto unicamente per la realizzazione dell'accantieramento sulla banchina del molo di Levante, che risulta di modesta entità: indicativamente sono previsti n. 1 baracca di cantiere, n. 2 wc, delimitazione delle aree mediante recinzioni con sviluppo minimo, dell'ordine dei 60 ml.

Tali mezzi potranno accedere alla banchina del molo di Levante dall'accesso ubicato in piazzale Boscovich.

Il transito di mezzi di cantiere via terra per le motivazioni precedentemente esposte risulta di entità trascurabile rispetto al traffico dei mezzi marittimi.

### 2^ Lotto - Molo di Ponente

La diga foranea frangiflutto in progetto è costituita da massi per un peso complessivo di circa 110.000 ton, pari a circa 2,5 volte il volume del molo di Levante. Il cronoprogramma prevede una durata dei lavori pari a 375 giorni naturali e consecutivi (considerando 5 giorni lavorativi su 7 e anche condizioni di fermo attività per condizioni meteo avverse); per i transiti dei mezzi marittimi si specifica quanto segue:

- trasporti materie prime via mare (navi cargo o motobette) per 5 giorni su 7, considerando 24/24 h: si prevedono nr. 2 motobette di capacità pari a 1.300 ton ciascuna, con n. 84 viaggi da/per le cave;
- turni motopontone di 8 ore lavorative al giorno per 5 giorni su 7 in cantiere.

Si prevede che la motobetta in condizioni usuali possa ormeggiare al largo e solo occasionalmente all'interno del porto, ad esempio in caso di condizioni meteomarine avverse che non consentano la navigazione.

Il transito di mezzi di cantiere via terra anche in questo caso è previsto unicamente per la realizzazione dell'accantieramento che sarà costituito da opere provvisorie minime che potrebbero essere ubicate verosimilmente presso la Darsena di Rimini.

## 17. STIMA ECONOMICA DELL'INTERVENTO

### 17.1. STIMA DELL'IMPORTO LAVORI

Nelle tabelle che seguono è riportata la stima dell'importo dei lavori per i diversi elementi dell'opera in progetto.

Come riferimento per i prezzi unitari delle opere in progetto è stato utilizzato l'Elenco regionale dei prezzi delle opere pubbliche e di difesa del suolo della Regione Emilia-Romagna – Annualità 2022 (approvato con DGR n.602 del 21/04/2022). Per quanto non presente nell'elenco dei prezzi RER 2022 sono stati utilizzati prezzi derivanti dagli elenchi prezzi più aggiornati relativi ad altre Regioni ed Enti o da quotazioni di mercato.

A - DIGA FORANEA DI LEVANTE					
Posizione	Descrizione	Unità di misura	Quantità	Prezzo unit.	Prezzo totale
A.01	Massi 1a cat.	t	15 300	32.00 €	489 600 €
A.02	Massi 3a cat.	t	10 500	32.00 €	336 000 €
A.03	Tout venant	t	21 150	33.00 €	697 950 €
A.04	Calcestruzzo per camminamento	m <sup>3</sup>	160	200.00 €	32 000 €
<b>TOTALE (A)</b>					<b>1 555 550 €</b>

B - DIGA FORANEA DI PONENTE					
Posizione	Descrizione	Unità di misura	Quantità	Prezzo unit.	Prezzo totale
B.01	Massi 1a cat.	t	3 200	32.00 €	102 400 €
B.02	Massi 2a cat.	t	32 200	32.00 €	1 030 400 €
B.03	Massi 3a cat.	t	2 500	32.00 €	80 000 €
B.04	Pietrame per filtro 60-300kg	t	17 800	32.00 €	569 600 €
B.05	Tout venant	t	53 500	33.00 €	1 765 500 €
B.06	Calcestruzzo per camminamento	m <sup>3</sup>	540	200.00 €	108 000 €
B.07	Preparazione piano di posa alla quota -5.00m slm	m <sup>3</sup>	3 640	15.00 €	54 600 €
<b>TOTALE (B)</b>					<b>3 710 500 €</b>

<b>TOTALE (A)+(B)</b>	<b>5 266 050 €</b>
-----------------------	--------------------

Nella tabella che segue è riportato l'importo totale dei lavori.

PROGETTO DI FATTIBILITÀ TECNICO-ECONOMICA AVAMPORTO DI RIMINI - COMPLETAMENTO OPERE DI DIFESA FORANEE	Importo
A - DIGA FORANEA DI LEVANTE	1 555 550.00 €
B - DIGA FORANEA DI PONENTE	3 710 500.00 €
<b>IMPORTO TOTALE DEI LAVORI</b>	<b>5 266 050.00 €</b>
ONERI DI ATTUAZIONE DEL PSC - MITIGAZIONE IMPATTO CANTIERE (rumori, odori, polveri, interferenze viabilità, tempi)	40 000.00 €
A - DIGA FORANEA DI LEVANTE	
ONERI DI ATTUAZIONE DEL PSC - MITIGAZIONE IMPATTO CANTIERE (rumori, odori, polveri, interferenze viabilità, tempi)	80 000.00 €
B - DIGA FORANEA DI PONENTE	
<b>IMPORTO TOTALE ONERI DELLA SICUREZZA</b>	<b>120 000.00 €</b>
TOTALE SOMME IN APPALTO - A - DIGA FORANEA DI LEVANTE	1 595 550.00 €
TOTALE SOMME IN APPALTO - B - DIGA FORANEA DI PONENTE	3 790 500.00 €
<b>IMPORTO TOTALE ONERI DELLA SICUREZZA</b>	<b>5 386 050.00 €</b>

## 17.2. QUADRO ECONOMICO

Sulla base dell'importo lavori e degli oneri della sicurezza riportati al paragrafo precedente, delle imposte, delle spese tecniche (stimate sulla base del DM 17/06/2016) e delle altre spese ragionevolmente prevedibili, considerando un margine per gli imprevisti, si può ricavare il Quadro Economico per l'opera in oggetto, di seguito riportato.

Considerando che l'opera in progetto si presta alla realizzazione per stralci suddivisi come segue:

- 1° Lotto: Completamento opere di difesa foranee – Molo di Levante;
- 2° Lotto: Completamento opere di difesa foranee – Molo di Ponente.

Rispetto alla prima stesura approvata con Deliberazione di Giunta Comunale n. 295 del 09/08/202, il quadro economico delle opere è stato rideterminato per le seguenti motivazioni:

- IVA: a seguito di approfondimenti svolti presso Agenzia delle Entrate, Settore Ragioneria generale e Collegio dei Revisori è risultato che per le opere in oggetto il regime di imponibilità IVA è pari al 22% (si allega ultima lettera del Settore Ragioneria generale – prot. n. 0073112 del 02/03/2023);
- Spese per pubblicità: in base al Decreto ministeriale infrastrutture e trasporti del 2 dicembre 2016, per Procedure ordinarie con bando in Ambito Nazionale di importo inferiore alla soglia UE e maggiori o uguali di 500.000,00 euro, le spese sono quantificate in 1.500,00 euro + IVA.
- Spese per pubblicità (contributo ANAC): ai sensi della Delibera ANAC N. 621 del 20/12/2022 per le gare pubblicate dal 1° aprile 2023 la contribuzione per lavori di importo uguale o maggiore a € 1.000.000 e inferiore a € 5.000.000 è pari a 660,00 euro;
- Spese di istruttoria procedimento di Valutazione Impatto Ambientale (VIA) pari a 3.600,00 euro.
- Nei successivi approfondimenti progettuali è emersa la necessità di fronteggiare l'aumento dei prezzi e di effettuare integrazioni progettuali conseguenti a specifiche richieste effettuate dagli enti invitati a partecipare alla Conferenza dei Servizi per l'approvazione del progetto definitivo/esecutivo del 1° lotto dell'opera – Molo di Levante. Tale somma è stata quantificata in 100.000,00 euro, portando il quadro economico dell'opera a 2.200.000,00 euro.

Di seguito si riportano i quadri economici di progetto aggiornati.



# Comune di Rimini

DIREZIONE GENERALE  
Settore Infrastrutture e Qualità Ambientale

<b>AVAMPORTO DI RIMINI</b>					
<b>QUADRO ECONOMICO Intervento: Completamento opere di difesa idraulica – 1^ Lotto Molo di Levante</b>					
		IVA(%)	IMPORTI netti	iva	IMPORTI Lordi
<b>A)</b>	<b>SOMME in APPALTO</b>				
a.1)	Lavori a CORPO	22,00%	€ -	€ -	€ -
	Lavori a MISURA	22,00%	€ 1.555.550,00	€ 342.221,00	€ 1.897.771,00
	Lavori in ECONOMIA	22,00%	€ -	€ -	€ -
	<b>TOTALE LAVORI</b>	22,00%	€ 1.555.550,00	€ 342.221,00	€ 1.897.771,00
a.2)	Oneri della SICUREZZA	22,00%	€ 40.000,00	€ 8.800,00	€ 48.800,00
	<b>TOTALE SOMME IN APPALTO</b>		€ 1.595.550,00	€ 351.021,00	€ 1.946.571,00
<b>B)</b>	<b>SOMME A DISPOSIZIONE DELL'AMMINISTRAZIONE COMUNALE</b>				
b.1)	Lavori in economia, previsti in progetto ed esclusi dall'appalto, ivi inclusi i rimborsi previa fattura		€ -	€ -	€ -
b.2)	Rilievi, accertamenti e indagini - verifica preventiva della eventuale presenza di ordigni bellici -	22,00%	€ 20.000,00	4.400,00 €	€ 24.400,00
b.3)	Allacciamenti ai pubblici servizi		€ -	€ -	€ -
b.4)	Imprevisti e arrotondamenti	22,00%	€ 44.953,66	9.889,81 €	€ 54.843,47
b.5)	Acquisizione aree o immobili e pertinenti indennizzi		€ -	€ -	€ -
b.6)	Accantonamento di cui all'art.106 comma 1 del codice degli appalti (revisione prezzi)		€ -	€ -	€ -
b.7)	Spese tecniche relative alla progettazione, nelle necessarie attività preliminari, al coordinamento della sicurezza in fase di progettazione e esecuzione, alle conferenze dei servizi, al supporto al RUP, alla verifica e validazione, alla Direzione Lavori.	22,00%	€ 100.171,75	22.037,78 €	€ 122.209,53
b.7.1	Di cui impegnati per effetto della Determinazione Dirigenziale n. 3376 del 07.12.2022	22,00%	€ 36.920,00	8.122,40 €	€ 45.042,40
b.7.2	Di cui impegnati per effetto della Determinazione Dirigenziale n. 3362 del 07.12.2022	22,00%	€ 18.720,00	4.118,40 €	€ 22.838,40
b.7.3	Di cui impegnati per effetto della Determinazione Dirigenziale n. 1401 del 31.05.2023	22,00%	€ 10.400,00	2.288,00 €	€ 12.688,00
b.8)	Spese tecniche di consulenza per attività tecnico amministrative connesse alla progettazione		€ -	€ -	€ -
b.8.1)	Spese per attività tecnico amministrative connesse alla progettazione: per copertura assicurativa progettista	22,00%	€ -	€ -	€ -
b.9)	Spese per commissioni giudicatrici		€ -	€ -	€ -
b.10)	Spese per pubblicità e, ove previsto, per opere artistiche	22,00%	€ 1.500,00	330,00 €	€ 1.830,00
b.10.1)	Spese per pubblicità: contributo ANAC per stazioni appaltanti – ai sensi della Delibera ANAC N. 621 del 20/12/2022		€ 660,00		€ 660,00
b.11)	Spese per accertamenti di laboratorio e verifiche tecniche previste dal capitolato speciale d'appalto, collaudo tecnico amministrativo, collaudo statico ed altri eventuali collaudi specialistici	22,00%	€ 10.000,00	2.200,00 €	€ 12.200,00
b.13)	Altro:Oneri d'investimento		€ -	€ -	€ -
b.13)	Altro:Mitigazioni		€ -	€ -	€ -
b.13)	Altro:Interferenze		€ -	€ -	€ -
b.13)	Altro:Opere compensative		€ -	€ -	€ -
b.13)	altro: Accordo Bonario (art. 205 D.Lgs 50/2016)		€ -	€ -	€ -
b.13)	altro: spese per procedura di screening ambientale impegnati per effetto della D.D. n. 3529 del 16.12.2022		€ 1.775,00		€ 1.775,00
b.13)	altro: spese per procedura di Verifica di Impatto Ambientale (VIA)per effetto della D.D. n. 2453 del 11.11.2023		€ 3.600,00		€ 3.600,00
b.14)	Fondo incentivante (art. 113 del D.Lgs 50/2016)		€ 31.911,00		€ 31.911,00
b.12)	IVA, eventuali altre imposte e contributi dovuti per legge		€ 389.878,59		
	di cui per IVA somma dei lavori		€ 351.021,00		€ 351.021,00
	di cui per IVA somme a disposizione dell'amministrazione comunale		€ 38.857,59		
	<b>TOTALE SOMME A DISPOSIZIONE</b>		€ 604.450,00		
	<b>TOTALE IMPORTO OPERE A + B</b>		€ 2.200.000,00		€ 2.200.000,00



Comune di Rimini

DIREZIONE GENERALE  
Settore Infrastrutture e Qualità Ambientale

<b>AVAMPORTO DI RIMINI</b>					
<b>QUADRO ECONOMICO Intervento: Completamento opere di difesa idraulica – 2^ Lotto Molo di Ponente</b>					
		IVA(%)	IMPORTI netti	iva	IMPORTI Lordi
<b>A)</b>	<b>SOMME in APPALTO</b>				
a.1)	Lavori a CORPO	22,00%	€ -	€ -	€ -
	Lavori a MISURA	22,00%	€ 3.710.500,00	€ 816.310,00	€ 4.526.810,00
	Lavori in ECONOMIA	22,00%	€ -	€ -	€ -
	<b>TOTALE LAVORI</b>	22,00%	€ 3.710.500,00	€ 816.310,00	€ 4.526.810,00
a.2)	Oneri della SICUREZZA	22,00%	€ 60.000,00	€ 13.200,00	€ 73.200,00
	<b>TOTALE SOMME IN APPALTO</b>		€ 3.770.500,00	€ 829.510,00	€ 4.600.010,00
<b>B)</b>	<b>SOMME A DISPOSIZIONE DELL'AMMINISTRAZIONE COMUNALE</b>	IVA(%)	IMPORTI netti		IMPORTI Lordi
b.1)	Lavori in economia, previsti in progetto ed esclusi dall'appalto, ivi inclusi i rimborsi previa fattura		€ -	€ -	€ -
b.2)	Rilievi, accertamenti e indagini - verifica preventiva della eventuale presenza di ordigni bellici -	22,00%	€ 20.000,00	4.400,00 €	€ 24.400,00
b.3)	Allacciamenti ai pubblici servizi		€ -	€ -	€ -
b.4)	Imprevisti e arrotondamenti	22,00%	€ 128.889,18	28.355,62 €	€ 157.244,80
b.5)	Acquisizione aree o immobili e pertinenti indennizzi		€ -	€ -	€ -
b.6)	Accantonamento di cui all'art.106 comma 1 del codice degli appalti (revisione prezzi)		€ -	€ -	€ -
b.7)	Spese tecniche relative alla progettazione, nelle necessarie attività preliminari, al coordinamento della sicurezza in fase di progettazione e esecuzione, alle conferenze dei servizi, al supporto al RUP, alla verifica e validazione, alla Direzione Lavori.	22,00%	€ 100.000,00	22.000,00 €	€ 122.000,00
b.8)	Spese tecniche di consulenza per attività tecnico amministrative connesse alla progettazione		€ -	€ -	€ -
b.8.1)	Spese per attività tecnico amministrative connesse alla progettazione: per copertura assicurativa progettista	22,00%	€ -	0,00 €	€ -
b.9)	Spese per commissioni giudicatrici		€ -	€ -	€ -
b.10)	Spese per pubblicità e, ove previsto, per opere artistiche	22,00%	€ 1.500,00	330,00 €	€ 1.830,00
b.10.1)	Spese per pubblicità: contributo ANAC per stazioni appaltanti	22,00%	€ 660,00	145,20 €	€ 805,20
b.11)	Spese per accertamenti di laboratorio e verifiche tecniche previste dal capitolato speciale d'appalto, collaudo tecnico amministrativo, collaudo statico ed altri eventuali collaudi specialistici	22,00%	€ 15.000,00	3.300,00 €	€ 18.300,00
b.13)	Altro:Oneri d'investimento		€ -	€ -	€ -
b.13)	Altro:Mitigazioni		€ -	€ -	€ -
b.13)	Altro:Interferenze		€ -	€ -	€ -
b.13)	Altro:Opere compensative		€ -	€ -	€ -
b.13)	altro: Accordo Bonario (art. 205 D.Lgs 50/2016)		€ -	€ -	€ -
b.13)	altro: spese per procedura di screening ambientale		€ -	€ -	€ -
b.14)	Fondo incentivante (art. 113 del D.Lgs 50/2016)		€ 75.410,00		€ 75.410,00
b.12)	IVA, eventuali altre imposte e contributi dovuti per legge		€ 888.040,82		
	di cui per IVA somma dei lavori		€ 829.510,00		€ 829.510,00
	di cui per IVA somme a disposizione dell'amministrazione comunale		€ 58.530,82		
	<b>TOTALE SOMME A DISPOSIZIONE</b>		€ 1.229.500,00		
	<b>TOTALE IMPORTO OPERE A + B</b>		€ 5.000.000,00		€ 5.000.000,00

AVAMPORTO DI RIMINI					
QUADRO ECONOMICO Intervento: Completamento opere di difesa idraulica					
		IVA(%)	IMPORTI netti	iva	IMPORTI Lordi
<b>A)</b>	<b>SOMME in APPALTO</b>				
a.1)	Lavori a CORPO	22,00%	€ -	€ -	€ -
	Lavori a MISURA	22,00%	€ 5.266.050,00	€ 1.158.531,00	€ 6.424.581,00
	Lavori in ECONOMIA	22,00%	€ -	€ -	€ -
	<b>TOTALE LAVORI</b>	22,00%	€ 5.266.050,00	€ 1.158.531,00	€ 6.424.581,00
a.2)	Oneri della SICUREZZA	22,00%	€ 100.000,00	€ 22.000,00	€ 122.000,00
	<b>TOTALE SOMME IN APPALTO</b>		€ 5.366.050,00	€ 1.180.531,00	€ 6.546.581,00
<b>B)</b>	<b>SOMME A DISPOSIZIONE DELL'AMMINISTRAZIONE COMUNALE</b>				
b.1)	Lavori in economia, previsti in progetto ed esclusi dall'appalto, ivi inclusi i rimborsi previa fattura		€ -	€ -	€ -
b.2)	Rilievi, accertamenti e indagini - verifica preventiva della eventuale presenza di ordigni bellici -	22,00%	€ 40.000,00	8.800,00 €	€ 48.800,00
b.3)	Allacciamenti ai pubblici servizi		€ -	€ -	€ -
b.4)	Imprevisti e arrotondamenti	22,00%	€ 173.961,86	38.271,61 €	€ 212.233,47
b.5)	Acquisizione aree o immobili e pertinenti indennizzi		€ -	€ -	€ -
b.6)	Accantonamento di cui all'art.106 comma 1 del codice degli appalti (revisione prezzi)		€ -	€ -	€ -
b.7)	Spese tecniche relative alla progettazione, nelle necessarie attività preliminari, al coordinamento della sicurezza in fase di progettazione e esecuzione, alle conferenze dei servizi, al supporto al RUP, alla verifica e validazione, alla Direzione Lavori.	22,00%	€ 200.171,75	44.037,78 €	€ 244.209,53
b.8)	Spese tecniche di consulenza per attività tecnico amministrative connesse alla progettazione		€ -	€ -	€ -
b.8.1)	Spese per attività tecnico amministrative connesse alla progettazione: per copertura assicurativa progettista	22,00%	€ -	€ -	€ -
b.9)	Spese per commissioni giudicatrici		€ -	€ -	€ -
b.10)	Spese per pubblicità e, ove previsto, per opere artistiche	22,00%	€ 3.000,00	660,00 €	€ 3.660,00
b.10.1)	Spese per pubblicità: contributo ANAC per stazioni appaltanti – ai sensi della Delibera ANAC N. 621 del 20/12/2022		€ 1.320,00		€ 1.320,00
b.11)	Spese per accertamenti di laboratorio e verifiche tecniche previste dal capitolato speciale d'appalto, collaudo tecnico amministrativo, collaudo statico ed altri eventuali collaudi specialistici	22,00%	€ 25.000,00	5.500,00 €	€ 30.500,00
b.13)	Altro:Oneri d'investimento		€ -	€ -	€ -
b.13)	Altro:Mitigazioni		€ -	€ -	€ -
b.13)	Altro:Interferenze		€ -	€ -	€ -
b.13)	Altro:Opere compensative		€ -	€ -	€ -
b.13)	altro: Accordo Bonario (art. 205 D.Lgs 50/2016)		€ -	€ -	€ -
b.13)	altro: spese per procedura di screening ambientale impegnati per effetto della D.D. n. 3529 del 16.12.2022		€ 1.775,00		€ 1.775,00
b.13)	altro: spese per procedura di Verifica di Impatto Ambientale (VIA)per effetto della D.D. n. 2453 del 11.11.2023		€ 3.600,00		€ 3.600,00
b.14)	Fondo incentivante (art. 113 del D.Lgs 50/2016)		€ 107.321,00		€ 107.321,00
b.12)	IVA, eventuali altre imposte e contributi dovuti per legge		€ 1.277.800,39		
	di cui per IVA somma dei lavori		€ 1.180.531,00		€ 1.180.531,00
	di cui per IVA somme a disposizione dell'amministrazione comunale		€ 97.269,39		
	<b>TOTALE SOMME A DISPOSIZIONE</b>		€ 1.833.950,00		
	<b>TOTALE IMPORTO OPERE A + B</b>		€ 7.200.000,00		€ 7.200.000,00



## 18. IMPATTO AMBIENTALE

L'impatto dell'opera in progetto è stato analizzato nel documento "Studio di Impatto Ambientale", redatto in conformità a quanto previsto dal D.Lgs. 152/2006 (titolo III e all'Allegato VII dello stesso) e dal D.lgs. n. 104 del 2017.

In tale studio sono state analizzate le componenti ambientali, naturali, paesaggistiche e socioeconomiche presenti nell'area, prestando particolare attenzione alla qualità e capacità di rigenerazione delle risorse naturali ed alla capacità di carico dell'ambiente naturale.

In particolare sono stati analizzati:

- il quadro di riferimento programmatico;
- il quadro conoscitivo ambientale;
- gli impatti sulle matrici ambientali in fase di cantiere e di esercizio;
- gli interventi di mitigazione.

Per le soluzioni progettuali proposte sono dunque stati individuati gli impatti ambientali e le relative mitigazioni, tali per cui l'intervento in esame risulta compatibile con il territorio nel quale si inserisce, denotando un valore aggiunto per la sicurezza e la funzionalità portuale, e per la qualità della vita dei residenti e lo sviluppo turistico del territorio.

## 19. CONCLUSIONI

La presente relazione illustrativa è stata redatta dalla scrivente società Enser srl su incarico e per conto del Comune di Rimini nell'ambito della progettazione di fattibilità tecnico economica dell'intervento denominato Avamporto di Rimini – Completamento opere di difesa foranee.

Il presente progetto è stato elaborato a partire dall'esame delle caratteristiche del porto di Rimini, delle opere di difesa esistenti, degli studi e progetti fino ad oggi elaborati per l'area in esame e dei risultati dei monitoraggi costieri.

In particolare, le opere di difesa del porto di Rimini ad oggi esistenti sono state progettate nel recente passato come soluzioni di medio periodo:

- la scogliera di Levante di lunghezza 150 metri e radicata all'estremità del molo di levante, ha lo scopo di abbattere del 60% l'agitazione ondosa all'imbocco del porto canale;
- la scogliera di Ponente di lunghezza 70 metri e radicata in corrispondenza dello spigolo N-O della darsena turistica, ha lo scopo di limitare l'insabbiamento dovuto ai materiali trasportati dalle piene del Marecchia.

Tutti gli studi e progetti esaminati per l'area in esame erano concordi nell'individuare come una soluzione generale definitiva da realizzare nel lungo periodo che prevedeva la costruzione di un avamporto, al fine di risolvere definitivamente la problematica della messa in sicurezza dell'imboccatura del Porto Canale di Rimini e al contempo il problema dell'insabbiamento.

I monitoraggi eseguiti da ARPAE – Servizio IdroMeteoClima – Unità Mare e Costa a seguito della realizzazione delle opere di medio periodo, per l'area antistante la darsena di Rimini e asta terminale del porto canale, hanno rilevato che:

- *la realizzazione, nel 2011, della scogliera innestata sull'estremità del molo di levante, da un lato ha migliorato l'accesso al porto canale, ma dall'altro ha determinato un incremento della deposizione di sedimento.*
- *Il pennello, realizzato nel 2015 sul lato nord-ovest della darsena per ridurre le correnti e il trasporto solido, non è risultato sufficientemente efficace ad impedire l'insabbiamento dell'avamporto e, in particolare, dell'imboccatura del porto canale...".*

Pertanto dal punto di vista ambientale, a seguito dei monitoraggi si riscontra la necessità di completare le opere foranee per far fronte alla problematica dell'insabbiamento dell'imboccatura portuale.

Dal punto di vista della sicurezza della navigazione, l'esigenza di procedere al completamento delle opere di difesa al fine di incrementare livelli di sicurezza del porto è emersa dall'analisi dei fatti avvenuti a partire dal 2015 (anno di realizzazione della scogliera radicata alla darsena) in poi, che hanno confermato la criticità dell'esposizione dell'imboccatura del porto alle onde provenienti dal IV quadrante (maestrale) e dai settori Nord (tramontana e bora), con conseguente pericolosità di manovre di navigazione e danneggiamenti rilevanti alle strutture interne al porto (banchine e arredi portuali quali bitte e parabordi del molo di Levante "Capitan Giulietti"), con relative difficoltà di mantenere ormeggiati in sicurezza i natanti.

Per questi motivi gli operatori portuali (Cooperativa Pescatori, Club Nautico, Marina di Rimini) hanno presentato numerose istanze che chiedevano di completare il progetto dell'avamposto al fine di garantire maggiori tutele con riguardo alla governabilità dei natanti, specialmente per le manovre di entrata durante eventi meteorologici avversi, per il riparo di unità da diporto e pescherecci. La Capitaneria di Porto di Rimini ha chiesto inoltre di determinare i limiti di operatività delle banchine in oggetto e dei relativi arredi portuali (bitte e parabordi), che inevitabilmente risentono delle condizioni di mare e di vento soprattutto provenienti dal IV quadrante.

Tutto ciò premesso, il presente progetto di fattibilità tecnico – economica denominato *“Avamposto di Rimini - Completamento opere di difesa foranea”* è stato redatto al fine di completare la configurazione dell'avamposto a partire dalle opere di medio periodo già realizzate, in continuità con i precedenti studi svolti e volto al soddisfacimento del quadro esigenziale sia in termini di sicurezza della navigazione che in termini ambientali per ridurre il fenomeno dell'insabbiamento.

Tali interventi consistono nel prolungamento delle dighe foranee esistenti con funzione di barriera frangiflutto, la cui configurazione planimetrica è stata particolarmente attenzionata nell'ambito della presente attività di progettazione. Le problematiche principali da trattare sono:

- completare la messa in sicurezza dalle onde provenienti dal I quadrante (N-E), caratterizzate da maggior intensità e frequenza;
- mettere in sicurezza dalle onde provenienti dal IV quadrante (maestrale) e dai settori Nord (tramontana e bora) che, seppure meno frequenti, risultano problematici per la sicurezza della navigazione per via dei fenomeni di riflessione del moto ondoso legati anche alla presenza della scogliera posta a protezione della darsena turistica (che presenta una disposizione isorientata dei massi che accentua tale fenomeno);
- configurare un'imboccatura del porto che consenta le manovre di ingresso/uscita in sicurezza in caso di eventi meteorologici avversi;
- valutare l'inserimento delle nuove opere nel sistema costituito da porto canale, darsena turistica, foce del Deviatore Marecchia e baia di San Giuliano, con specifico riguardo a trasporto solido, insabbiamento della bocca di porto, effetti indotti sul litorale limitrofo.

Nell'ambito del presente progetto sono state sviluppate n. 2 alternative progettuali, al fine di individuare la soluzione che garantisca il migliore risultato in termini di sicurezza della navigazione, sicurezza di ormeggio ed il corretto inserimento nel sistema portuale:

- La 1<sup>a</sup> alternativa prevede una conformazione delle dighe foranee che riprende quella del progetto *“Soluzioni per la messa in sicurezza dell'imboccatura ed il miglioramento della navigazione in prossimità del porto canale di Rimini”* già individuata nella soluzione di lungo periodo del progetto definitivo del 2009, con orientamento dell'imboccatura di ingresso all'avamposto a nord ovest (140°-320°) con larghezza pari a 100 m.
- La 2<sup>a</sup> alternativa prevede una conformazione delle dighe foranee in cui la scogliera di levante è prolungata fino alla testata di quella di ponente ed inoltre quest'ultima risulta avere un'estensione ridotta ed un andamento planimetrico più rettilineo; l'imboccatura di ingresso all'avamposto pertanto risulta orientata ad ovest (100°-280°) con larghezza pari a 100 m.

Nella valutazione delle possibili alternative della progettualità il Comune di Rimini ha coinvolto i principali operatori portuali (Capitaneria di Porto di Rimini, Guardia di Finanza di Rimini – Reparto

Aeronavale, Cooperativa Pescatori e Consulta del Porto di Rimini) per gli aspetti legati alla sicurezza della navigazione, al fine di assicurare un'ampia condivisione delle scelte progettuali.

Dalle analisi e dai confronti effettuati è emerso quanto segue:

1. Per quanto riguarda la sicurezza della navigazione, dal confronto con gli operatori portuali è emerso che la 1<sup>a</sup> alternativa consente di effettuare manovre di ingresso in avamposto più sicure, specie per natanti da diporto/pescherecci, che in condizioni di mare avverso necessitano di maggiori tutele in relazione a manovre di entrata in porto rispetto ai mezzi SAR (Search and Rescue), che presentano caratteristiche di stabilità maggiori.
2. Per quanto riguarda l'inserimento delle opere nel complesso sistema portuale esistente, costituito da porto canale, darsena turistica e foce del Deviatore Marecchia, la 1<sup>a</sup> alternativa presenta un minor rischio di insabbiamento dell'imboccatura del porto per effetto dei sedimenti recapitati dal Deviatore Marecchia, in quanto la configurazione delle dighe foranee accompagna il flusso dei sedimenti al largo riducendo il rischio insabbiamento. La 2<sup>a</sup> alternativa, dato il maggiore ingombro planimetrico, potrebbe in questo senso provocare un maggior turbamento alla dinamica costiera rispetto alla condizione esistente.
3. La 1<sup>a</sup> alternativa presenta un'agitazione ondosa interna all'avamposto leggermente maggiore rispetto alla 2<sup>a</sup> alternativa progettuale, che in ogni caso non incide sulla sicurezza dei natanti ma più che altro in termini di comfort delle imbarcazioni ormeggiate. In tal senso si precisa che nello specchio acqueo dell'avamposto ormeggiano solo occasionalmente natanti per lavori portuali quali motopontoni e chiatte, che non necessitano standard di comfort particolari.

Alla luce di tutte le motivazioni precedentemente esposte ed al termine del percorso di condivisione avviato con gli operatori portuali portatori di interesse per l'intervento, la soluzione individuata per la configurazione dell'avamposto di Rimini risulta la 1<sup>a</sup> alternativa progettuale, che privilegia una maggior manovrabilità in ingresso al porto dei natanti che necessitano di maggiori tutele in condizioni di mare avverso nonché un miglior inserimento delle opere nel contesto del porto.

Gli studi specialistici effettuati nell'ambito del presente progetto (studio di propagazione del moto ondoso, studio modellazione morfodinamica costiera, studio geologico-geotecnico) hanno confermato la fattibilità e l'efficacia della soluzione progettuale individuata, in termini di risultati attesi relativamente a riduzione dell'agitazione ondosa, incremento di sicurezza della navigazione ed incremento dei livelli di sicurezza delle navi ormeggiate, nonché di impatto sull'evoluzione della dinamica litoranea.

Per concludere sono illustrati i materiali impiegati per la costruzione, le principali lavorazioni, le prime indicazioni per la sicurezza ed il cronoprogramma lavori.

Il quadro economico stimato complessivamente per l'intervento è pari a 7.200.000,00 euro.

Le opere così come progettate si prestano ad essere eseguite per stralci funzionali, suddividendo l'intervento tra molo di levante e molo di ponente, per i quali è stata stimata la seguente spesa:

- 1° Lotto – Molo di Levante: 2.200.000,00 euro
- 2° Lotto – Molo di Ponente: 5.000.000,00 euro

In particolare risulta prioritaria l'esecuzione del 1<sup>a</sup> lotto -Molo di Levante nella sua configurazione finale, al fine di garantire la messa in sicurezza dell'imboccatura del porto per mareggiate e venti

---

provenienti da N.E. (eventi meteomarini prevalenti), aspetto che fin dal principio è stato alla base del progetto, con effetti di riduzione dell'agitazione ondosa immediati.

Successivamente la realizzazione del 2<sup>a</sup> lotto - Molo di Ponente a completamento dell'avamposto consentirà di proteggere l'imboccatura da insabbiatura e dalle mareggiate provenienti da N. – N.O. (IV quadrante) che, seppure meno frequenti, provocano problemi alla navigazione per via dei fenomeni di riflessione del moto ondoso legati anche alla presenza della scogliera posta a protezione della darsena turistica.