

REGIONE ABRUZZO

COMUNE DI PESCARA



"DEVIAZIONE DEL PORTO CANALE DI PESCARA" (CUP D24B16000260001)
"COMPLETAMENTO DEI NUOVI MOLI GUARDIANI" (CUP D21C18000210001)
FASE A: REALIZZAZIONE DEL MOLO NORD

FASE B: INTERVENTI DI DEVIAZIONE DEL PORTO CANALE (CUP J24E21001210006)

FASE C: INTERVENTI DI COMPLETAMENTO

PROGETTO DI FATTIBILITA' TECNICA ED ECONOMICA

Titolo elaborato :

RELAZIONE GENERALE

Progettazione:

Dott. Ing. Giuseppe Nicola BERNABEO
Dott. Geol. Mattia IPPOLITO
Dott. Arch. Lorenzo DI GIROLAMO

Supporto alla progettazione:

AGiS Ingegneria

Via Sabotino, 46
00195 ROMA

MODIM

Via Monte Zebio 40
00195 ROMA

Studi specialistici Idraulico-Marittimo:

Prof. Ing. Paolo DE GIROLAMO
Prof. Ing. Marcello DI RISIO (UNIVAQ – UNIVERSITÀ DELL'AQUILA)

Responsabile Unico Del Procedimento:

Dott. Ing. Tommaso IMPICCIATORE

Scala:

Dimensioni foglio:

Elaborato:

MC-24-210-B

Data	Rev.	DESCRIZIONE	Disegnato:	Controllato:	Validato:
Maggio 2024	0	EMISSIONE			

1.	PREMESSA	3
1.1.	Nuovo PRP 2008 del Porto di Pescara	3
1.2.	INTERVENTI REALIZZATI DAL PROVVEDITORATO OO.PP	5
1.3.	INTERVENTI DI COMPETENZA DI ARAP	6
1.3.1.	Primo intervento ARAP: stato di attuazione	9
1.3.2.	Secondo intervento ARAP: stato di attuazione	11
2.	INQUADRAMENTO GENERALE DEI LUOGHI	14
2.1.	INQUADRAMENTO NORMATIVO DEL PORTO	14
2.2.	DESCRIZIONE DEL SISTEMA PORTUALE ATTUALE DI PESCARA 14	
2.3.	STORIA DEL PORTO	19
2.3.1.	Dalle origini alla fine del secondo conflitto mondiale	19
2.3.2.	L'evoluzione del porto dopo il secondo conflitto mondiale fino agli anni '90 del secolo scorso	21
2.3.3.	Dagli anni '90 del secolo scorso ad oggi (2023)	22
3.	PIANO REGOLATORE PORTUALE VIGENTE (PRP 2008)	29
3.1.	DESCRIZIONE DEL PRP 2008	29
3.2.	APPROFONDIMENTI TECNICI REDATTI DURANTE LA FASE DI APPROVAZIONE DEL PRP 2008	35
4.	SINTESI DEGLI STUDI	37
4.1.	INQUADRAMENTO IDRAULICO MARITTIMO	37
4.1.1.	Inquadramento geografico	38
4.1.2.	Regime dei venti a largo di Pescara e in costa	39
4.1.3.	Correntometria a grande scala	44
4.1.4.	Variazione dei livelli del mare (incluso eustatismo)	45
4.1.5.	Regime ondametrico a largo di Pescara	47
4.1.6.	Regime ondametrico in costa	54
4.1.7.	Penetrazione del moto ondoso nel porto canale e nelle zone esterne dei nuovi moli guardiani	59
4.1.8.	Navigabilità della nuova foce fluviale	63
4.1.9.	Morfodinamica costiera e fluviale, sedimentazione delle aree portuali e impatto delle nuove opere sulla stabilità dei litorali adiacenti	65
4.1.10.	Diffusione e dispersione a mare degli inquinanti e materiale fino dovuti al "plume" fluviale	80
4.2.	INQUADRAMENTO IDROLOGICO E IDRAULICO DEL FIUME PESCARA	93
4.2.1.	Bacino idrografico	93
4.2.2.	Definizione delle portate fluviali	94
4.2.3.	Regime ordinario delle portate	95
4.2.4.	Eventi storici di piena	97
4.2.5.	Definizione delle portate al colmo degli eventi di piena	100
4.2.6.	Idrogrammi di piena	101
4.2.7.	Definizione delle portate di progetto e carta di pericolosità idraulica	104
4.2.8.	Studio di compatibilità idraulica del PRP 2008	105
5.	ANALISI DELLE INTERFERENZE - CONFRONTO TRA LE DIVERSE TIPOLOGIE DI OPERE	111
5.1.	Interferenza del Ponte del Mare	111
5.1.1.	Interferenza del Ponte del Mare – scelta della sezione idraulica	112
5.1.2.	Studio numerico idrodinamico e morfodinamico con Soluzione C - Analisi dei risultati	119

5.1.3.	Scelta della tipologia costruttiva delle opere di protezione delle sponde del fiume in corrispondenza della sezione ristretta del Ponte del Mare.....	120
5.2.	Nuove banchine – Confronto delle tipologie realizzative	123
5.2.1.	Banchine (palancole o cassoni)	124
5.3.	Raccordo Molo Nord – Diga foranea	128
5.4.	Tratto terminale del fiume Pescara (imboccatura portuale)	129
5.5.	Scarico di emergenza della fognatura comunale.....	130
5.6.	Piano Demaniale Comune di Pescara – Area Dunale - WWF.....	131
5.7.	Trabocchi Molo Nord esistenti	131
6.	PROGETTO DELLA DEVIAZIONE DEL PORTO CANALE	133
6.1.	PREMESSA	133
6.2.	DESCRIZIONE DEGLI INTERVENTI	140
6.3.	OPERE A MARE: Moli Guardiani	143
6.4.	FASE A – Molo Nord	143
6.4.1.	Verifiche idrauliche lato mare del nuovo Molo Nord	146
6.4.2.	Dimensionamento idraulico della mantellata Molo Nord.....	147
6.4.3.	Problematiche geotecniche connesse con gli interventi e criteri progettuali	149
6.5.	FASE A – Opera di raccordo tra Molo Nord e Diga foranea: Banchina completamente riflettente.....	149
6.6.	FASE B - Molo Sud e vasca di colmata A	152
6.7.	FASE B / FASE C - Vasche di colmata A, B, C e D	154
6.7.1.	Problematiche geotecniche connesse agli interventi e criteri progettuali	157
6.8.	FASE C: SALPAMENTO DIGA FORANEA E REALIZZAZIONE DELL'OPERA DI RACCORDO DEL MOLO SUD CON LA DIGA FORANEA 159	
6.9.	FASE C - Opere di presidio delle banchine esistenti.....	160
6.9.1.	Sezione speciale S1 a ridosso delle fondazioni del Ponte del Mare	160
6.9.1.1.	Sezione corrente D2 a ridosso delle fondazioni del Ponte del Mare	161
6.9.2.	Sezione speciale D1 a ridosso delle fondazioni del Ponte del Mare	162
6.10.	FASE C - Interventi di taglio e raccordo alle banchine esistenti....	163
6.10.1.	Apertura sbocco a mare con demolizione di tratto interferente dell'attuale molo Nord	163
6.10.2.	Realizzazione tratto di raccordo nuovo molo Sud con attuale molo Sud	164
6.11.	FASE C: Prolungamento Banchina porto commerciale e vasca di colmata D.....	165
6.11.1.	Completamento dragaggio alveo fiume Pescara e opere di protezione del fondale	166
6.11.2.	Modalità operative e fasi lavorative.....	167
7.	CRONOPROGRAMMI DELLE FASI	168
7.1.	Cronoprogramma FASE A.....	168
7.2.	Cronoprogramma FASE B.....	169
7.3.	Cronoprogramma FASE C	169
8.	CARATTERISTICHE PRESTAZIONALI DELLE OPERE E DEI MATERIALI	171
9.	STIMA ECONOMICA DELL'INTERVENTO.....	172
10.	Manutenzione del nuovo alveo del Fiume Pescara	173
11.	CONCLUSIONI	174

1. PREMESSA

1.1. Nuovo PRP 2008 del Porto di Pescara

Il presente progetto di fattibilità tecnica ed economica ricomprende le opere previste nella FASE 1 di attuazione del nuovo Piano Regolatore Portuale del Porto di Pescara, corrispondente alla deviazione del porto canale.

Per un'adeguata ed agevole comprensione delle previsioni di progetto occorre formulare alcune precisazioni preliminari sia sulla configurazione attuale del Porto di Pescara, presa a riferimento per la redazione del presente progetto di fattibilità tecnica ed economica, sia sulla configurazione del Porto di Pescara prevista nel nuovo Piano Regolatore Portuale del Porto di Pescara approvato dalla Regione Abruzzo con Verbale n. 80/2 del 15 Novembre 2016.

La nuova configurazione del Porto di Pescara prevista nel Piano Regolatore Portuale approvato è riportata nella successiva figura e prevede, tra le altre cose, i seguenti macro-obiettivi:

- Spostare la foce fluviale oltre l'attuale diga foranea deviando e prolungando il tratto terminale del fiume;
- Realizzare il nuovo porto peschereccio localizzato all'esterno del porto canale;
- Riorganizzare l'attuale darsena commerciale attraverso la realizzazione di due nuove banchine, il prolungamento di una delle due banchine esistenti e del tratto di levante dell'attuale diga foranea.



Figura 1-1 – Piano Regolatore Portuale di Pescara

Gli obiettivi dichiarati della nuova configurazione portuale sono:

- separare completamente le funzioni portuali dall'asta fluviale;

1.2. INTERVENTI REALIZZATI DAL PROVVEDITORATO OO.PP

Con l'obiettivo di avviare l'importante piano di ammodernamento e di riqualificazione dell'assetto portuale dell'intero Porto di Pescara la Regione Abruzzo, a partire dal 2015, ha concesso i primi finanziamenti finalizzati a realizzare le prime opere in conformità alle previsioni del nuovo PRP e ritenute prioritarie ed urgenti in relazione a due importanti criticità:

- l'insabbiamento del bacino dell'avamposto che ostacola l'accessibilità al porto stesso soprattutto dei pescherecci;
- l'inquinamento di tratti della spiaggia a Nord del fiume, dovuto principalmente al plume fluviale.

In linea con tali obiettivi la Regione ha concesso al Provveditorato Interregionale per le OO.PP. Lazio Abruzzo Sardegna due finanziamenti rispettivamente di circa 1,7 M€ (Fondi MIT) e di circa 3,5 M€ (fondi PAR FAS 2007-2013), al fine di anticipare la realizzazione di alcune opere conformi al nuovo P.R.P.

Il Provveditorato ha utilizzato i fondi concessi dalla Regione Abruzzo per realizzare le seguenti opere:

1. Apertura di un tratto della diga foranea (per circa 70 ml), inclusa la realizzazione di una testata provvisoria dell'attuale diga foranea così reseca;
2. Realizzazione del primo tratto del pennello di foce (circa 80 ml) a protezione dell'apertura nella diga foranea, posto in sinistra idraulica del futuro canale deviato;
3. Realizzazione di una scogliera sommersa nord, con quota sommità a - 0,50 s.l.m.m., con giacitura conforme al nuovo molo Nord di P.R.P.;

Le autorizzazioni ambientali all'esecuzione degli interventi già appaltati dal Provveditorato Interregionale per le OO.PP. del Lazio, l'Abruzzo e la Sardegna sono state rilasciate dalla Regione Abruzzo mediante Giudizio del CCR-VIA n° 2745 in data 20 dicembre 2016 e Giudizio n° 2746 in data 20/12/2016.

In particolare, si richiama il Giudizio n° 2745 relativo all'apertura della diga foranea ed esecuzione di un primo tratto del pennello di foce in sinistra idraulica il quale testualmente recita (stralcio):

1. Stante le motivazioni sottese all'intervento, peraltro come ribadite in sede di audizione in data 7 dicembre 2016, limitare a 70 m l'apertura della diga (in conformità al progetto già appaltato) rinviando i successivi lavori di apertura in attuazione alle previsioni di cui al Piano Regolatore Portuale ad idonee procedure ai sensi dell'Allegato II° del D.Lgs. 152/2006.

A seguito della realizzazione delle sopra descritte opere, collaudate ad aprile 2021, la configurazione del Porto risultava essere quella riportata nelle seguenti immagini:

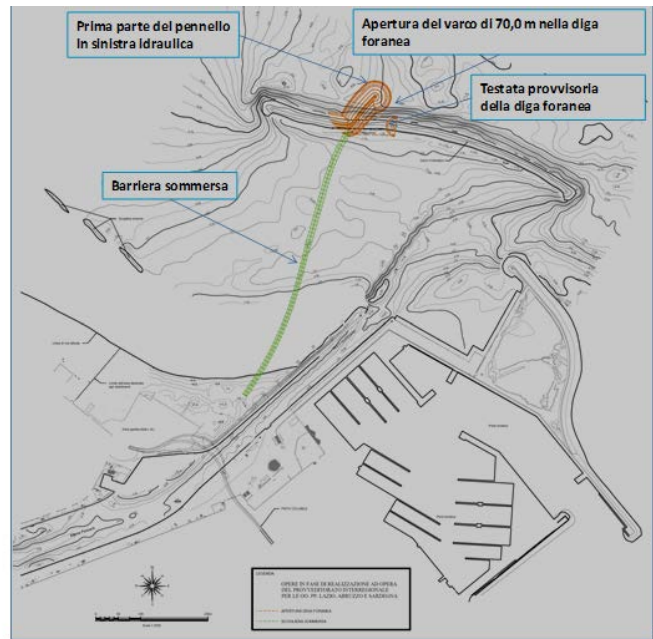
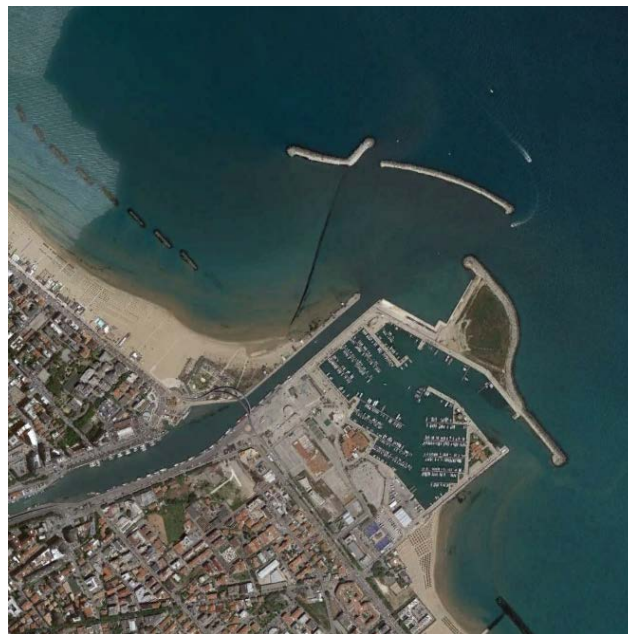


Figura 1-3 - Opere realizzate dal provveditorato alle OO.PP.



**Figura 1-4 – configurazione del porto dopo le opere del provveditorato
Immagine estratta da google earth – maggio 2021**

1.3. INTERVENTI DI COMPETENZA DI ARAP

Dopo i primi due finanziamenti concessi al Provveditorato alle OO.PP., la Regione Abruzzo, nell'ambito degli interventi finanziati con il Masterplan – Patto per il Sud – Progetto PSRA/07 denominato “Deviazione porto canale di Pescara”, ha concesso un finanziamento di 15 M€ in favore dell'ARAP a valere sui fondi di cui alla delibera CIPE n. 26/2016 con l'obiettivo di attuare la prima fase pianificata nel nuovo P.R.P., cioè realizzare la deviazione del fiume e la sua completa separazione dalla darsena com-

merciale esistente allo scopo di migliorare le problematiche esistenti inerenti la sedimentazione del porto commerciale e l'impatto delle acque fluviali sulle coste di Pescara.

In data 31/07/2017 è stata sottoscritta la relativa concessione di finanziamento con il competente Dipartimento Infrastrutture e Trasporti della Regione Abruzzo.

Al citato finanziamento di 15 M€ si è aggiunto l'ulteriore contributo di 16 M€ a valere sui fondi della Delibera CIPE 12/2018 ed avente ad oggetto il "*Porto di Pescara - Completamento dei nuovi moli guardiani del Porto di Pescara*", questi ultimi concessi nell'ambito del secondo addendum al Piano Operativo Infrastrutture FSC 2014-2020 - Asse Tematico E - Linea d'Azione "Miglioramento Sicurezza Infrastrutture.

In data 28/03/2019 è stata sottoscritta la relativa convenzione tra il Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti, la Regione Abruzzo e l'ARAP.

In considerazione delle scadenze a breve termine previste negli atti di concessione dei finanziamenti l'Arp ha proceduto, da un lato, ad individuare alcune opere conformi al P.R.P. ed in linea con gli obiettivi prefissati da poter appaltare e realizzare entro il breve tempo concesso e, dall'altro, a definire, attraverso l'elaborazione del PFTE, le opere ed i relativi costi strettamente necessari per deviare il fiume Pescara.

Una doverosa precisazione: con deliberazione del C.d.A. n. 187 del 2/8/2017 è stato approvato il documento di indirizzo alla progettazione del Progetto PSRA/07 denominato "*Deviazione porto canale di Pescara*", dal quale è subito emerso che i fondi del finanziamento Masterplan non risultavano sufficienti a realizzare tutte le opere necessarie per la deviazione del porto canale di Pescara e, di conseguenza, veniva individuata come prioritaria la realizzazione dell'argine nord prevista dal Piano regolatore portuale. Ed infatti, con delibera del C.d.A. n. 146 del 2/7/2018, a seguito delle nuove indicazioni dell'Amministrazione circa le opere da realizzare, è stato approvato l'aggiornamento del Documento di Indirizzo alla Progettazione dell'intervento di "*Deviazione del Porto Canale di Pescara*", dove risultava individuata come opere prioritaria proprio il completamento del pennello di foce e la realizzazione del Molo Nord.

Con deliberazione del C.d.A. n. 210 del 29/08/2018 è stato approvato il Progetto di fattibilità tecnica ed economica dell'intervento Masterplan PSRA/07 "*Deviazione del Porto canale di Pescara*", dell'importo complessivo di € 15.000.000,00, che prevedeva un importo lavori in appalto di € 12.587.319,50.

A seguito delle nuove indicazioni fornite dall'Ente concedente Regione Abruzzo e dal Presidente dell'ARAP. in sede di Comitato V.I.A. (Giudizio CCR-VIA n. 3007 del 21/02/2019), tutte volte alla definizione degli interventi urgenti da attuare nelle more dell'ottenimento dei fondi necessari alla concreta deviazione del porto canale, l'Amministrazione ha riformulato gli obiettivi progettuali individuati nel completamento delle opere appaltate e realizzate dal Provveditorato OO.PP.

Con deliberazione del C.d.A. n. 94 del 14/05/2019 è stato approvato il Progetto di Fattibilità Tecnica ed Economica aggiornato dell'intervento Masterplan PSRA/07 denominato "*Deviazione del porto canale di Pescara: Completamento opere di protezione, pennello di foce e scogliera di radicamento – rev. aprile 2019*", dell'importo complessivo di €. 15.000.000 di cui € 7.704.366,00 per lavori.

Con la citata Delibera n. 94 del 14/05/2019 sono stati accantonati € 3.828.310,23 dell'intervento Masterplan PSRA/07 denominato "*Deviazione del porto canale di Pescara*" da utilizzare con il secondo finanziamento del progetto "*Completamento dei nuovi moli guardiani del Porto di Pescara*" per realizzare un secondo intervento, come detto in precedenza.

Il progetto approvato con la delibera n. 94/2019, con lo studio di prefattibilità ambientale, è stato sottoposto al giudizio del Comitato di Coordinamento regionale per la Valutazione di Impatto ambientale, concluso con l'esclusione dalla valutazione di impatto ambientale con Giudizio n. 3055 del 6/6/2019 con prescrizioni.

Mentre proseguiva l'iter realizzativo del progetto Masterplan PSRA/07 denominato "*Deviazione del porto canale di Pescara*", l'Arap ha elaborato il progetto di fattibilità tecnica economica dell'intera deviazione del Porto Canale di Pescara, con l'obiettivo di definire le opere necessarie per conseguire la deviazione del porto canale e stimarne il relativo costo, a partire da quelle già realizzate dal Provveditorato.

Con deliberazione del C.d.A. n. 94 del 11/05/2020 l'Arap ha approvato la prima versione del progetto di fattibilità tecnica ed economica dell'intera deviazione del Porto Canale di Pescara, dell'importo complessivo di **€ 52.200.000,00**, con il seguente quadro economico di spesa di massima:

	Totale	MP	MP+CIPE	NUOVO FIN
	FASE II+III+IV	FASE II	FASE III	FASE IV
Importo in appalto	39 750 366,00	7 704 366,00	16 443 000,00	15 603 000,00
Somme a disposizione	12 449 634,00	3 607 474,00	3 245 160,10	5 597 000,00
Totale	52 200 000,00	11 311 840,00	19 688 160,10	21 200 000,00
FINANZIAMENTI				
Masterplan	15 000 000,00	11 311 840,00	3 688 160,00	
CIPE	16 000 000,00		16 000 000,00	
Da reperire	21 200 000,00			21 200 000,00

La redazione del progetto di fattibilità tecnica economica dell'intera deviazione ha evidenziato l'insufficienza dei finanziamenti (31 M€) per conseguire l'obiettivo di attuazione l'intera FASE 1 del PRP, rendendo necessario aggiornare gli obiettivi progettuali perseguibili con i finanziamenti concessi.

A seguito delle risultanze della conferenza di servizi istruttoria indetta sul progetto di fattibilità della intera deviazione, oltre che di quanto riportato nel Giudizio del CCR n. 3055 del 6/6/2019 sul progetto Masterplan PSRA/07 denominato "*Deviazione del porto canale di Pescara*", l'Amministrazione ha stabilito di utilizzare il primo finanziamento per realizzare i seguenti due stralci funzionali:

- Con il primo stralcio è stato fissato l'obiettivo di completare le opere già avviate dal Provveditorato Interregionale alle Opere Pubbliche per il Lazio, l'Abruzzo e la Sardegna;
- Con il secondo stralcio, finalizzato al medesimo obiettivo del progetto di "Completamento dei moli guardiani" di cui al finanziamento CIPE 12/2018, è stato fissato l'obiettivo di realizzare il nuovo MOLO NORD, che costituirà anche il nuovo argine sinistre del fiume Pescara deviato.

1.3.1. Primo intervento ARAP: stato di attuazione

Con deliberazione del C.d.A. n. 166 del 5/8/2020 è stato approvato il progetto definitivo dell'intervento Masterplan Abruzzo PSRA 07 "*Deviazione del porto canale di Pescara – 1° stralcio - Completamento pennello di foce e scogliera di radicamento*", dell'importo complessivo invariato di € 15.000.000,00, pari al finanziamento dell'intervento, di cui € 5.943.482,52 di importo a base d'asta, € 2.937.357,48 per somme a disposizione dell'amministrazione ed € 6.119.160,00 per somme accantonate per i successivi lavori del secondo stralcio.

Con successiva deliberazione del C.d.A. n. 53 del 26/02/2021 stato aggiudicato l'appalto integrato del progetto Masterplan PSRA 07 "*Deviazione del porto canale di Pescara – 1° stralcio*", con affidamento dei servizi di progettazione esecutiva e di esecuzione dei lavori.

Con detto primo stralcio l'Arap ha impegnato circa € 9.300.000 del finanziamento "Masterplan" per realizzare le seguenti opere:

- scogliera di radicamento Nord, con quota sommità a + 1,40 s.l.m.m.
- completamento del pennello di foce (circa 120 ml).

Gli obiettivi principali del progetto primo stralcio sono, sostanzialmente, i seguenti:

1. migliorare in modo sensibile le condizioni di sicurezza della navigazione, prolungando il pennello di foce secondo la configurazione finale prevista nel PRP;
2. Migliorare la qualità delle acque lungo il litorale nord-ovest di Pescara in particolari condizioni meteo;
3. Intercettare i sedimenti marini provenienti dal flusso verso sud-est a monte della scogliera di radicamento, per ridurre la loro sedimentazione nella zona di espansione del porto canale.

Nella seguente planimetria sono riportati i due corpi d'opera previsti nel progetto primo stralcio:

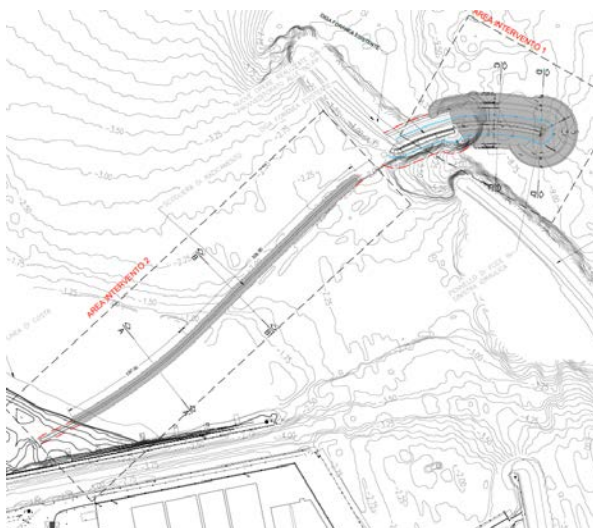


Figura 1-5 - Planimetria di progetto

L'esecuzione delle opere è stata affidata alla ditta Nuova Co.Ed.Mar. mediante appalto integrato aggiudicato a dicembre 2020, per un importo contrattuale di circa € 5.500.000.

I lavori sono iniziati a dicembre 2021 e proseguiti in modo sostanzialmente regolare fino a dicembre 2022.

Allo stato attuale i lavori sono stati sospesi su disposizione del Tribunale di Venezia per attivazione della procedura di concordato preventivo con cessione di ramo di azienda richiesta dalla ditta nuova Co.Ed.Mar.

Al momento della sospensione del contratto di appalto l'avanzamento dei lavori è di circa il 40%, di cui il 34% contabilizzato, relativo alla scogliera di radicamento a riva, ultimata, ed il pennello di foce, di cui risulta realizzato solo il nucleo.

Di seguito si riportano le due planimetrie della configurazione allo stato attuale, dove sono visibili la scogliera di radicamento, completata, ed il pennello di foce non completate (non ancora emersa):



Figura 1-6 - Scogliera di radicamento

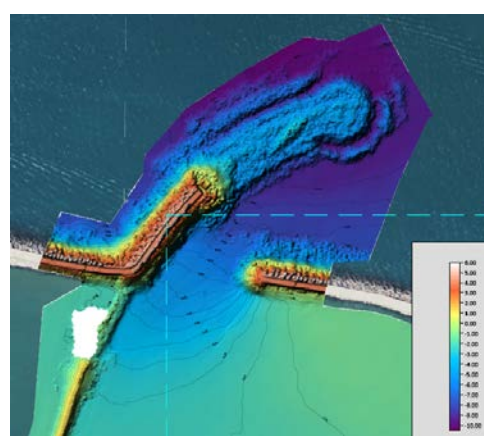


Figura 1-7 - batimetria pennello di foce

Con provvedimento del 28/09/2023 il Tribunale di Venezia ha autorizzato una ulteriore sospensione del contratto di appalto sino alla data di perfezionamento ed efficacia del contratto di cessione del ramo di azienda.

Con nota del 15/12/2023 la ditta FENICE S.p.A. società Benefit, con sede in Roma, corso Trieste 65, P.I. 15902681004, ha comunicato che con atto stipulato in data 24/11/2023, rep. n. 71577 notaio Gottardo in Padova ha acquisito dalla Nuova Co.Ed.Mar. S.r.l. il ramo d'azienda denominato "Ramo d'Azienda Italia" corrente in Chioggia, Via Banchina F, località Valdario, che ricomprende, ai sensi dell'art. 2 dell'atto di cessione, anche il contratto di appalto dei lavori in oggetto oltre ai requisiti funzionali al mantenimento delle attestazioni SOA necessarie a darvi esecuzione.

L'efficacia del contratto di cessione di ramo di azienda, subordinata a condizioni sospensive, comporterà il subentro della FENICE nel contratto di appalto dei lavori in oggetto, ai sensi degli artt. 2558 c.c. e dell'art. 106 del D.Lgs. n. 50/2016 e s.m.i., il cui istituto è rimasto invariato nel nuovo art. 120 del D.Lgs. n. 36/2023.

Da ultimo risulta che in data 18/03/2024 è divenuto efficace il contratto di cessione del ramo di azienda Italia sottoscritto in data 24/11/2023 e che entro il 22/04/2024 la ditta Fenice dovrà perfezionare il subentro producendo le nuove polizze (cauzione definitiva e garanzia dell'anticipazione non recuperata) e l'attestazione SOA.

Solo dopo il perfezionamento dei requisiti tecnico-professionali (SOA) e la consegna, da parte della FENICE, di nuove fidejussioni (definitiva e a garanzia dell'anticipazione) che sostituiranno quelle prestate dalla Società Nuova Co.Ed.Mar. S.r.l. l'Arap, conclusa positivamente la verifica sul possesso dei prescritti requisiti generali e di ordine speciale, potrà approvare il subentro della FENICE nel contratto di appalto.

Dalla ripresa dei lavori è stimabile un tempo di 8-10 mesi per completare i lavori rimanenti previsti nel contratto di appalto.

1.3.2. Secondo intervento ARAP: stato di attuazione

Dopo l'avvio dei lavori e la redazione della perizia con modifica contrattuale dei lavori Masterplan PSRA/07 "*Deviazione del porto canale di Pescara: 1° stralcio: Completamento pennello di foce e scogliera di radicamento*", approvata con deliberazione del C.d.A. n. 193 del 26/07/2022, è stata definitivamente accertata la somma accantonata nel quadro economico di progetto utilizzabile con il secondo finanziamento del progetto di "Completamento dei Moli Guardiani" è stata rideterminata in € 4.400.000,00.

Complessivamente l'importo dei finanziamenti disponibili per realizzare il secondo intervento è risultato pari ad € 20.400.000,00, di cui € 16.000.000,00 finanziati con i fondi di cui alla delibera CIPE n. 12/2018 per il progetto "Porto di Pescara – Comple-

tamento dei nuovi moli guardiani”, CUP D21C18000210001, ed € 4.400.000,00 finanziati con i fondi di cui alla delibera CIPE n. 16/2016 per il progetto “Deviazione del porto canale di Pescara: 2° stralcio”, CUP: D24B16000260001.

Prima di individuare le opere da realizzare con gli ulteriori fondi disponibili l’Arap ha proceduto ad aggiornare il progetto di fattibilità tecnica economica, anche alla luce delle sorprese ambientali e geologiche emerse dopo la campagna delle indagini geologiche ed ambientali completate a luglio 2021.

Sulla base delle risultanze della caratterizzazione è stato necessario ridefinire le opere che, a partire dalla configurazione del Porto conseguente alla realizzazione delle opere previste nel primo intervento, consentono di conseguire l’obiettivo della deviazione del porto canale di Pescara, come previsto nella FASE 1 di attuazione del nuovo Piano Regolatore Portuale.

La presenza di sedimenti di non buona qualità ha reso necessario individuare una nuova soluzione sostenibile dal punto di vista ambientale ed economico.

In accordo con le indicazioni dell’Autorità di Sistema Portuale del Mare Adriatico Centrale è stata rivista l’impostazione iniziale del progetto introducendo delle vasche di colmata funzionali alla futura realizzazione della darsena commerciale che consentono di gestire nello stesso porto il volume di sedimenti di scarsa qualità derivanti dall’escavazione del nuovo alveo della foce del fiume Pescara.

Con la revisione progettuale si è anche proceduto ad aggiornare i costi delle opere a seguito degli importanti incrementi dei prezziari regionali e rideterminare il fabbisogno finanziario complessivo necessario per raggiungere l’obiettivo della FASE 1 del P.R.P. consistente nella deviazione del porto canale.

In conclusione, in base alle risorse finanziarie già disponibili e concesse ad Arap ed in accordo con le indicazioni dell’Autorità di Sistema Portuale di Ancona, beneficiaria di un ulteriore finanziamento di € 21.200.000 da finalizzare sempre alla deviazione del porto canale, il progetto di fattibilità della deviazione del porto canale è stato definitivamente aggiornato con l’individuazione di tre distinte FASI ATTUATIVE denominate rispettivamente FASE A, FASE B e FASE C con la seguente denominazione:

“DEVIAZIONE DEL PORTO CANALE DI PESCARA (CUP D24B16000260001)” – “COMPLETAMENTO DEI NUOVI MOLI GUARDIANI (CUP D21C18000210001)”: FASE A: REALIZZAZIONE DEL MOLO NORD – FASE B: INTERVENTI DI DEVIAZIONE DEL PORTO CANALE (J24E21001210006) – FASE C: INTERVENTI DI COMPLETAMENTO.

Le opere previste in ciascuna fase realizzativa sono state individuate sulla base delle configurazioni portuali intermedie che presentavano minori criticità dal punto di vista idraulico-marittimo e sulla base delle risorse finanziarie già disponibili a fronte di quelle necessarie, cercando di assicurare la migliore sostenibilità economica ed ambientale degli interventi prevedendo, nelle FASI B e C, la realizzazione di vasche di

colmata con volumi idonei al collocamento dei sedimenti provenienti dai lavori di dragaggio del nuovo alveo.

La presente relazione, redatta in conformità a quanto previsto dall'art. 23 del D.Lg. vo n. 50 del 18 aprile 2016 e degli artt. 17 e 28 del Regolamento (DPR n. 207 del 5 ottobre 2010), descrive le opere previste nelle tre distinte FASI attuative, sinteticamente denominate FASE A, FASE B e FASE C, che, nel loro complesso, hanno l'obiettivo di attuare la FASE 1 del nuovo Piano Regolatore Portuale, cioè la deviazione del porto canale, come meglio descritto nei successivi capitoli.

2. INQUADRAMENTO GENERALE DEI LUOGHI

2.1. INQUADRAMENTO NORMATIVO DEL PORTO

Il porto di Pescara, con riferimento all'Allegato E della Deliberazione n. 678/I della Giunta Regionale della Regione Abruzzo del 25 Ottobre 2016 (Nuovo Piano Regolatore del Porto di Pescara), è inserito nella I classe della II categoria, ai sensi e per gli effetti del T.U. approvato con Regio Decreto 2 aprile 1885 n. 3095.

Con la sopra citata Deliberazione n. 678/I la Giunta Regionale ha approvato il nuovo Piano Regolatore Portuale del porto di Pescara, di seguito indicato PRP.

In data 15/11/2016, con verbale di deliberazione n° 80/2, il Consiglio Regionale dell'Abruzzo ha definitivamente approvato il nuovo PRP.

Inoltre, in base al D.Lg. vo del 4/8/2016 n. 169 che ha riorganizzato, razionalizzato e semplificato la legge 84/94 che aveva istituito in Italia le Autorità Portuali, il porto di Pescara è stato inserito nell'ambito della Autorità di Sistema Portuale del Mare Adriatico Centrale, che comprende, oltre ai Porti di Ancona e Pescara, i porti di Pesaro, San Benedetto del Tronto ed Ortona.

2.2. DESCRIZIONE DEL SISTEMA PORTUALE ATTUALE DI PESCARA

Il Porto di Pescara è situato nel tratto terminale del fiume Pescara



Figura 2-1 porto di Pescara e localizzazione geografica

Il suo sistema portuale comprende la Darsena Commerciale, il Porto Canale e il Porto Turistico.

La Darsena Commerciale comprende:

- la diga foranea;
- il Molo di Levante costituito da:
 - due banchine commerciali aventi profondità di progetto al piede di -9,0 m sul l.m.m. e lunghezze rispettivamente di circa 180,0 m e 150,0 m;
 - un terrapieno, con superficie di circa 26.000 mq a servizio delle due banchine commerciali destinato provvisoriamente a vasca di colmata. Attualmente la vasca di colmata è piena di sedimenti dragati dalle aree portuali ed andrebbe in parte svuotata per consentire di completare il terrapieno che, di fatto, non è mai stato operativo dalla sua costruzione (fine degli anni 1990).



Figura 2-2 Denominazioni delle zone portuali

Partendo da mare e andando verso monte, il Porto Canale, comprende:

- il canale di accesso, denominato "canaletta", largo circa 44 m e lungo circa 490 m;
- il bacino di ormeggio o area di espansione, largo circa 100,0 m e lungo circa 600m;
- il canale di monte largo circa 40,0 m e lungo circa 750,0 m.



Figura 2-3 - Imboccature portuali

Il canale di monte è attraversato da quattro ponti che garantiscono il collegamento ferroviario e stradale tra le zone urbane poste a Nord e a Sud del fiume. Partendo da monte e andando verso il bacino, i quattro ponti sono denominati: ponte della Ferrovia Adriatica, Ponte D'Annunzio, Ponte Risorgimento e ponte dell'Asse Attrezzato.

La canaletta è attraversata da un ponte pedonale-ciclabile denominato Ponte del Mare. L'altezza massima delle imbarcazioni che possono transitare sotto il Ponte del Mare e che quindi possono accedere all'area di espansione risulta di 14,5 m sul l.m.m.

La diga foranea, essendo isolata in mare, determina due imboccature portuali: quella principale, localizzata ad Est, e quella secondaria, localizzata ad Ovest, che attualmente risulta quasi completamente insabbiata. La funzione della diga foranea è quella di proteggere dal moto ondoso incidente:

- lo specchio d'acqua posto a servizio delle due banchine commerciali (avamporto), dove è localizzata l'area di evoluzione del naviglio diretto sia alle anzidette banchine sia al Porto Canale;
- l'imboccatura del Porto Canale.

La Darsena, attualmente caratterizzata da fondali limitati a causa dell'insabbiamento, è destinata ad accogliere il traffico commerciale. Le navi di maggiori dimensioni che potrebbero frequentare la Darsena hanno le seguenti caratteristiche:

- lunghezza fuori tutto LOA= 140,0 m;
- pescaggio D=6,5 m;
- larghezza B=18,0 m.

Le profondità di progetto delle due banchine presenti nella darsena sono di circa -9.0 m s.l.m.m.

Il Porto Canale accoglie la flotta peschereccia, la piccola pesca e la nautica minore. I pescherecci di maggiori dimensioni che frequentano il Porto Canale hanno le seguenti caratteristiche:

- lunghezza fuori tutto LOA= 40,0 m;
- pescaggio D= 3,6 m.

La flotta da pesca trova ormeggio nel bacino di espansione e in particolare:

- le vongolare, che attualmente sono circa una ventina e sono caratterizzate da un pescaggio massimo di circa 2,0 m e lunghezze fuori tutto mediamente inferiori a 20,0 m, sono ormeggiate lungo la banchina Nord;
- i pescherecci dedicati alle altre tipologie di pesca, che attualmente sono circa 50 e presentano lunghezze fuori tutto comprese tra 20 e 30 m e pescaggi compresi tra 2,2 e 3,3 m di cui uno solo raggiunge 40 m di lunghezza e 3,6 m di pescaggio, sono ormeggiati lungo la banchina Sud.

Sul lato Nord del bacino di espansione, in prossimità della località detta “La Madonnina”, è localizzato un cantiere nautico dotato di uno scalo di alaggio. Sempre nella stessa zona, ma spostandosi verso la canaletta, è localizzata una banchina, ristrutturata in epoca recente, dove è situata la restituzione idraulica dell’impianto di sollevamento fognario posto nelle immediate vicinanze. In questa zona la profondità di progetto delle banchine è di circa 3,0 m.

La piccola pesca trova ormeggio lungo il canale di monte compreso tra il bacino e il ponte dell’Asse Attrezzato, mentre la nautica minore è localizzata sempre nel canale di monte, ma tra il ponte dell’Asse Attrezzato e quello della Ferrovia Adriatica.

Tutto il naviglio di maggiori dimensioni, inclusi i pescherecci, utilizza esclusivamente l’imboccatura posta ad Est della diga foranea. L’imboccatura posta ad Ovest è molto poco utilizzata se non dalla nautica minore e dalla piccola pesca, a causa dei bassi fondali oggi presenti e che comunque, anche se in misura meno contenuta, l’hanno sempre limitata anche prima che si verificasse l’attuale situazione di crisi indotta dalla sedimentazione.

Il Porto Turistico è localizzato a Sud del Porto Canale ed è idraulicamente scollegato dal fiume. La sua imboccatura, indipendente dalle altre, è orientata verso levante.

Le profondità di progetto per le attuali banchine sono le seguenti:

- banchine del porto commerciale – 9,0 m sul l.m.m.;
- canaletta di accesso al bacino del porto canale – 5,0 m sul l.m.m.;
- bacino del porto canale – 4,5 m sul l.m.m con l’eccezione della banchina Nord posta in località la madonnina che presenta una profondità di progetto di soli – 3,0 m sul l.m.m.

L’accesso al porto per il trasporto su gomma è ottimo ed è garantito dall’asse attrezzato che collega il porto direttamente all’Autostrada Adriatica e all’Autostrada Roma-Pescara. Il porto non è dotato di un accesso ferroviario diretto.

Dal punto di vista idraulico il fiume è delimitato da arginature solo a partire dal tratto posto a monte del bacino di espansione.

Come noto il problema principale che affligge attualmente il Porto di Pescara è costituito dall’insabbiamento delle aree portuali che è causato sia dal trasporto solido costiero, costituito da sabbie, proveniente da Ovest, sia dal trasporto solido fluviale costituito in prevalenza da materiale fino (limi). Il materiale solido di origine fluviale tende a sedimentare prima nel bacino di ormeggio del porto canale (area di espansione) e poi nella darsena commerciale che è protetta dalla diga foranea dove si miscela con la sabbia proveniente dal trasporto solido litoraneo.

La presenza di una elevata componente di materiale fino in parte inquinato, rende difficile il riutilizzo del materiale proveniente dagli escavi portuali per il ripascimento

delle coste. La totale mancanza di idonee vasche di colmata per lo stoccaggio del materiale proveniente dagli escavi portuali sia a Pescara sia negli altri porti abruzzesi, ha portato il Porto di Pescara ad una situazione di collasso tanto che attualmente la darsena commerciale risulta quasi completamente inutilizzata ed i pescherecci hanno difficoltà ad ormeggiare nel porto canale.

Questa situazione si è aggravata negli ultimi quindici anni, ovvero da quando sono entrate in vigore le norme ambientali che limitano fortemente la possibilità di versare a mare il materiale proveniente dagli escavi portuali.

Peraltro, la vasca si colmata posta sul molo di levante risulta, come detto, da alcuni anni piena e quindi inutilizzabile per accogliere altro materiale.

Un ulteriore problema ambientale particolarmente sentito dai portatori di interesse è costituito dalla deviazione verso Ovest del pennacchio (“plume”) fluviale determinato dalla diga foranea che causa il decadimento della qualità delle acque costiere le quali si mescolano con quelle fluviali inquinate trasportate dal plume.

Il mescolamento delle acque avviene prevalentemente nella zona posta tra la riva e le opere di difesa distaccate parallele (barriere) poste ad Ovest della foce fluviale dove i processi di ricambio delle acque con il mare aperto sono fortemente limitati proprio dalla presenza delle stesse barriere.

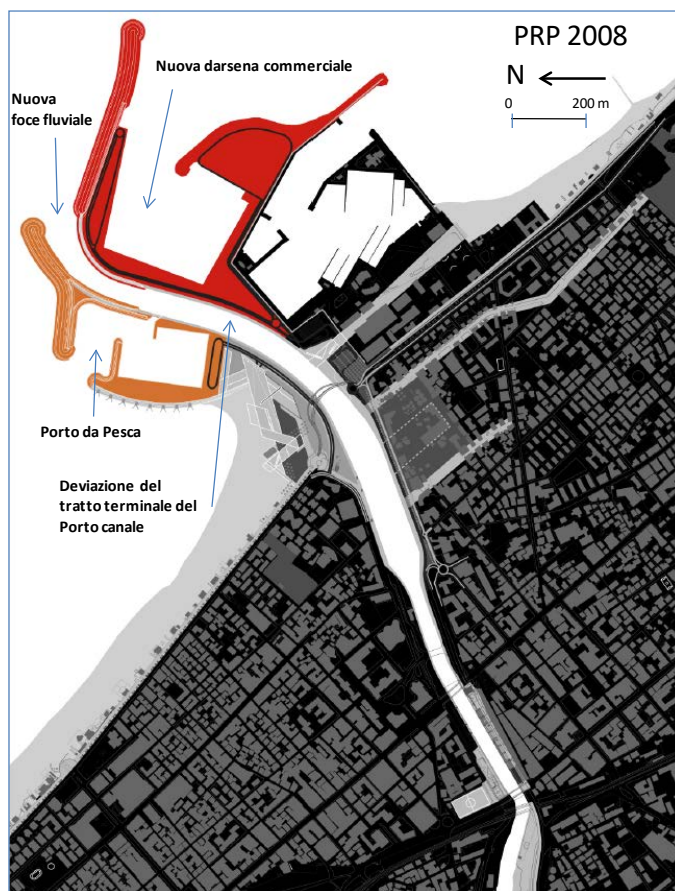


Figura 2-4 Ambito portuale ridisegnato dal PRP 2008 (zona arancione Porto da Pesca – zona rossa Porto Commerciale).

Come in precedenza accennato, recentemente, con Verbale di deliberazione n. 80/2 del Consiglio Regionale dell'Abruzzo del 15 Novembre 2016 è stato approvato il nuovo Piano Regolatore Portuale del porto di Pescara (PRP 2008). Il PRP 2008, descritto nel seguito, ridisegna l'ambito portuale del porto (vedi **Errore. L'origine riferimento non è stata trovata.**) e prevede:

- (i) lo spostamento della foce fluviale oltre l'attuale diga foranea deviando e prolungando il tratto terminale del fiume;
- (ii) la realizzazione del nuovo porto peschereccio localizzato all'esterno del porto canale;
- (iii) la riorganizzazione della attuale darsena commerciale che prevede: la realizzazione di due nuove banchine, il prolungamento di una delle due banchine esistenti e il prolungamento del tratto di levante dell'attuale diga foranea.

In tal modo, ad opere del tutto compiute, si separano completamente le funzioni portuali dall'asta fluviale, si limitano fortemente gli attuali problemi di sedimentazione nelle aree portuali e si riduce l'influenza del pennacchio fluviale sulle coste adiacenti.

Un ulteriore vantaggio di estrema importanza apportato dalla configurazione del PRP 2008 è quello di migliorare le condizioni di deflusso del fiume Pescara nel tratto urbano.

Nell'ambito degli studi eseguiti durante la redazione del PRP è stato valutato che la portata limite al di sopra della quale si verifica l'esondazione fluviale passa da circa 500 m³/s nella configurazione attuale a circa 700 m³/s nella configurazione prevista dal PRP 2008.

In merito a tale argomentazione si rimanda al successivo paragrafo 6.2 nonché agli studi dei Proff. De Girolamo e Di Risio, studi commissionati dall'A.R.A.P. ed ovviamente allegati al presente progetto di fattibilità tecnico economica.

2.3. STORIA DEL PORTO

2.3.1. Dalle origini alla fine del secondo conflitto mondiale

Come accennato il porto di Pescara è situato nel tratto terminale del fiume Pescara e verso monte, all'inizio della sua storia, era delimitato dal ponte della Ferrovia Adriatica.

A partire dal ponte verso il mare, per un tratto di circa 700 m, nei primi anni del ventesimo secolo, su progetto dell'ing. Lo Gatto (che aveva ripreso un primo progetto dell'ing. T. Mati, risalente alla fine del diciannovesimo secolo), il fiume fu canalizzato con muri di sponda per un tratto di circa 700 m, con una larghezza costante di 40 m. A partire da tale progressiva la sezione fluviale fu allargata a 100 m per formare un bacino di 600 m di lunghezza destinato ad accogliere natanti e a consentire operazioni commerciali. Dall'estremità del bacino e con un'angolazione di circa 21° rispetto al

suo asse, quindi secondo una direzione da Sud-Ovest verso Nord-Est, furono protesi in mare, fino a raggiungere l'isobata $-6,00$ m s.l.m.m., due "moli guardiani", distanziati fra di loro di 47 m e lunghi 520 m quello denominato Nord, 410 m quello Sud. Il molo Sud aggettava in mare circa 35 m più di quello Nord.

Il porto fu classificato nella II categoria, II classe (II serie) con R.D. 23 giugno 1912, n.795. Nel periodo antecedente il secondo conflitto mondiale il porto-canale si andò progressivamente attrezzando, ad esempio con impianti meccanici per il carico e lo scarico delle merci e con un raccordo ferroviario a scartamento normale che aveva origine nella stazione ferroviaria di Pescara Porta Nuova. Inoltre, venne realizzato, presso la radice del molo Nord, uno scalo di alaggio.

Il porto era soggetto a notevoli fenomeni di interrimento e quindi richiedeva frequenti interventi di dragaggio per mantenere una profondità dell'ordine di 3,00 m. Le navi di maggiore immersione rimanevano in rada e le operazioni di carico e scarico avvenivano per mezzo di chiatte. Il porto era comunque frequentato da una notevole flotta peschereccia che utilizzava anche le banchine del tratto a monte del bacino principale.

Nel corso del secondo conflitto mondiale il porto fu gravemente danneggiato (vedi Figura 2-5), dai bombardamenti aerei e infine dalle sistematiche distruzioni da parte dell'esercito tedesco in ritirata (primavera del 1944). Delle opere civili nessuna rimase intatta; il naviglio stazionante nel porto fu tutto affondato, in prevalenza lungo i muri di sponda.

Un convoglio effossorio dell'Ufficio Escavazioni Porti costituito da due bette e una draga venne affondato attraverso l'imboccatura del porto per ostruirne l'accesso.

Alla fine del conflitto l'intero bacino portuale si era notevolmente interrato e sia i natanti affondati che le banchine distrutte erano ricoperti da uno strato di melma. Le operazioni di ricostruzione ebbero inizio con la rimozione degli ostacoli, con il salpamento del convoglio effossorio e degli altri natanti affondati, con l'escavazione del canale di accesso. I muri di sponda del bacino commerciale vennero ricostruiti adottando strutture in c.a. con pali trivellati in modo da evitare l'estrazione delle palificazioni delle vecchie strutture distrutte. Nella ricostruzione il fondale venne incrementato a $3,50 \div 3,80$ m con la possibilità di portare i fondali antistanti le banchine alla quota $-4,5$ m s.l.m.m..

La ricostruzione dei muri di sponda lungo il canale, che presentavano danni di minore importanza, fu eseguita ripristinando le opere nella struttura originaria.

Nella ricostruzione dei moli guardiani si cercò di usufruire per quanto possibile delle vecchie strutture non facilmente salpabili, collegandole con una nuova fila di pali trivellati (lato fiume) ancorati ad un'altra serie di pali trivellati retrostanti. Allo scopo di attenuare il moto ondoso nel canale fu realizzata nella struttura dei moli lato fiume una serie di camerette di espansione, con risultati ritenuti all'epoca soddisfacenti.

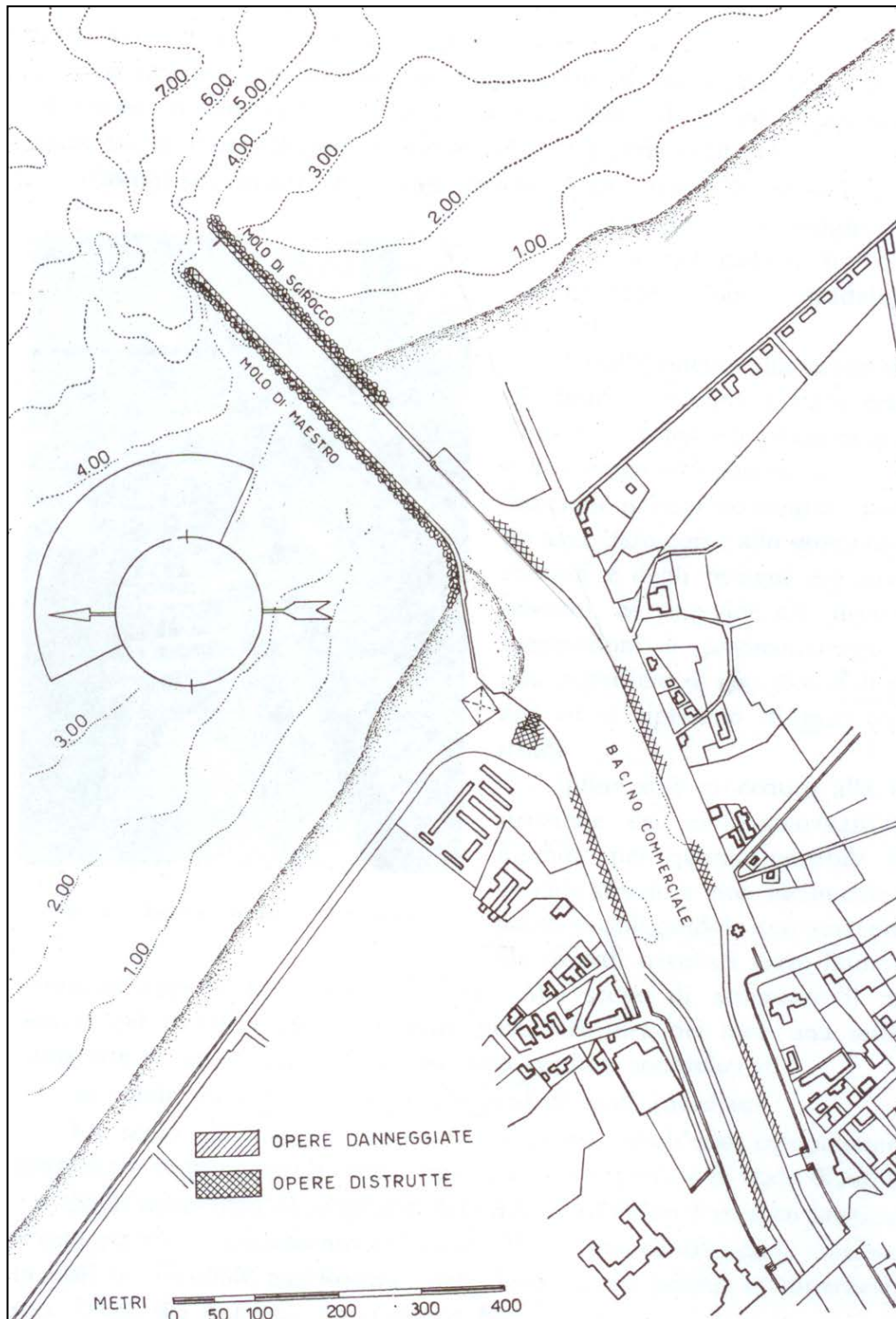


Figura 2-5 - Situazione del porto canale di Pescara alla fine della Seconda guerra mondiale

2.3.2. L'evoluzione del porto dopo il secondo conflitto mondiale fino agli anni '90 del secolo scorso

Dopo la fine del secondo conflitto mondiale per numerosi anni i lavori nel porto si limitarono all'ordinaria manutenzione. L'importanza del porto ai fini del traffico merci decadde, un po' a causa della preminenza assunta dai trasporti stradali, un po' a

causa dell'interruzione quasi completa dei rapporti commerciali con i paesi dell'opposta sponda adriatica. Nonostante ciò, il traffico marittimo non si è mai interrotto e ha ricevuto particolare impulso, negli anni successivi al 1981, allorché si verificò la prima apparizione della Madonna di Medjugorje, nel settore del trasporto dei pellegrini da e per la Croazia.

L'insufficienza del porto, dovuta sia ai fondali che alle difficoltà di accesso e di permanenza all'ormeggio, spinsero l'Amministrazione locale a richiedere con insistenza l'adeguamento dell'infrastruttura, a fianco della quale si era nel frattempo (a partire dal 1984) sviluppata una portualità turistica di assoluta rilevanza nel bacino adriatico.

Il Genio Civile per le Opere Marittime di Ancona si attivò per redigere un nuovo P.R.P. utilizzando, per gli aspetti tecnici, il laboratorio dell'Estramed di Pomezia, che in quegli anni si era affermato come una realtà italiana efficiente e competente nel campo delle prove su modello fisico e della progettazione. In seguito a un'estesa serie di indagini, eseguite con il supporto di modelli fisici e matematici, il nuovo Piano fu presentato alle Autorità competenti e approvato con D.M. n.990 del 03/06/1988.

In sintesi, il Piano prevedeva una diga isolata in mare, lunga circa 700 m, ad andamento curvilineo, posta su fondali dell'ordine di 9,00 m, destinata a proteggere dai mari dominanti l'ingresso nel porto canale, lasciato nella posizione primitiva. Nella parte a Sud-Est dell'ingresso era stata inserita una darsena con due banchine rettilinee atte ad accogliere due traghetti di lunghezza massima dell'ordine di 140 m, protetta da un molo di sottoflutto anch'esso ad andamento curvilineo, lungo circa 350 m e radicato all'opera di difesa principale del porto turistico. I piazzali delimitati dalle banchine avevano un'area complessiva di circa 26.000 m².

2.3.3. Dagli anni '90 del secolo scorso ad oggi (2023)

Fu quindi appaltata una prima parte dei lavori, comprendente la sola diga foranea, secondo un progetto approvato dal Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici con voto n.436 del 29/07/1988. I lavori, dopo una serie di interruzioni, ebbero fine nel 1995, con un tracciato della diga che non rispettava integralmente quello dei disegni esecutivi.

Il progetto esecutivo della seconda fase attuativa è stato redatto nel 1997 ed esaminato favorevolmente dal Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici con voto n. 367 del 29/07/1997. Nel corso dei lavori emersero alcune conseguenze negative dei nuovi interventi, consistenti fondamentalmente in un fenomeno di deviazione delle acque fluviali, alquanto inquinate, verso le spiagge a Ovest della foce, nonché di interramento accentuato del canale e del bacino operativo esterno. Le proteste degli utilizzatori del porto e degli stabilimenti balneari indussero il Ministero dei Lavori Pubblici a predisporre una consulenza specifica (svolta dal Prof. Ing. Paolo De Girolamo) per individuare le cause esatte degli inconvenienti lamentati e suggerire provvedimenti

migliorativi. Nello stesso tempo il Comune di Pescara autonomamente affidò all'APAT (Agenzia per l'Ambiente e il Territorio) uno studio a carattere numerico e sperimentale volto ad approfondire l'argomento.

Lo studio dell'APAT, coordinato dagli Ingegneri Francesco Lalli, Stefano Corsini e Franco Guiducci, si è avvalso, per gli aspetti meteo marini, di una analisi condotta dal Prof. Ing. Paolo De Girolamo per conto del Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti. Lo studio, che ha previsto l'applicazione sia di modellistica fisica che numerica, ha analizzato undici proposte di modifica dell'attuale assetto portuale.

La soluzione considerata la più idonea rispetto alle altre prevedeva di separare completamente il corso del fiume dal bacino portuale, indirizzando la corrente idrica al largo della diga foranea mediante la deviazione del tratto terminale del fiume. In tale modo si sarebbe evitato l'accumulo dei sedimenti fluviali all'interno del porto commerciale e si sarebbe aumentata la capacità di diluizione dell'acqua fluviale che sarebbe sfociata su fondali maggiori rispetto a quelli attuali riducendone di conseguenza l'impatto sulle coste adiacenti. Lo studio dell'APAT ha suggerito inoltre di collocare a Nord della nuova foce armata una darsena per i pescherecci.

Come descritto nel seguito la soluzione suggerita dall'APAT ha costituito la base del nuovo Piano Regolatore Portuale del Porto di Pescara.

Per risolvere definitivamente la questione il Comune di Pescara, preso atto dei risultati fondamentali dello Studio APAT, approvati dal Consiglio Comunale, decise di dare veste progettuale a tali risultati affidando la redazione di un nuovo P.R.P., a un gruppo di professionisti prescelti in base alla loro competenza specifica e coordinati dal Prof. Ing. Alberto Noli. Il gruppo di lavoro è stato costituito: (i) per gli aspetti marittimi e di modellistica fluviale dal Prof. Ing. Paolo De Girolamo; (ii) per gli aspetti urbanistici e architettonici dal Prof. Arch. Rosario Pavia, dal Prof. Arch. Giuseppe Barbieri e dalla Dott.ssa Arch. Raffaella Massaccesi; (iii) per gli aspetti trasportistici e connessioni terrestri dalla T.P.S. – Dott. Ing. Guido Francesco Marino; (iv) per gli aspetti ambientali dalla MED Ingegneria s.r.l. Dott. Ing. Paolo Atzeni; (v) per gli aspetti geologici dal Dott. Geol. Francesco Iezzi; (vi) per gli aspetti geotecnici dal Prof. Ing. Giuseppe Scarpelli; (vii) per gli aspetti socioeconomici dalla Società Ecosfera Dott. Ing. Domenico Nevoso. Il coordinamento generale del lavoro è stato svolto per il Provveditorato Interregionale per il Lazio, l'Abruzzo e la Sardegna, dall'Ing. Chiara Barile, allora Ingegnere Capo dell'Ufficio Opere Marittime del Provveditorato, e per conto del Comune di Pescara, promotore del Piano, dall'Ing. Luciano Di Biase.

Il lavoro svolto da questo gruppo di professionisti ha dato origine al nuovo Piano Regolatore Portuale 2008 del Porto di Pescara (PRP 2008), approvato nel 2016 e descritto nel capitolo seguente.

Ad oggi (luglio 2023) il PRP 2008 ha avuto concreta attuazione. Nel seguito si illustreranno nel dettaglio alcuni interventi in corso di esecuzione (Provveditorato) e di progettazione (ARAP).

Negli ultimi anni sono stati eseguiti, prevalentemente ad opera del Provveditorato Interregionale per il Lazio, l'Abruzzo e la Sardegna, numerosi interventi di dragaggio che hanno riguardato sia la darsena commerciale sia il porto canale.

A titolo di esempio si mostra nella seguente figura la batimetria ricavata da un rilievo eseguito nel 2013, dove si vede chiaramente la lingua di sabbia (area di colore rosso) proveniente dal trasporto solido costiero localmente diretto da Ovest verso Est, che occlude parzialmente l'imboccatura del porto canale e della darsena commerciale. L'occlusione delle imboccature viene contrastata dalla corrente fluviale che mediamente ha una significativa portata media annuale (circa 50 m³/s).

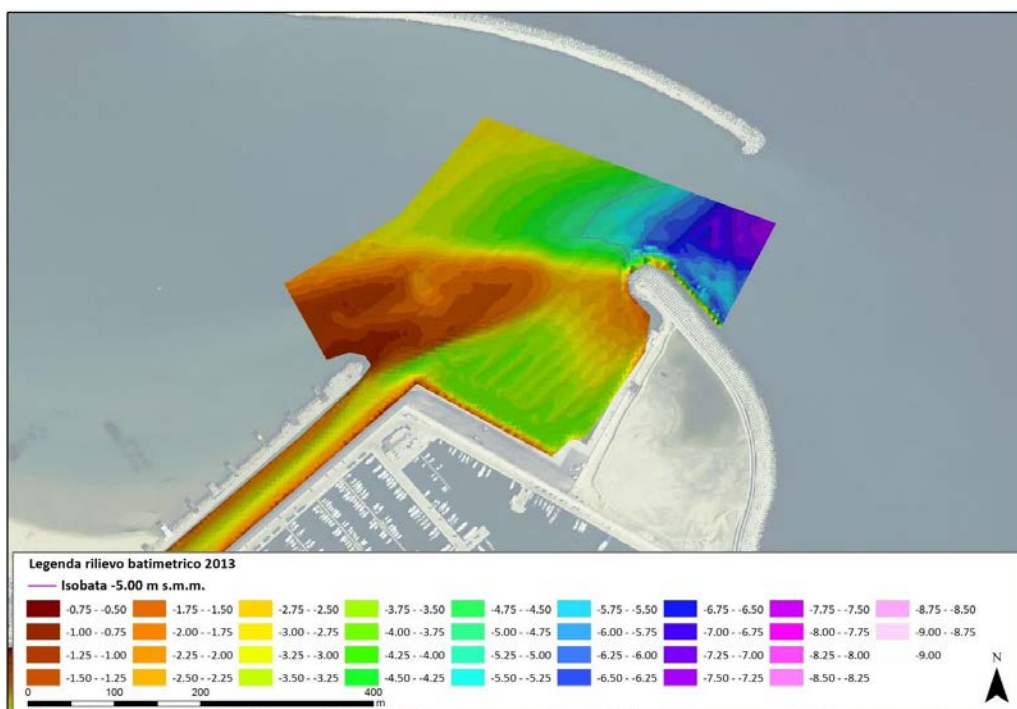


Figura 2-6 - Batimetria ricavata dai dati relativi al rilievo 2013 (fonte Beta Studio 2016)

La successiva 2.71 figura mostra l'andamento dei volumi di deposito e di escavo negli ultimi anni (2011 – 2016).

Il Provveditorato ha comunicato i dati relativi agli ultimi dragaggi effettuati: “il dragaggio del 2013 ammonta a circa 320.000 m³, mentre quello del 2015 a circa 35.000 m³, oltre a circa 50.000 m³ di spostamento sommerso.”

Per contenere l'escavo della darsena commerciale l'impresa SIDRA ha realizzato, per conto del Provveditorato Interregionale per il Lazio, l'Abruzzo e la Sardegna, una gabbionata in pietrame che è stata localizzata lungo il lato Ovest della stessa darsena commerciale. La posizione indicativa della gabbionata è indicata nella Figura 2-8 dove è riportata la restituzione del rilievo batimetrico eseguito nel 2015.

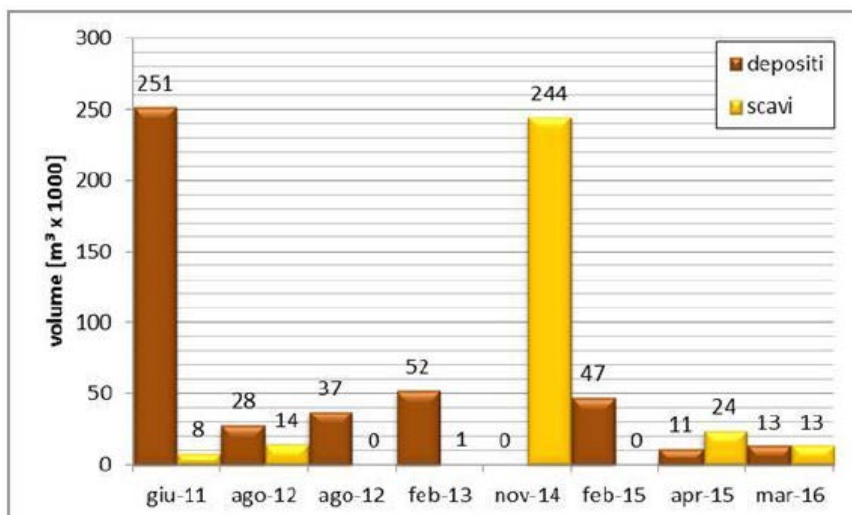


Figura 2-71 - Andamento dei volumi di scavo e deposito come calcolato dalle elaborazioni GIS (Fonte Beta Studio 2016).

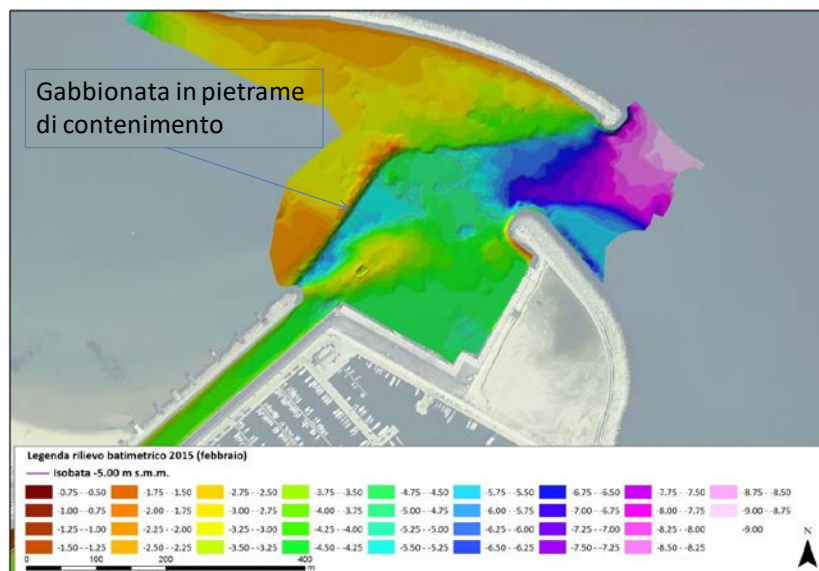


Figura 2-8 - Posizione indicativa della gabbionata in pietrame di contenimento del dragaggio della darsena commerciale realizzata dalla SIDRA per conto del Provveditorato Int.le

Come detto in precedenza, la presenza di materiale fino anche inquinato ha reso molto difficile lo smaltimento del materiale dragato che è stato negli ultimi anni posto prevalentemente nella vasca di colmata del molo di levante che ormai accoglie un quantitativo di materiale molto superiore rispetto alla capienza della vasca compatibile con la funzione di terrapieno per traffici portuali. Per ovviare a questo problema si è anche ricorso a spostamenti sommersi di materiale che è stato deposto subito a Sud della diga foranea.

La mancanza nella Regione Abruzzo di altre vasche di colmata rende ormai insostenibile la situazione.

Si evidenzia che il dragaggio del tratto terminale del fiume risulta importante anche per ragioni di salvaguardia del centro abitato della città da possibili esondazioni fluviali. A tal riguardo si nota che la zona in cui ricade il bacino di ormeggio del porto canale a differenza del tratto di monte del fiume, non è attualmente protetta da arginature fluviali per cui può essere soggetta ad esondazioni in occasione di eventi di piena estremi.

Dal punto di vista ambientale è di rilievo mettere in luce che le sabbie che provengono dal trasporto solido costiero, ottime a fini di ripascimento delle coste, una volta che si miscelano con i limi inquinati provenienti dal trasporto solido fluviale si trasformano da “risorsa” in “rifiuto” con evidenti danni ambientali.

Come descritto nel precedente paragrafo 1), per tamponare la situazione il Provveditorato Interregionale per il Lazio, l’Abruzzo e la Sardegna ha sviluppato, appaltato e realizzato, mediante la procedura dell’appalto integrato, due interventi rivolti a contenere l’insabbiamento della darsena commerciale e dell’imboccatura del porto canale.

Il primo intervento ha visto la realizzazione di una barriera sommersa in pietrame disposta grossomodo secondo la giacitura del nuovo molo Nord previsto dal PRP.

Il secondo ha visto la realizzazione di una apertura della diga foranea di ampiezza pari a circa 70,0 m e la realizzazione parziale del pennello a mare previsto dal PRP 2008 in sinistra fluviale in corrispondenza della nuova foce del fiume.

Questi interventi, come descritto nei precedenti paragrafi, sono stati ultimati e collaudati nell’anno 2021.

A dicembre 2021 sono stati avviati anche i lavori previsti nel progetto primo stralcio appaltato dall’Arap, ad oggi realizzati per circa il 35%.

Nelle seguenti immagini è rappresentato l’avanzamento delle opere a tutto giugno 2024, con la scogliera di radicamento completata e la parte sommersa del pennello di foce in corso di realizzazione.

Nell’ultima immagine è riportato la configurazione attuale del porto con le opere già realizzate.



Figura 2-92 – vista della scogliera di radicamento

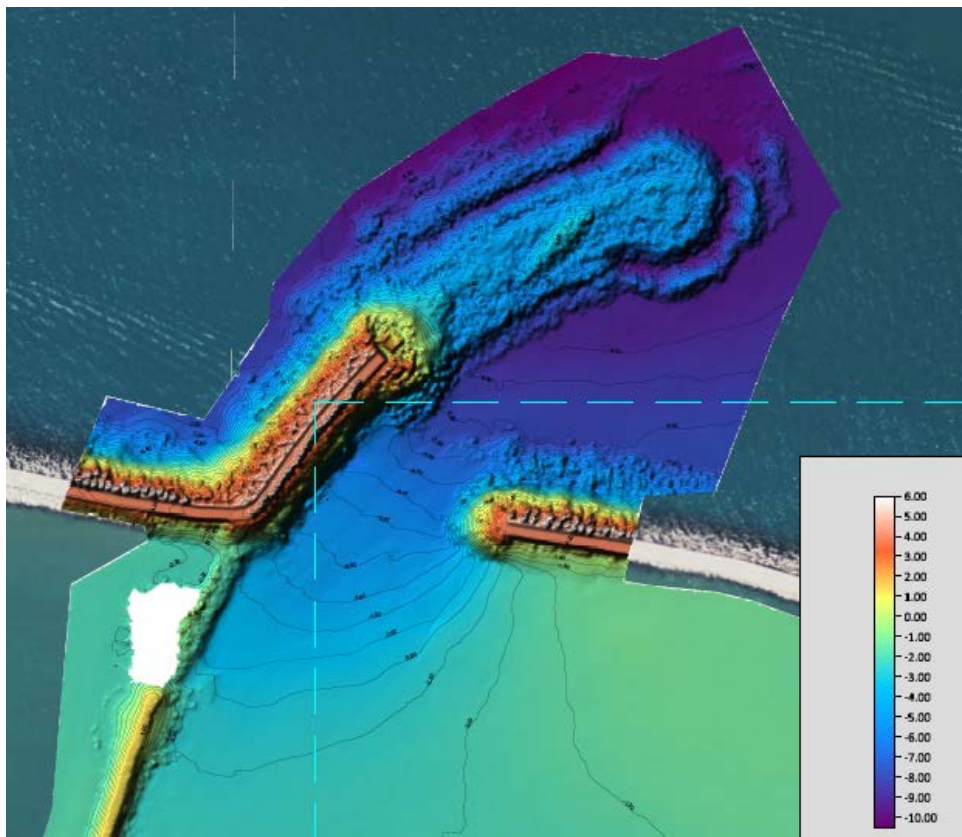


Figura 2-103 – batimetria del pennello di foce (non completato)

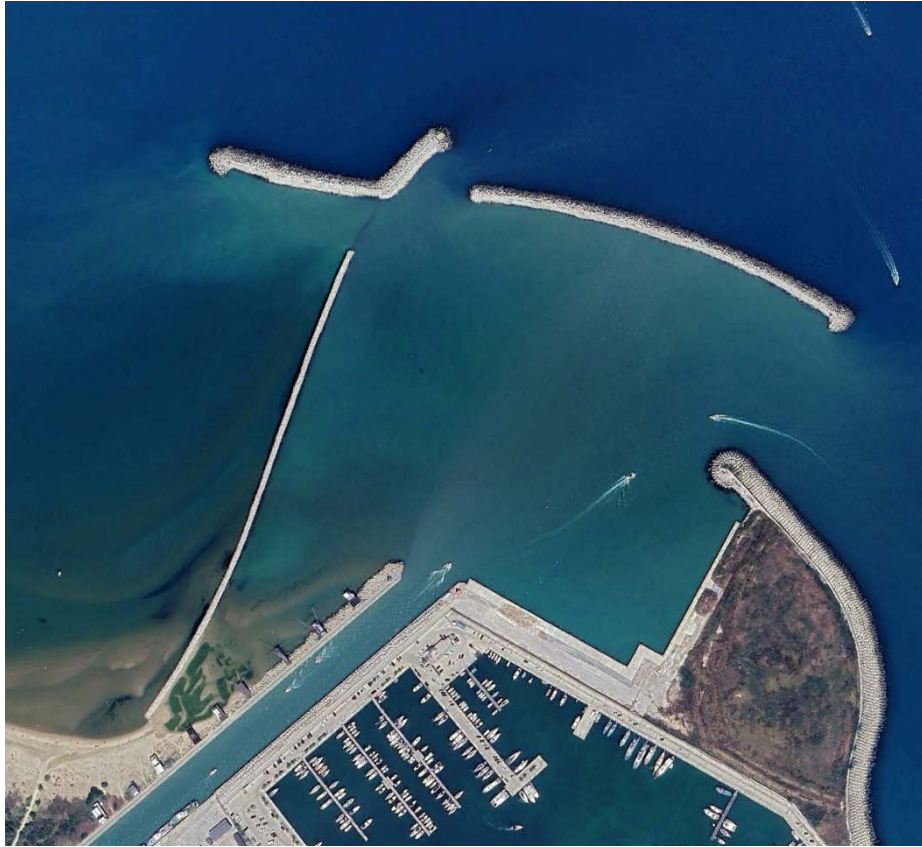


Figura 2-114 – configurazione attuale porto di Pescara (giugno 2024)

3. PIANO REGOLATORE PORTUALE VIGENTE (PRP 2008)

3.1. DESCRIZIONE DEL PRP 2008

Come riportato nel precedente paragrafo 1), con Verbale di deliberazione n. 80/2 il Consiglio Regionale dell’Abruzzo del 15 Novembre 2016 ha approvato il nuovo Piano Regolatore Portuale del porto di Pescara (PRP 2008).

Il nuovo PRP 2008 è rappresentato in Figura 3-1.

Nella Figura 3- il PRP 2008 è sovrapposto alla situazione attuale.

Nella Figura 3- le opere esistenti soggette a modifica sono indicate in rosso.

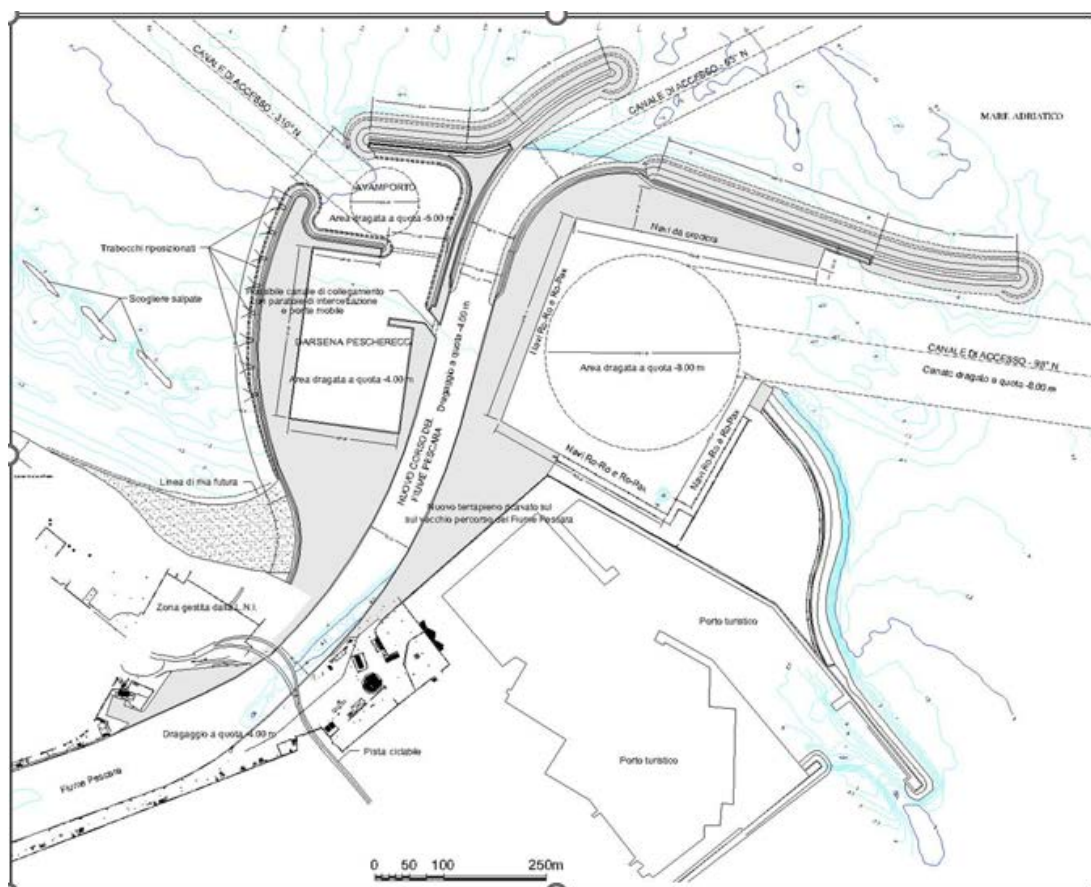


Figura 3-1 - Piano Regolatore Portuale del Porto di Pescara 2008 (PRP 2008)

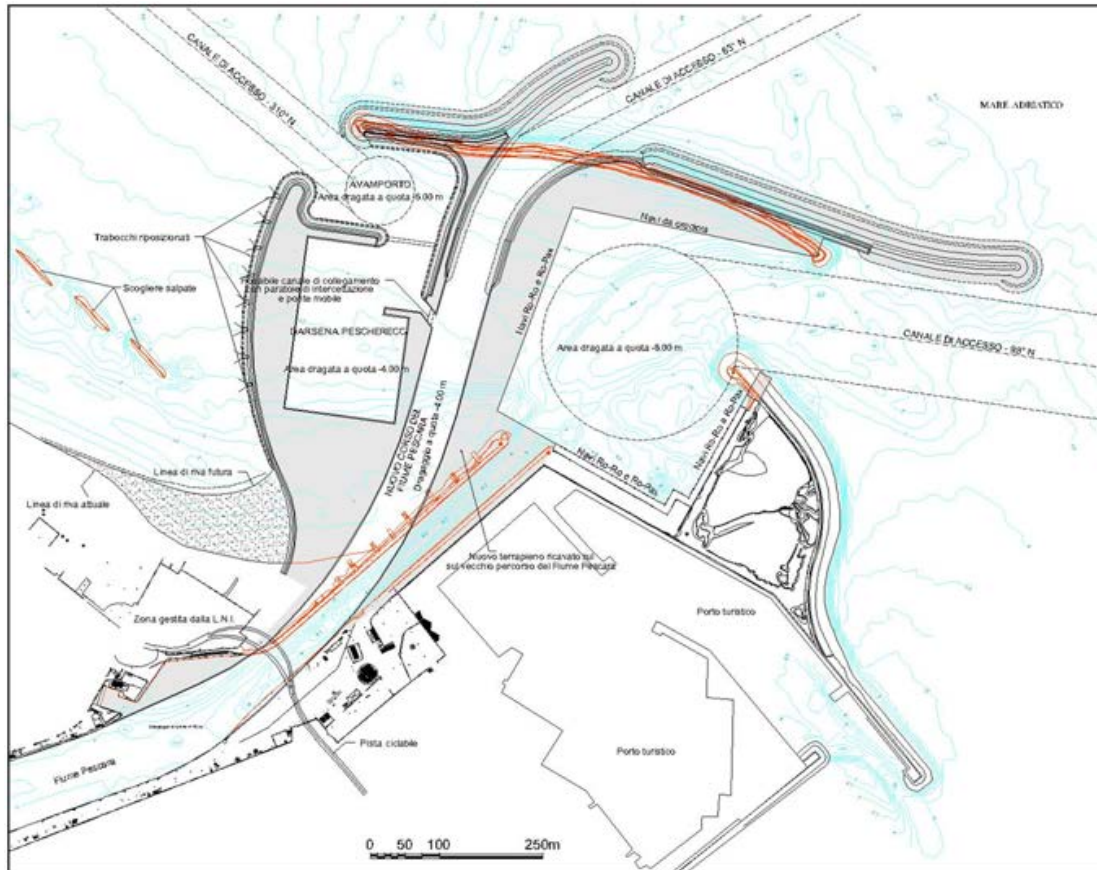


Figura 3-2 - PRP 2008 sovrapposto alla situazione attuale.

Le opere esistenti soggette a modifica sono indicate in rosso.

Il raggruppamento incaricato della redazione del PRP 2008 ha condiviso pienamente il principio della completa separazione fra foce fluviale e porto commerciale suggerito dall'APAT nel 2005 e approvato dal Consiglio Comunale di Pescara (deliberazione n. 208 del 07.09.2006 concernente "Nuovo Piano Regolatore Portuale: indirizzi di pianificazione").

Si tratta di un principio che è stato seguito in altre località che presentano analogie con il porto di Pescara. Basta citare il caso del Porto Commerciale di Fiumicino, che, dopo una lunga serie di tentativi, è stato collocato infine in destra della foce armata secondaria del Tevere, senza alcun collegamento con il fiume. Analogamente si richiama il caso del porto turistico di Marina di Pisa, detto di Boccardano, che è stato completamente svincolato dal fiume anche se le prime soluzioni studiate ed approvate in fase preliminare prevedevano l'ingresso del porto all'interno del tratto terminale dell'Arno.

Anche la forma ad "S" che viene ad assumere il tronco finale del Fiume Pescara non costituisce una novità, in quanto già adottata per altre foci all'estero. A titolo di esempio si cita il caso della foce del Fiume Urola a Zumaya, nel Nord della Spagna, presso S. Sebastiano.

La deviazione del Fiume Pescara adottata dal gruppo di progettazione rispetta integralmente quella suggerita dall'APAT, discostandosene solo nel tratto terminale, ove è stato previsto un pennello di guida della corrente che ha la duplice funzione di indirizzare più decisamente verso Est i materiali in sospensione trasportati dalle acque fluviali e di proteggere efficacemente dall'ingresso del moto ondoso proveniente dal primo quadrante (fra Nord ed Est) tutto il tratto terminale del fiume, con eliminazione quasi totale dei fenomeni di frangimento (totale o parziale) che nel caso di foci libere danno origine alle barre di foce.

Per quanto riguarda il bacino commerciale che si viene a creare in destra della nuova foce, l'indicazione ricevuta dal Comune e suggerita dall'APAT è stata sottoposta ad un'analisi di dettaglio, per tenere conto sia dei rilievi batimetrici di precisione eseguiti per la redazione del PRP 2008 a cura del Provveditorato alle OO.PP. del Lazio, Sardegna e Abruzzo, sia delle esigenze in termini di lunghezza di banchine e superfici di terrapieno, sia delle esigenze navigazionali (manovre di ingresso e di uscita dal porto, manovre all'interno).

In particolare, si è previsto un lieve allungamento verso Est della diga foranea, in modo da proteggere il bacino portuale dall'ingresso di onde dirette provenienti dall'estremo del settore di traversia.

Si è inoltre ampliato e regolarizzato il bacino, così da renderlo atto a ricevere, contemporaneamente:

- una nave da crociera di dimensioni molto grandi, o, in alternativa, due navi piccole;
- tre navi ro-ro e ro-pax delle massime dimensioni attualmente presenti sul mercato.

Ovviamente è possibile ipotizzare una utilizzazione promiscua delle due nuove banchine che delimitano il porto lungo il lato Nord e quello Ovest, incrementando, se necessario, le possibilità di attracco dei due tipi di nave.

È importante sottolineare che, a differenza di quanto indicato nel disegno fatto proprio in via preliminare dal Comune, si è eliminato l'attracco per navi petroliere, in quanto si è ritenuto che esso alterasse completamente la natura del porto, oltre a comportare l'adozione di tali e tante misure di sicurezza da complicare notevolmente la gestione del porto. In proposito è da fare presente che non esiste caso di porto modernamente concepito all'interno del quale possano convivere, a stretto contatto, attività connesse con il traffico di passeggeri ed attività correlate alla movimentazione di prodotti petroliferi. La ragione di tale preclusione deriva dai numerosi incidenti, talora mortali, che si sono verificati in porti esistenti in conseguenza di incendi o di esplosioni a bordo di navi ormeggiate trasportanti prodotti petroliferi. Basti citare in proposito i casi dei porti di Porto Torres, Genova e Ravenna.

È il caso di ricordare che la pericolosità della presenza di petroliere all'interno dei porti ha indotto alcune Autorità Portuali a collocare gli attracchi al largo o a studiare concretamente le possibilità di una nuova e più idonea ubicazione dei terminali petroliferi. Si citano in proposito i casi di Civitavecchia, Gaeta e Venezia-Marghera.

Nel caso di Pescara, data l'esistenza, a poca distanza dal porto, di un deposito costiero di importanza strategica per la città, le alternative individuabili per l'alimentazione del deposito stesso sono sostanzialmente due:

- installazione di una monoboa (o di un campo boe) al largo, collegata alla terraferma per mezzo di una tubazione sommersa (sea-line);
- realizzazione di un attracco "dedicato" nel porto di Ortona - all'interno del quale tutte le ipotesi di nuovo piano regolatore prevedono la creazione di un'ampia darsena petrolifera - e successivo collegamento con i depositi di Pescara, attraverso pompaggio con tubazione collocata in terraferma o in mare.

La configurazione proposta per il bacino commerciale offre, oltre alle quattro banchine di cui si è accennato in precedenza, lunghe complessivamente 1165 m, con fondale al piede di 8,00 (approfondibile in futuro a 10 m), vasti terrapieni, di superficie pari complessivamente a circa 107.000 m² (oltre 10 ha).

Il bacino di evoluzione, di diametro pari a 285 m al netto dei franchi da considerare per la presenza di navi ormeggiate, non consente, secondo gli usuali parametri, manovre in sicurezza per navi di lunghezza superiore a 190 m. Pertanto, navi più grandi dovranno necessariamente eseguire le manovre di inversione della rotta al di fuori del porto ed essere condotte all'ormeggio lungo le nuove banchine per mezzo di rimorchiatori.

In conclusione, per quanto riguarda il porto commerciale, le modifiche introdotte rispetto alla planimetria contenuta negli indirizzi di pianificazione possono considerarsi "di dettaglio" e "di perfezionamento".

La modifica più importante rispetto allo schema grafico fornito dal Comune è costituita dalla configurazione delle nuove opere proposte in sinistra della nuova foce.

Si tratta di un bacino protetto conquistato interamente al mare e destinato, in linea di principio, ai grandi pescherecci attualmente presenti nel porto-canale. Il bacino, scavato alla quota -4,00 m s.m.m., è completato da un vasto avamposto posto fra le quote -5,00 e -6,00 m s.m.m. Il bacino e l'avamposto sono delimitati da una diga lievemente curvilinea posta ad una distanza dell'ordine di 250 m dal nuovo argine di sinistra del F. Pescara, e da un braccio, radicato al predetto argine di sinistra, posto in prosecuzione ideale della diga foranea del porto commerciale.

Il nuovo porto peschereccio è caratterizzato da uno specchio acqueo protetto di superficie pari a circa 37.000 m², da una lunghezza di banchina pari a circa 600 m, da terrapieni di superficie pari a circa 36.000 m².

Dagli atti risulta che la soluzione riportata nei disegni che accompagnano il P.R.P. 2008 è stata prescelta dopo accurato raffronto con più soluzioni alternative, in quanto è risultata quella che sottrae meno spiaggia alla città, consentendo anzi un rilevante avanzamento della linea di battigia (con un massimo di circa 120 m), in modo da consentire lo spostamento dell'area attualmente occupata dalla Lega Navale Italiana, ove trovano ricovero numerose derive o piccole imbarcazioni utilizzate per scopi sportivi.

La premessa indispensabile per la razionale utilizzazione e recupero urbano di una vasta area che può divenire il fulcro di una parte molto importante del "waterfront" cittadino, intendendo sotto questa dizione sia l'affaccio a mare (Lungomare Matteotti) che quello al fiume in sponda sinistra, è costituita: dallo spostamento delle derive e delle piccole barche; dalla deviazione della restituzione dell'impianto di sollevamento delle acque bianche cittadine; dall'ubicazione in prossimità del nuovo bacino peschereccio di una piccola area cantieristica e dei magazzini per la pesca, dal raccordo continuo dell'argine fluviale con la parte focale, eliminando la zona pseudo-triangolare con cui attualmente termina il bacino interno. Si tratta fra l'altro dell'area ove ha inizio il nuovo ponte ciclabile e pedonale destinato a ricongiungere le due sponde fluviali. È evidente che l'area potrà essere attrezzata in modo da renderla un punto di attrazione per residenti e per turisti, dotandola di giardini ed edifici pubblici nel rispetto di esigenze e di aspettative che il Comune ha certamente presenti. Dalla piazza possono poi partire diverse "passeggiate a mare", percorsi pedonali che interessano il nuovo molo nord del porto peschereccio ed il nuovo argine sinistro del Pescara con la piazza terminale ubicata al centro dell'opera che costituisce da una parte difesa dell'avamposto, dall'altra delimita in sinistra la foce, indirizzando il getto idrico, come esposto in altra parte della presente relazione, in direzione tale da impedire, nel modo più efficace possibile, il ritorno del "pennacchio" lungo le spiagge a Ovest del porto.

L'opera di difesa del nuovo porto peschereccio comprenderà una serie di "trabocchi", cioè dei piccoli edifici muniti di attrezzature per calare in acqua e sollevare grandi reti di forma quadrata nelle quali possono rimanere intrappolati pesci di diverse specie e misure.

I trabocchi costituiscono un patrimonio molto apprezzato in tutto l'Abruzzo e quindi il loro mantenimento, sia pure in una posizione spostata rispetto a quelli attualmente presenti lungo il molo guardiano Nord del porto-canale, ha costituito un "input" progettuale che è stato rispettato.

Sembra opportuno un commento finale sulla decisione di introdurre nel PRP 2008 il nuovo bacino pescherecci, in quanto tale inserimento ha suscitato localmente reazioni contrastanti, a favore o a sfavore, senza peraltro che le argomentazioni a sfavore appaiano dettate da motivazioni del tutto condivisibili. Si richiamano qui di seguito i motivi che spingono a favore del bacino a Nord della foce.

In primo luogo, si ricorda che il rapporto APAT si pronuncia in più punti a favore dell'inserimento di un nuovo porto da pesca a Nord del molo delimitante il porto-canale.

In secondo luogo, gli esperti di idraulica fluviale sono concordi nel ritenere sconsigliabile la presenza di barche ormeggiate lungo il tratto terminale dei fiumi, in quanto fonte di potenziali sbarramenti del corso fluviale per disormeggio e affondamento durante gli eventi di piena. In tale senso si è pronunciato più volte, in anni recenti, il Consiglio Superiore dei LL.PP.

In terzo luogo, la collocazione in un bacino separato della flotta da pesca e la possibilità di un collegamento interno con il porto canale eliminano il problema del dragaggio periodico costante e quello del dragaggio d'urgenza in occasione della subitanea riduzione dei fondali che si verifica in occasione di qualche piena fluviale o di qualche mareggiata particolarmente intensa.

È noto che per poter eseguire il dragaggio occorre prima ottenere tutti i permessi dalle Autorità competenti e che la pratica è molto complessa nel caso di presenza di inquinanti, come è nel caso del porto-canale.

In conclusione, le modifiche introdotte rispetto al disegno schematico predisposto dal Comune, cioè fondamentalmente il nuovo bacino per pescherecci (almeno per quelli di più grandi dimensioni) e il prolungamento dell'argine sinistro dell'armatura focale, danno sicuramente luogo a risultati da considerare positivi, dal punto di vista funzionale ed urbanistico.

Un fattore importante è anche quello della navigabilità, che risulta assicurata per la maggiore parte del tempo. Infatti, per mareggiate provenienti dal primo quadrante (in pratica da 350°N a 90°N) l'ingresso nel porto commerciale e quello nel porto-canale risultano sempre agevoli. Per quanto riguarda il nuovo bacino per pescherecci, le condizioni sono abbastanza agevoli per le onde provenienti dal settore compreso fra 20°N e 40°N, per il quale si verificano le ondate più violente. Per quelle comprese nel settore 350°N÷20°N si ha un ingresso con mare in poppa o al giardinetto, ma l'ampiezza dell'imboccatura e la vasta estensione dell'avamposto consentono facili manovre per un immediato ridosso a tergo del pennello radicato all'argine sinistro della foce, in modo da potere affrontare in sicurezza la seconda imboccatura. Per le onde provenienti dal settore 40°N÷100°N l'accesso al nuovo bacino per pescherecci è sicuramente agevole, mentre peggiorano gradualmente le condizioni di ingresso nel porto-canale e nel porto commerciale.

In conclusione, la presenza di ben tre imboccature diversamente orientate consente un agevole rientro in aree protette in quasi tutte le condizioni che possono verificarsi nel corso dell'anno. È evidente che in occasione di mareggiate particolarmente violente, che determinano fenomeni di frangimento anche su fondali dell'ordine di 10 m, il rientro in uno qualsiasi dei porti diventa insicuro. In tale caso, come è ben noto

a tutti i naviganti, conviene ricercare un porto più sicuro o attendere al largo l'attenuazione del culmine della mareggiata. Nel caso specifico la presenza, a poca distanza da Pescara, del porto di Ortona, la cui nuova diga foranea di sopraflutto (molo Nord) raggiunge l'isobata -12,0 m sul l.m.m. e nelle previsioni del PRP del Porto di Ortona, in fase di approvazione, sarà prolungata di altri 200,0 m, costituisce un fattore di sicurezza difficilmente presente lungo tutta la costa adriatica da Ancona a Bari.

Per quanto riguarda le opere retro-portuali il PRP 2008 prevede il prolungamento dell'asse attrezzato in ambito portuale (arteria stradale E80), l'adeguamento della viabilità interna al porto, la realizzazione di aree di parcheggio e della stazione marittima.

3.2. APPROFONDIMENTI TECNICI REDATTI DURANTE LA FASE DI APPROVAZIONE DEL PRP 2008

La fase approvativa del PRP 2008 ha richiesto complessivamente circa otto anni, essendo iniziata nel 2009 con la presa d'atto del Consiglio Comunale di Pescara (deliberazione n. 73 del 21.04.2009) e relativa trasmissione degli elaborati costituenti il nuovo PRP agli Enti competenti ed essendosi conclusa solo nel 2016.

Durante la lunga fase approvativa del PRP 2008, alcuni Enti hanno richiesto al proponente Comune di Pescara di integrare gli studi eseguiti a supporto del PRP come è descritto in dettaglio dalla Deliberazione n. 678/I del 25 Ottobre 2016 della Giunta Regionale della Regione Abruzzo con la quale è stato approvato il PRP 2008.

Di seguito sono elencati gli studi integrativi condotti nell'ambito dell'iter di approvazione del PRP 2008:

1. *"Attività di approfondimento tecnico svolta nell'ambito delle verifiche di sicurezza idraulica nel tratto terminale del fiume Pescara"*, redatto dal Commissario liquidatore dell'Autorità dei bacini di rilievo regionale abruzzesi ed interregionale del fiume Sangro (12 maggio 2015 prot. RA/125629);
2. *"Aspetti relativi alla sicurezza antincendio"*, redatto dall'Autorità Marittima di Pescara e trasmesso con nota del 10.05.2015 e trasmesso al Consiglio Superiore dei LL.PP. con nota prot. 14307 del 11.05.2015;
3. *"Analisi costi-benefici"*, redatto dal Prof. Ing. Paolo Sammarco e trasmesso con nota del 10.05.2015;
4. *"Quadro strategico dei nodi logistici nella Regione Abruzzo"* predisposto dal Servizio Infrastrutture Viarie, Intermodalità e Logistica del Dipartimento Regionale Trasporti, trasmesso con nota prot. RA/2015128300 del 14.05.15;
5. *"Porto di Pescara – PRP 2008 risposta ai quesiti espressi nel parere del Consiglio Superiore dei LL.PP. Affare 56/2014"*, redatto dal Coordinatore del Gruppo di Progettazione del PRP 2008 e dal progettista degli aspetti idraulici, quale formale

risposta ai quesiti posti dal Consiglio Superiore dei LL.PP. nella seduta del 10.12.14;

6. *"Integrazioni alle Attività svolte nell'ambito delle verifiche di sicurezza idraulica del tratto terminale del fiume Pescara"*, predisposto dall'Autorità dei bacini di rilievo regionale abruzzesi ed interregionale del fiume Sangro con nota prot. RA/177196 del 03.07.15 inviato al Consiglio Superiore dei LL.PP.;
7. *"Verifica di compatibilità idraulica della proposta di P.R.P. della città di Pescara (settembre 2015)"*, redatta dalla soc. DHI S.r.l. per conto del Comune di Pescara ed approvata dallo stesso Comune con deliberazione di G.C. n. 534 del 04.09.2015, trasmessa all'Autorità Marittima in data 07.09.2015 e inviata con nota prot. 26642 del 09.09.2015, da quest'ultima, per competenza, al Consiglio Superiore dei LL.PP.;
8. *"Approfondimenti e implementazioni degli studi idraulici e di morfodinamica fluviale e costiera a corredo del P.R.P. di Pescara (27 giugno 2016)"*, redatto dalla società Beta Studio s.r.l. su incarico del Comune di Pescara e trasmesso con nota PEC del 01.07.2016 al Consiglio Superiore dei LL.PP.

Senza entrare nel merito dei vari studi richiamati, si evidenzia che essi hanno tutti confermato la validità delle scelte tecniche operate per la redazione del PRP 2008.

Alcune delle analisi condotte nell'ambito di tali studi vengono richiamate nel capitolo dedicato alla descrizione tecnica dello stato attuale.

4. SINTESI DEGLI STUDI

4.1. INQUADRAMENTO IDRAULICO MARITTIMO

Per la stesura del presente capitolo si è fatto riferimento agli studi e approfondimenti tecnici di seguito elencati, che sono stati redatti sia a supporto del presente progetto sia a supporto del PRP 2008. In particolare:

- a supporto del presente progetto sono stati dapprima (2017-2018) redatti i seguenti studi (che vengono allegati al progetto stesso):
 - [1] Studio meteomarinario;
 - [2] Studio della penetrazione del moto ondoso nella zona di interesse;
 - [3] Interferenza tra l'alveo fluviale e il ponte sul mare: verifica idraulica delle condizioni di deflusso per soluzioni alternative;
- i documenti e gli studi specialistici utilizzati come riferimento per la redazione delle attività progettuali sono i seguenti:
 - [4] PRP 2008 – Studio meteomarinario;
 - [5] PRP 2008 – Studio morfologico;
 - [6] PRP 2008 – Studio di impatto ambientale;
 - [7] PRP 2008 – Studio delle modifiche al deflusso idraulico nel tratto terminale del fiume Pescara indotte dalla nuova configurazione di foce prevista dal nuovo PRP 2008;
 - [8] PRP 2008 – Studio della navigabilità, della operatività delle imboccature portuali e del “down time” delle banchine;
 - [9] PRP 2008 – Studio dell’agitazione interna portuale;
 - [10] PRP 2008 - Studio della viabilità interna e d’accesso/egresso al porto di Pescara;
 - [11] Approfondimenti e implementazioni degli studi idraulici e di morfodinamica fluviale e costiera a corredo del P.R.P. di Pescara (Beta Studio 2016);
 - [12] Modellazione numerica di campi di velocità e di elevazione della superficie libera nel tratto di mare prospiciente il porto di Pescara (Convenzione “La Sapienza” – Provveditorato Interr. Per le OO.PP. Lazio, Abruzzo e Sardegna - luglio 2015);
 - [13] Regione Abruzzo: " Redazione del Piano Stralcio Difesa Alluvioni (PSDA)- Studio idrologico per la valutazione delle piene”;

-
- [14] Commissario liquidatore dell’Autorità dei bacini di rilievo regionale abruzzesi ed interregionale del fiume Sangro: "Attività di approfondimento tecnico svolta nell’ambito delle verifiche di sicurezza idraulica nel tratto terminale del fiume Pescara" (12 maggio 2015 prot. RA/125629 e 03 luglio 2015 prot. RA/177196);
 - [15] DHI S.r.l.: "Verifica di compatibilità idraulica della proposta di P.R.P. della città di Pescara" (settembre 2015);
 - [16] Studio APAT 2005 – Ottimizzazione del deflusso fluviale nell’area portuale di Pescara. (responsabili dello studio Ing. Francesco Lalli, Ing. Stefano Corsini e Ing. Franco Guiducci);
 - [17] Analisi di rischio morfologico e socioeconomico della fascia costiera abruzzese: fattibilità degli interventi di riqualificazione morfologica a scala regionale (Progetto SICORA –Regione Abruzzo, Abruzzo cronache 2006).
 - In aggiunta agli studi di cui ai precedenti punti [1], [2] e [3], sono stati, infine, acquisiti i seguenti ulteriori studi (2019)
 - [18] Studio numerico dell'idrodinamica e della morfodinamica di una foce fluviale – Indagine idrodinamica con approccio numerico bidimensionale (Università dell’Aquila – Dipartimento di Ingegneria – Laboratorio di idraulica ambientale e marittima. Responsabile scientifico Prof. Ing. Marcello Di Risio, Coordinatore scientifico Dott. Ing. Davide Pasquali; collaboratori scientifici Dott. Ing. Piera Fischione e Dott. Ing. Daniele Celli);
 - [19] Progetto preliminare per la protezione delle fondazioni delle pile P3 e P4 del Ponte del Mare (a cura del Prof. Ing. Mario De Miranda).

Per sintesi nel seguito si fa riferimento a ciascuno degli studi sopra elencati richiamando il numero posto tra parentesi quadra che identifica il relativo studio.

Si rimanda ai documenti originali per una descrizione dettagliata delle varie tematiche trattate.

4.1.1. Inquadramento geografico

Il Porto di Pescara è localizzato in Abruzzo e in corrispondenza della foce del Fiume Pescara che si trova nella zona centro-meridionale del Mar Adriatico (vedi Figura 4-1) al centro della lunga falcata compresa tra il promontorio del Conero (Ancona) e quello del Gargano. Per la descrizione dell’ambito portuale e della storia del porto si rimanda al capitolo 2.



Figura 4-1 - Inquadramento geografico del sito in esame [Fonte: De Agostini]

4.1.2. Regime dei venti a largo di Pescara e in costa

Da un punto di vista generale (macroclimatico) il bacino Adriatico è dominato dai venti di scirocco e di bora. I venti caldo-umidi provenienti da scirocco (Sud-Est) sono forzati dalle aree cicloniche di origine atlantica che si muovono in Mediterraneo da Ovest verso Est. I venti di bora, di origine artica continentale inquadabili tra i venti catabatici e provenienti dal settore settentrionale, sono freddi e secchi e possono acquisire umidità attraversando l'Adriatico dando luogo sulle coste italiane ad intense precipitazioni che, nel periodo invernale, possono essere di tipo nevoso anche a bassa quota. Le condizioni meteorologiche e anemometriche sia locali che ad area vasta possono essere sensibilmente influenzate dalle caratteristiche orografiche e dalle differenze di temperatura tra suolo e mare.

I venti di scirocco particolarmente intensi che si verificano durante l'autunno e l'inverno e che si incanalano tra gli Appennini e le Alpi Dinariche, sono responsabili anche del sovrizzo del livello medio marino ("storm surge") che produce, nell'Adriatico settentrionale, il fenomeno comunemente noto con il termine "acqua alta".

Per la definizione del regime del vento al largo del sito in esame di interesse per la generazione del moto ondoso è stata utilizzata (vedi [1]) la serie storica oraria dei dati di vento ricostruiti al largo di Pescara da MeteOcean DICCA che si estende dal 1979

al 2015. I dati di vento forniti da MeteOcean DICCA sono ricostruiti con il modello di circolazione atmosferica WRF utilizzando come condizioni al contorno i dati in reanalisi forniti dal centro meteorologico americano NOAA-CFSR. Il modello restituisce i valori delle componenti vettoriali del vento u_{10} e v_{10} alla quota convenzionale +10 m sul l.m.m..

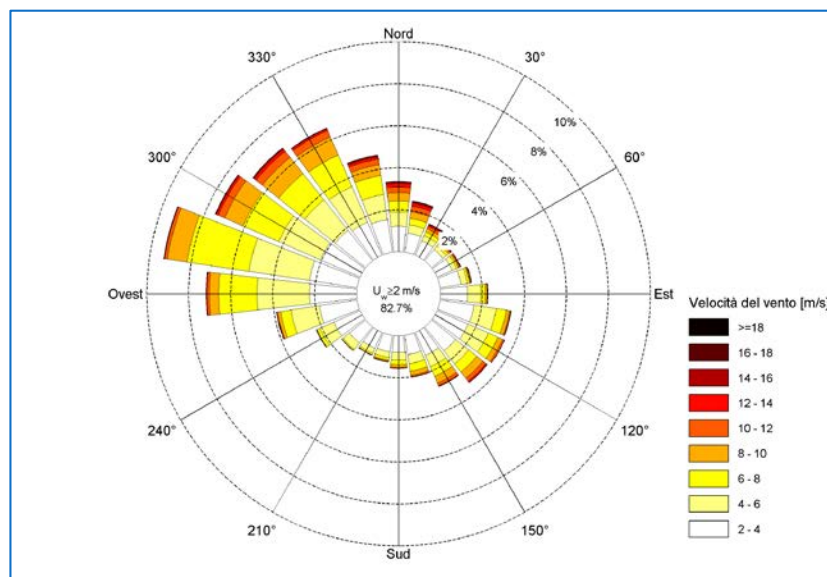


Figura 4-2 - Distribuzione direzionale dei venti ricostruiti al largo di Pescara da MeteOcean DICCA (periodo 1979 - 2015).

I dati di vento appartenenti alla serie storica MeteOcean DICCA sono stati suddivisi per classi di direzione e velocità al fine di determinare la frequenza di accadimento delle diverse classi (vedi diagramma polare di

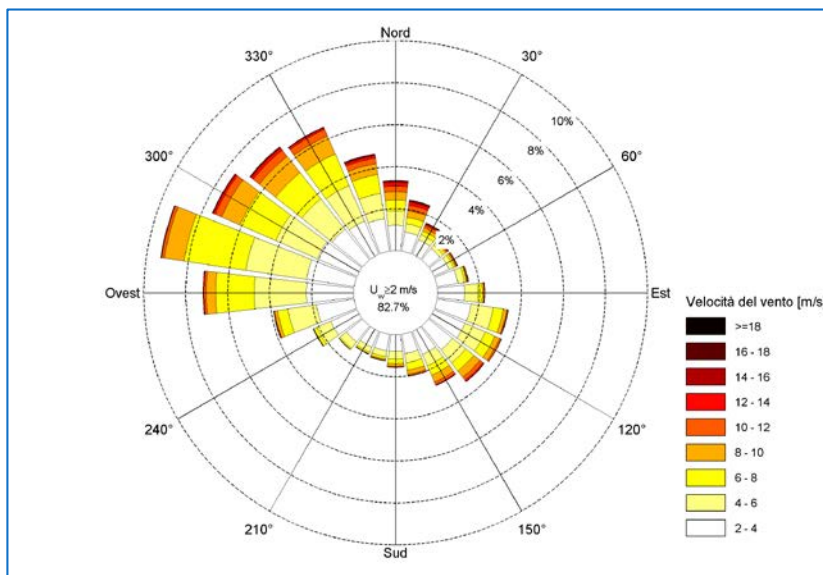


Figura 4-2). L'analisi della serie storica esaminata consente di trarre le seguenti osservazioni:

- le calme (stati di vento con velocità inferiore a 2 m/s) di scarso interesse ai fini della generazione del moto ondoso, si verificano con una frequenza pari al 17.3%;

- i venti regnanti (più frequenti) provengono dal settore 255-330 °N (Ponente-Maestrale) con una frequenza complessiva pari al 41.4%. Il settore di traversia compreso tra 75° e 150° N (Levante-Scirocco) è caratterizzato invece da una frequenza di accadimento pari a 16.9%;
- i venti dominanti (più intensi), con velocità del vento superiori a 20 m/s, provengono prevalentemente dal settore 345-15 °N (tramontana) e in misura minore dal settore di maestrale (300-330 °N) e grecale (30-60 °N).

Per quanto riguarda la caratterizzazione del regime anemometrico in costa, maggiormente influenzato dagli effetti orografici e dal regime di brezza dovuto alle differenze di temperatura tra terra e mare particolarmente rilevanti nel periodo estivo, nello studio [4] si sono presi in esame anche i dati di vento registrati dalla stazione meteorologica di Pescara (coordinate 42° 28' 20" N, 14° 13' 38" E, quota 10 m s.l.m.) localizzata nel porto turistico dove è posizionata anche la stazione mareografica gestita dall'Ufficio Idrografico e Mareografico di Pescara, oggi Protezione Civile Regionale. La serie anemometrica analizzata si estende dal 1 gennaio 1996 sino al 31 dicembre 2003 per una durata complessiva di circa otto anni. Il clima anemometrico medio annuale ottenuto dall'analisi di queste misure è rappresentato nella Figura 4-3. Paragonando

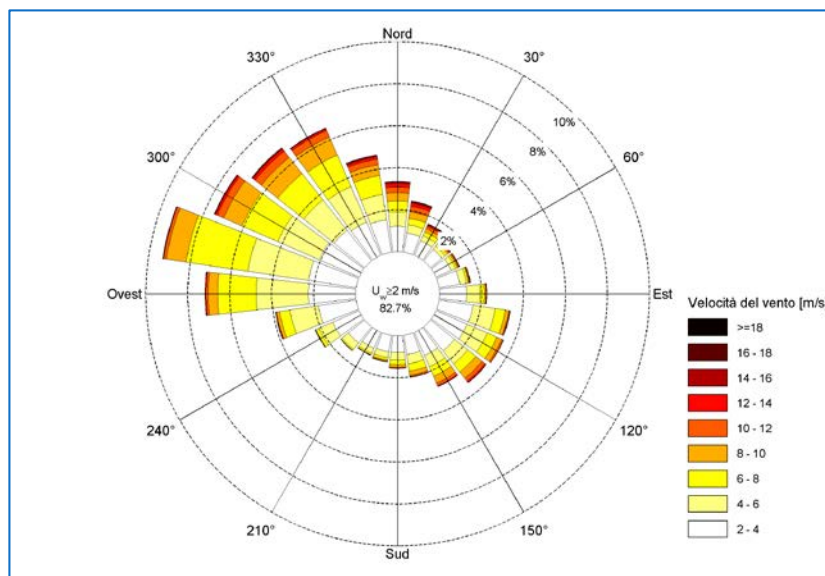


Figura 4-2 si evince che in costa, a differenza di quanto accade a largo, il regime anemometrico presenta una componente relativamente frequente di venti provenienti da terra (Sud-Ovest). Questa componente è dovuta principalmente al regime di brezza estivo (brezza di terra notturna) e ai venti catabatici che si incanalano nella valle del Pescara. Questi venti, di origine termica, a largo risultano meno intensi e frequenti che in costa.

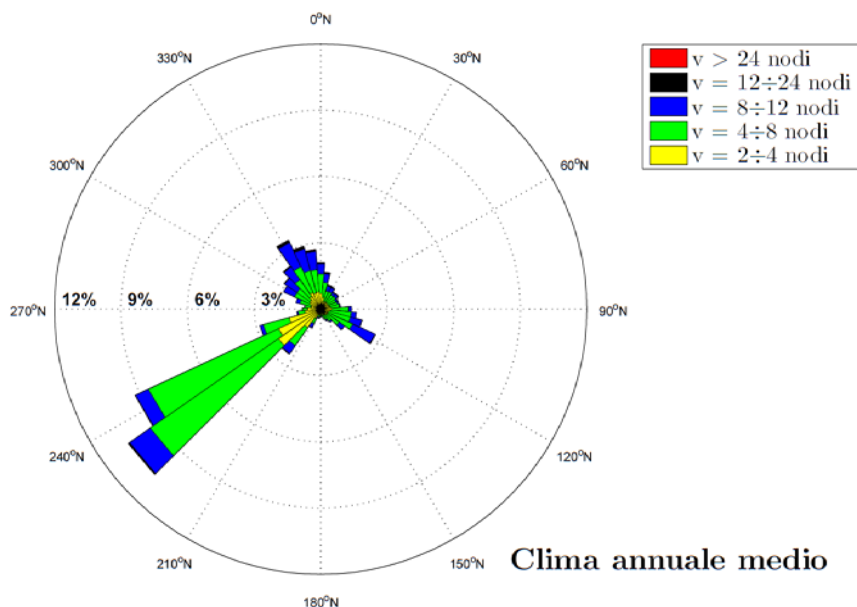
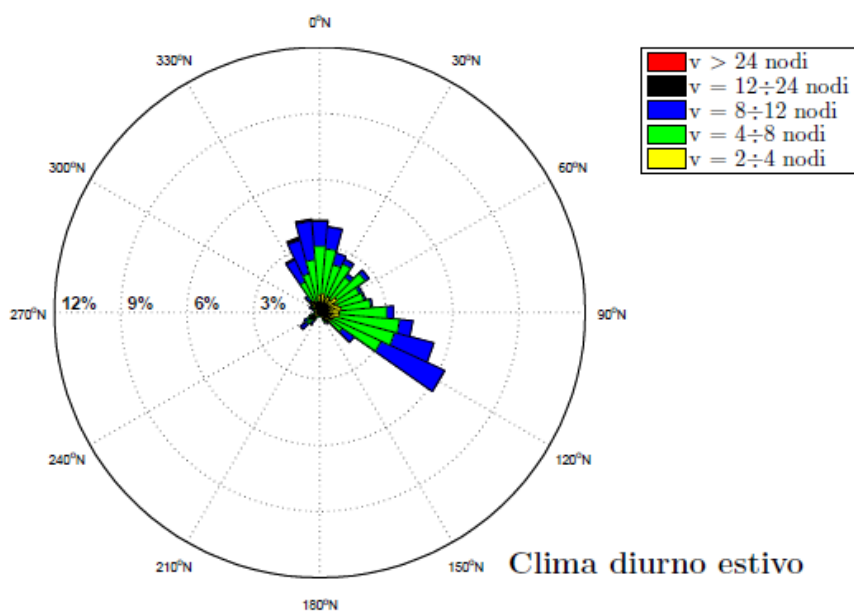


Figura 4-3 - Rappresentazione polare della distribuzione direzionale media annuale degli eventi di vento registrati in costa a Pescara.

Nella Figura 4-4 è rappresentato il clima anemometrico medio annuale derivato dai dati della stazione in costa limitatamente alle ore diurne (pannello superiore della figura) e alle ore notturne (pannello inferiore) riferito al periodo estivo, quando le brezze termiche sono più frequenti e di maggiore intensità. Il paragone tra le figure mostra chiaramente che la componente di Sud-Ovest si verifica durante le ore notturne, confermando la sua origine termica. Durante le ore diurne del periodo estivo la brezza di mare inizia a diventare sensibile nella tarda mattinata con direzione di provenienza da settentrione, per poi ruotare in senso orario verso Est-Sud-Est nelle ore del pomeriggio e della sera.



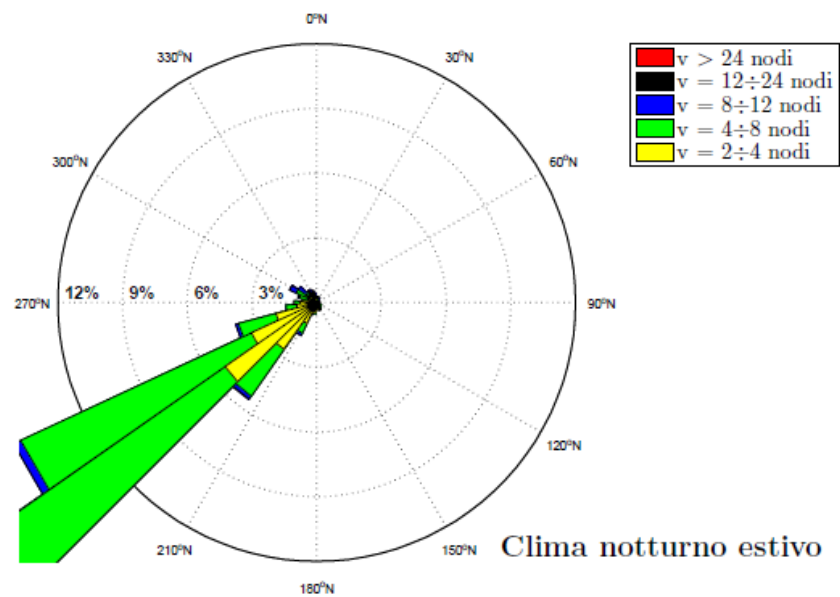


Figura 4-4 - Rappresentazione polare della distribuzione direzionale estiva durante la notte ed il giorno degli eventi di vento a Pescara.

L'effetto dei venti termici a Pescara gioca un ruolo molto importante nel periodo estivo per la dispersione a mare del "plume" (pennacchio) fluviale il quale influenza la qualità delle acque in costa e quindi la balneazione. Questo argomento è stato affrontato in dettaglio nell'ambito dello studio [6] (PRP 2008 – Studio di impatto ambientale) di cui si riportano nel seguito le principali conclusioni.

Nello studio [4] è riportata anche l'analisi statistica degli eventi estremi di vento.

4.1.3. Correntometria a grande scala

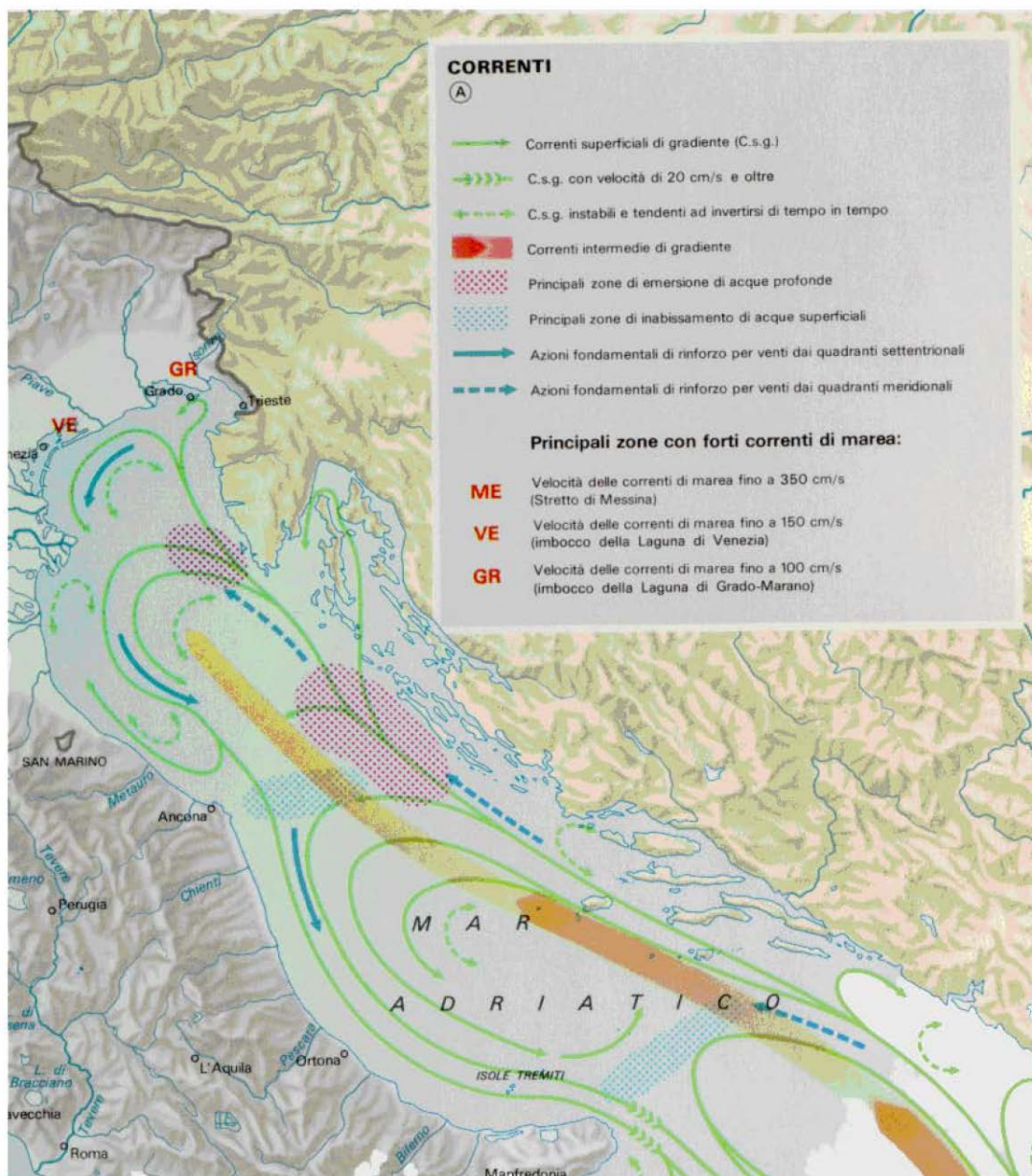


Figura 4-5 - Caratteristiche correntometriche dell'alto e medio Adriatico (tratto da "Atlante Tematico d'Italia" TCI, CNR).

La Figura 4-5 riporta la correntometria a grande scala dell'alto e medio Adriatico. L'analisi d'insieme mostra che, a largo della costa meridionale abruzzese, i flussi delle correnti di gradiente (o di densità) sono condizionati dal fenomeno di riflusso della circolazione d'insieme antioraria del Mar Adriatico e pertanto sono diretti da Nord verso Sud. In generale, nell'Adriatico centrale la velocità media delle correnti in superficie è piuttosto modesta, circa 5 cm/s, con punte massime comunque inferiori a 50 cm/s. La conformazione batimetrica del sito in esame, associata alla limitata escursione dei livelli di marea astronomica, lascia prevedere valori trascurabili delle possibili correnti di marea. In definitiva, si può asserire che il regime delle correnti di gra-

diente ha effetti irrilevanti sulla dinamica dei sedimenti costieri per il paraggio costiero in esame il cui movimento risulta forzato dal moto ondoso frangente che si esplica nella fascia attiva compresa tra la quota di massima risalita del moto ondoso sulla battigia e la profondità di chiusura morfologica.

4.1.4. Variazione dei livelli del mare (incluso eustatismo)

Le variazioni del livello del mare lungo la costa sono dovute a varie cause inquadrabili nei seguenti fenomeni:

- variazioni dovute alla componente astronomica della marea (assimilabili a deterministiche);
- variazioni dovute alla componente meteorologica della marea (di tipo probabilistico) indotte essenzialmente da due fenomeni: (i) effetto barometrico inverso e (ii) azione esercitata dal vento sulle masse d'acqua ("wind set-up"). In presenza di aree cicloniche (perturbazioni atmosferiche), la componente meteorologica della marea dà luogo ad un aumento del livello del mare. Tale aumento è comunemente indicato con il termine sovrizzo di tempesta ("storm surge");
- aumento del livello del mare indotto dalle variazioni climatiche (eustatismo).

Per la valutazione delle variazioni di livello attese presso il Porto di Pescara si è fatto riferimento nel documento [1] (Studio Meteomarino) alle misure delle stazioni mareografiche di Ortona appartenente alla Rete Mareografica Nazionale gestita dall'ISPRA e a quella di Pescara gestita dalla Protezione Civile Regionale. Sulla base delle misure effettuate tra gennaio 1999 e gennaio 2017 è stata analizzata la componente astronomica e la componente residua dovuta in prevalenza agli effetti meteorologici.

L'analisi armonica del segnale di marea ha consentito di calcolare i livelli caratteristici della marea per Ortona che sono riportati nella Tabella 4-1. Data la vicinanza questi risultati possono essere utilizzati per Pescara. La tabella mostra che il massimo livello di marea annuale non supera i 30 cm con una ampiezza massima di marea di circa 50 cm.

HAT	0,225	m	Highest Astronomical Tide = massima alta marea astronomica
MHWS	0,152	m	Mean High Water Spring = media delle alte maree sizigiali
MHWN	0,068	m	Mean High Water Neap = media delle alte maree di quadratura
MSL	-0,045	m	Mean Sea Level = l.m.m., livello medio marino
MLWN	-0,154	m	Mean Low Water Neap = media delle basse maree di quadratura
MLWS	-0,222	m	Mean Low Water Spring = media delle basse maree sizigiali
LAT	-0,311	m	Lowest Astronomical Tide = massima bassa marea astronomica

Tabella 4-1 - Livelli di marea attesi presso la stazione mareografica di Ortona

L'analisi statistica dei valori estremi del residuo del segnale di marea, ottenuto sottraendo al segnale di livello totale quello dovuto alla componente astronomica, ha

consentito di associare al tempo di ritorno il valore atteso del sovralzso meteorologico. I risultati mostrano che passando da un tempo di ritorno di un anno a mille anni il sovralzso meteorologico passa da circa 0.50 cm a circa 1.0 m.

T_R [anni]	η_R [m]
1	0.49
2	0.54
10	0.67
20	0.73
50	0.8
100	0.86
1000	1.04

Tabella 4-2 - Andamento del sovralzso meteorologico in funzione del tempo di ritorno

Il fenomeno di innalzamento o abbassamento relativo del livello medio del mare rispetto alle terre emerse valutato a lungo termine, ovvero su scale temporali dell'ordine delle decine, centinaia e migliaia di anni, è indicato nella letteratura scientifica con il termine eustatismo.

Le cause di questo fenomeno possono essere diverse e sono tuttora oggetto di ricerca da parte della comunità scientifica. L'unica accertata è connessa alle glaciazioni e ai disgeli che hanno interessato la terra nel passato diverse volte.

Ricerche specifiche indicano che durante l'ultima glaciazione che ha interessato la terra, quella di Würm avvenuta nel Pleistocene, il livello del mare era più basso rispetto a quello attuale di circa 120 m. La glaciazione di Würm è iniziata circa 110.000 anni fa e ha avuto termine circa 18.000 anni fa.

Pertanto, da circa 18.000 anni il livello del mare è in fase di risalita a causa del progressivo riscaldamento della terra.

Negli ultimi tempi la comunità internazionale ha riconosciuto che il fenomeno del riscaldamento della terra può avere avuto una accelerazione a causa dell'intervento umano.

Oltre all'eustatismo allo stato attuale non vi sono elementi per ritenere che le coste dell'Abruzzo possano essere interessate da altri fenomeni, come ad esempio dalla subsidenza, che possano accelerare localmente l'innalzamento relativo del livello del mare.

Per quanto riguarda l'eustatismo, l'unica previsione disponibile è quella effettuata dall' "International Panel on Climate Change (IPCC)" riportata in Figura 4-6. Si evidenzia a tal riguardo che le misure mareografiche disponibili sono caratterizzate da serie storiche relativamente troppo brevi per poter essere utilizzate per valutare una eventuale tendenza (trend) di innalzamento del livello del mare (sea level rise).

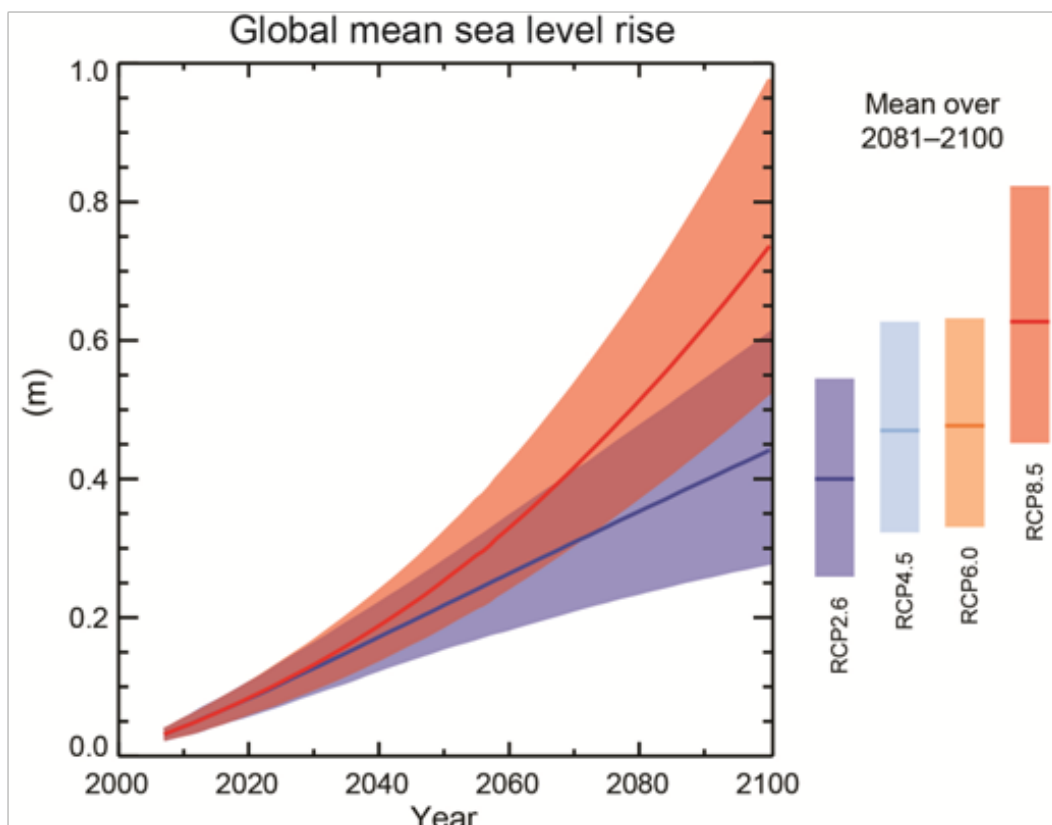


Figura 4-6 - Innalzamento globale dei livelli (sea level rise) previsto secolo dall'IPCC-AR5 per il XXI secolo.

La Figura 4-6 mostra la previsione di innalzamento del livello del mare per il nostro secolo. Le tre linee colorate presenti nella figura mostrano gli scenari in termini di innalzamento di livello forniti da diversi modelli climatologici. La previsione di variazione del livello per il 2100 risulta molto ampia essendo compresa tra un minimo di circa 25 cm in un secolo (2,5 mm/anno) ad un massimo di circa 98 cm (9,8 mm/anno). Assumendo per il rateo di innalzamento il valore intermedio pari a 5,0 mm/anno e assumendo un tempo di vita delle opere di difesa in progetto di 50 anni, si ottiene una previsione di innalzamento del livello da assumere per la progettazione di circa 25 cm.

4.1.5. Regime ondometrico a largo di Pescara

Per quanto riguarda il regime ondometrico, di interesse per il dimensionamento strutturale delle opere, per gli aspetti navigazionali e per il trasporto solido costiero, in quanto segue si fa riferimento al documento [1] (Studio Meteomarino) redatto a supporto del presente progetto il quale costituisce un aggiornamento dello stesso studio [4] redatto a supporto del PRP 2008.

Rimandando al documento [1] per le scelte effettuate sui dati di riferimento da assumere per la definizione del clima ondometrico a largo, in questa sede si evidenzia che i dati utilizzati per le applicazioni progettuali sono costituiti dalla serie storica oraria

ricostruita in ri-analisi in un punto posto al largo di Pescara in prossimità della boa RON (Rete Ondametrica Nazionale, gestita dall'ISPRA) dal servizio MeteOcean del Dipartimento di Ingegneria Civile, Chimica e Ambientale (DICCA) dell'università di Genova che presenta una durata di circa 36 anni. I dati in ri-analisi di moto ondoso sono stati ricostruiti con il modello di generazione e propagazione del moto ondoso WaveWatcht III, utilizzando come forzante il vento ricostruito con un modello di circolazione atmosferica.

Nella Figura 4-7 è riportata la posizione del punto di ricostruzione DICCA 001569 e della stazione ondametrica RON di Ortona. Il confronto tra queste due sorgenti di dati ha confermato la maggiore attendibilità statistica dei dati del DICCA.

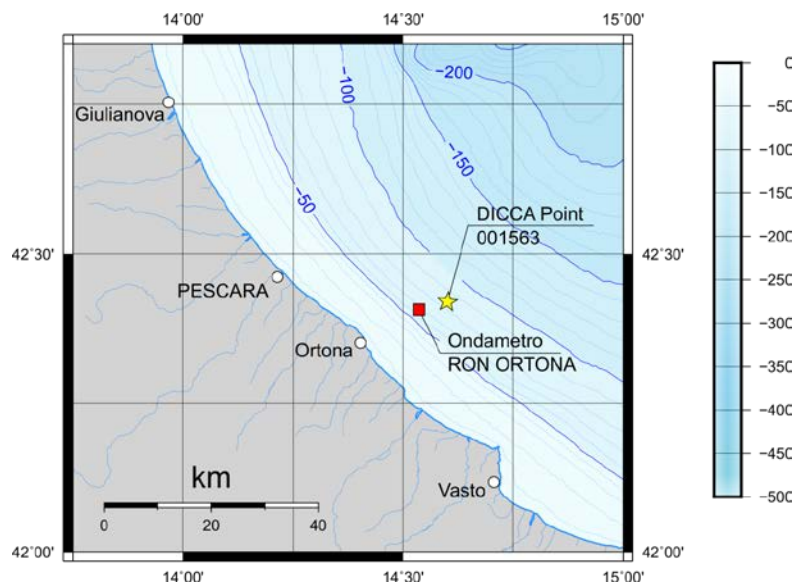


Figura 4-7 - Posizione del punto di ricostruzione DICCA 001569 e della stazione ondametrica RON di Ortona.

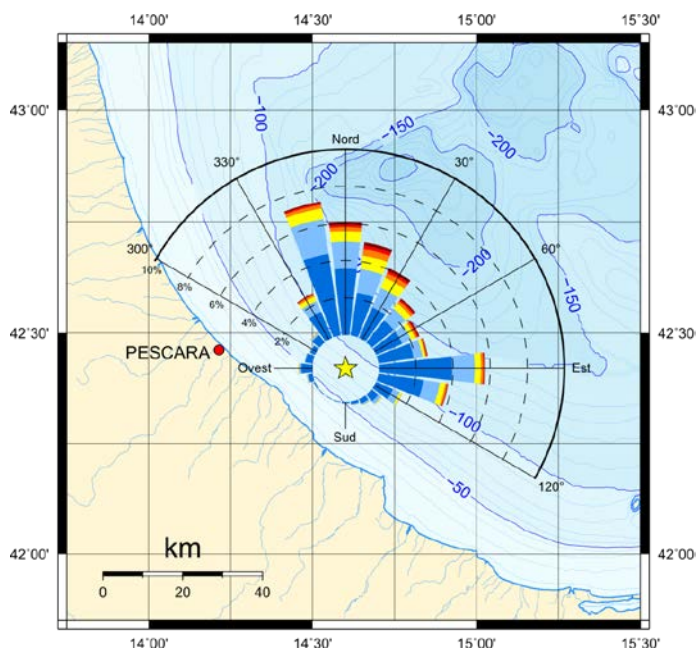


Figura 4-8 - Clima ondometrico ottenuto a largo dall'analisi dei dati di moto ondoso ricostruiti da MeteOcean - DICCA nel punto di coordinate 14.60 °E 42.42 °N al largo di Pescara.

Nella

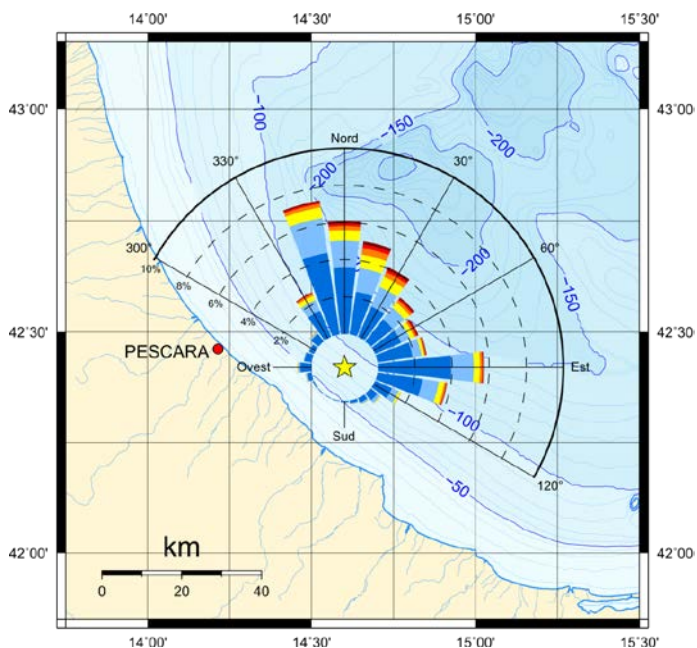


Figura 4-8 è riportato il clima ondometrico medio annuale a largo di Pescara ottenuto sulla base della serie storica del DICCA. L'analisi del diagramma polare riportato nella figura mostra chiaramente che il clima ondometrico è di tipo bimodale rispetto alla giacitura media dell'ortogonale alla linea di costa. In particolare, si possono distinguere due settori di traversia: il primo comprende il settore settentrionale (Nord), mentre il secondo comprende il settore di levante (Est). Le onde provenienti da Est a largo di Pescara, vengono generate nella zona centrale dell'Adriatico dal vento proveniente da scirocco (vedi

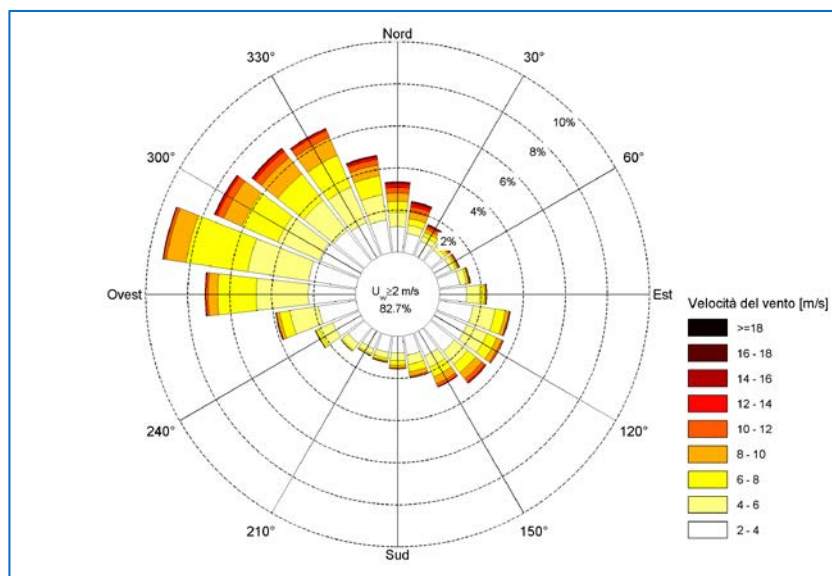


Figura 4-2). Lo schermo operato dalle coste del promontorio del Gargano in Puglia (vedi Figura 4-1) fa in modo che le onde generate dallo scirocco si presentino a largo delle coste abruzzesi ruotate verso Est.

I risultati dell'analisi della distribuzione direzionale e della frequenza di accadimento degli eventi di moto ondoso ricostruiti al largo di Pescara permettono di stabilire che:

- gli stati di mare più rilevanti, aventi altezza d'onda significativa H_s superiore a 0.5 m, si verificano mediamente, con una frequenza di accadimento del 48.7% pari a circa 178 giorni l'anno. Il 45% degli stati di mare appartenenti alla serie storica ricadono nella classe di altezza d'onda compresa tra $0.5 \text{ m} < H_s < 2.0 \text{ m}$;
- le calme, contraddistinte da altezze d'onda inferiori a 0.5 m, si presentano per il 51.3% del tempo (pari a circa 187 gg/anno);
- gli stati di mare rilevanti più frequenti si presentano dai settori di tramontana [$345 \div 15^\circ \text{N}$] (frequenza di accadimento 18.4%) e grecale [$30 \div 60^\circ \text{N}$] (frequenza di accadimento 9.6%), e dal settore di levante [$75 \div 105^\circ \text{N}$] (frequenza di accadimento 12.2%) che di fatto rappresentano i settori di traversia principale e secondario per il paraggio in esame;
- gli eventi di moto ondoso più intensi, caratterizzati da altezza d'onda superiore a 2.0 m, si verificano in media 13 giorni l'anno e provengono in misura maggiore da tramontana e grecale con una frequenza di accadimento complessiva pari a 2.7%, e, in misura minore, da levante (0.5%);
- le mareggiate più intense, con altezze d'onda superiori a 4.0 m si verificano in media circa 15 ore l'anno (frequenza di accadimento 0.2%) e provengono prevalentemente da tramontana e grecale, più raramente da levante.

Il diagramma polare di Figura 4-9 mostra gli stati di mare (rappresentati dall'altezza d'onda significativa H_s e dalla direzione di provenienza delle onde) al culmine delle mareggiate ottenuti sulla base della serie storica oraria del DICCA negli ultimi 36 anni (dal 1979 al 2015). La figura mostra che le mareggiate di maggiori intensità provengono dal settore settentrionale.

La mareggiata di maggiore intensità proveniente dal settore settentrionale ricostruita in ri-analisi si è verificata il 31/12/1979 e ha dato luogo a largo di Pescara ad una $H_s = 8,79 \text{ m}$ con periodo di picco spettrale $T_p = 11.5 \text{ s}$ e direzione di provenienza 359°N .

Invece la mareggiata di maggiore intensità proveniente dal settore di levante si è verificata il 14/11/2004 e ha dato luogo a largo di Pescara ad una $H_s = 6,76 \text{ m}$ con periodo di picco spettrale $T_p = 11.0 \text{ s}$ e direzione di provenienza 58°N .

L'analisi statistica degli eventi estremi a largo è stata eseguita separando gli eventi di moto ondoso generati dal vento in base alla loro genesi meteorologica, rispettando di conseguenza l'ipotesi statistica che richiede l'omogeneità dei dati campionari. Di conseguenza si sono distinti due settori principali di provenienza del moto ondoso: quello settentrionale, denominato sett. A con direzioni comprese tra $330 - 30^\circ \text{N}$, e

quello di levante denominato sett. B, con direzioni di provenienza delle onde comprese tra 30 - 120 °N.

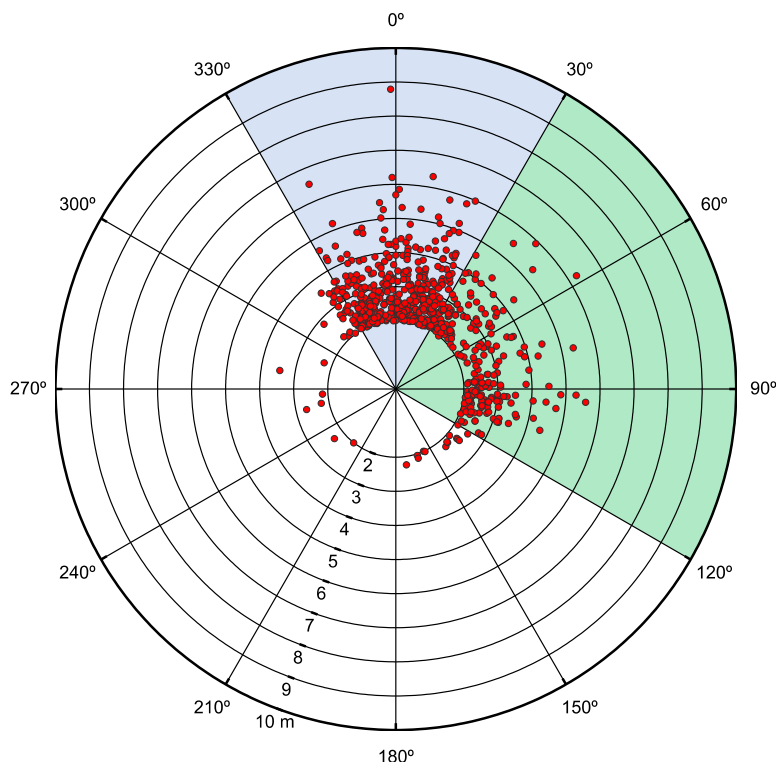


Figura 4-9 - Valori al colmo delle mareggiate ricostruite per il periodo 1979-2015 (dati MeteOcean DICCA).

Le successive Figura 4-10 e Figura 4-11 mostrano rispettivamente per il sett. A e per il sett. B la correlazione tra l’Hs e il tempo di ritorno dell’evento espresso in anni.

Gli eventi estremi di moto ondoso a largo utilizzati per la progettazione delle opere sono riportati nella

Tempo di ritorno	Settore 330 - 30 °N		Settore 30 - 120 °N	
	Hs	Tp	Hs	Tp
[anni]	[m]	[s]	[m]	[m]
2	4.9	9.3	4.1	8.8
10	6.3	10.1	5.4	9.6
50	7.7	10.9	6.6	10.2
100	8.3	11.2	7.2	10.5

Tabella 4-3. I due grafici e la tabella confermano che dal settore settentrionale provengono le onde di maggiore altezza a parità di tempo di ritorno.

I grafici mostrati nelle figure sono stati ottenuti applicando il metodo POT e utilizzando: la soglia Hs = 3.80 m per il settore A (individuando 71 eventi di mareggiata con un valore medio di 4.64 m ed una deviazione standard di 0.84 m); e la soglia Hs= 3.0 m per il settore B (individuando 80 eventi di mareggiata con un valore medio di 3.76 m ed una deviazione standard di 0.75 m).

Tempo di ritorno	Settore 330 - 30 °N		Settore 30 - 120 °N	
	Hs	Tp	Hs	Tp
[anni]	[m]	[s]	[m]	[m]
2	4.9	9.3	4.1	8.8
10	6.3	10.1	5.4	9.6
50	7.7	10.9	6.6	10.2
100	8.3	11.2	7.2	10.5

Tabella 4-3 - Eventi estremi di moto ondoso al largo

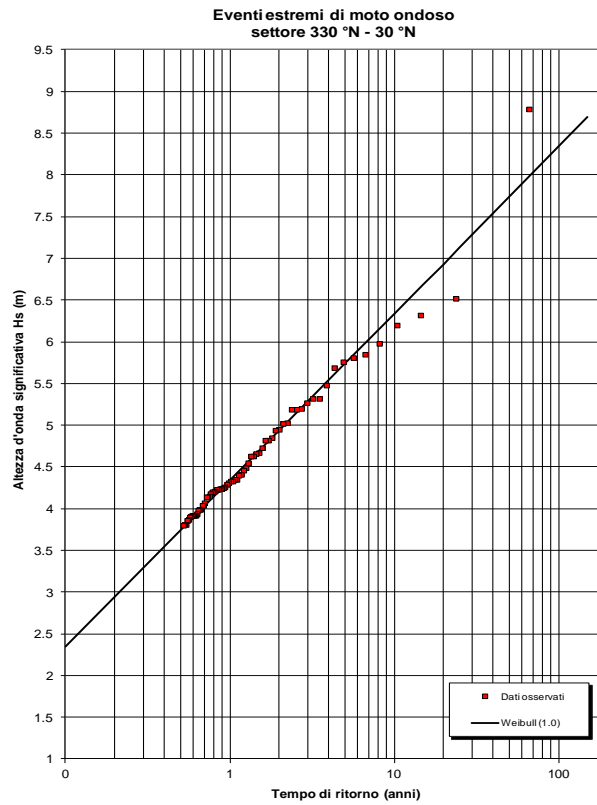


Figura 4-10 - Adattamento alla legge di distribuzione tipo Weibull 1.0 dei valori al colmo delle mareggiate estratte dalla serie storica MeteOcean DICCA tra il 1979 ed il 2015. Settore di traversia 330 - 30 °N.

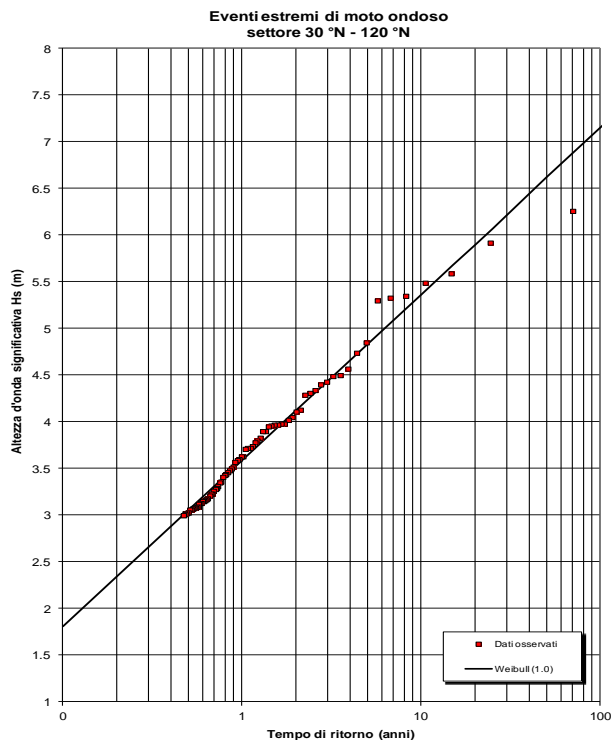


Figura 4-11 - Adattamento alla legge di distribuzione tipo Weibull 1.0 dei valori al colmo delle mareggiate estratte da serie storica MeteOcean DICCA tra il 1979 ed il 2015. Settore di traversia 30 - 120 °N.

La correlazione tra le altezze d'onda significative e il periodo di picco spettrale al culmine delle mareggiate è riportata per i due settori di traversia nella Figura 4-12 e nella Figura 4-13.

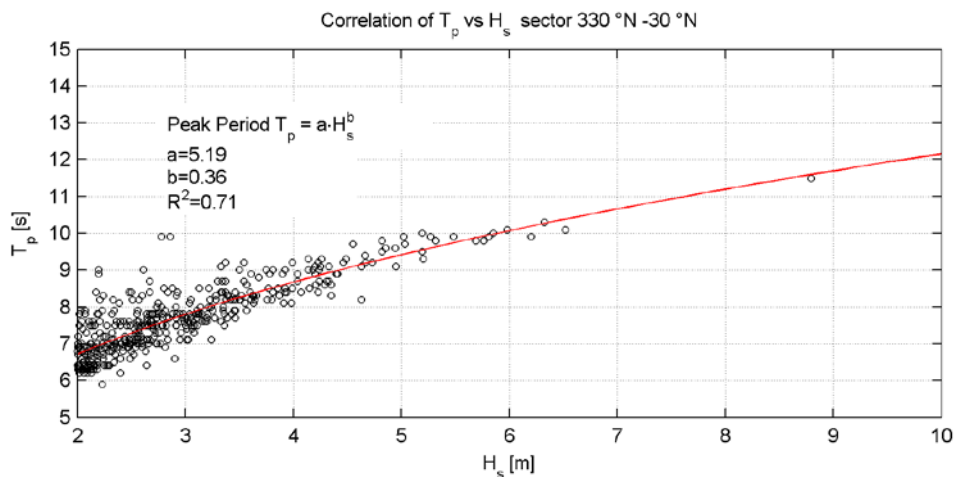


Figura 4-12 - Correlazione tra le altezze significative ed il periodo di picco al colmo delle mareggiate estratte dalla serie DICCA (1979-20015) per il settore di traversia 330-30 °N

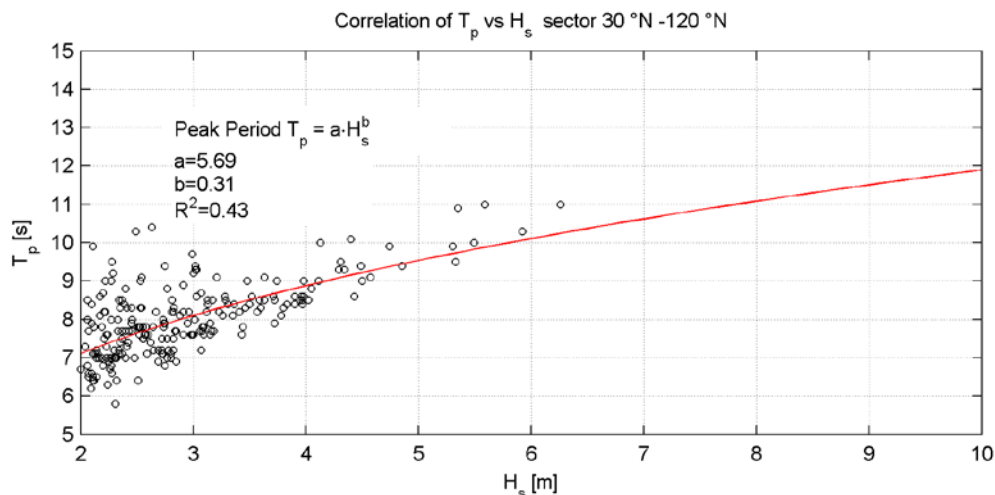


Figura 4-13 - Correlazione tra le altezze significative ed il periodo di picco al colmo delle mareggiate estratte dalla serie DICCA (1979-20015) per il settore di traversia 30-120 °N

4.1.6. Regime ondametrico in costa

Il regime ondametrico in costa è stato calcolato applicando il modello di moto ondoso spettrale (“inversa spettrale”) Merope sviluppato dalla Modimar per il punto P1 posto in corrispondenza della profondità -10.0 m di fronte al porto di Pescara (vedi Figura 4-14).

Il clima ondametrico in costa, ottenuto propagando l’intera serie storica del DICCA ricostruita a largo, è rappresentato graficamente nella Figura 4-15. Il confronto tra la Figura 4-15 e la

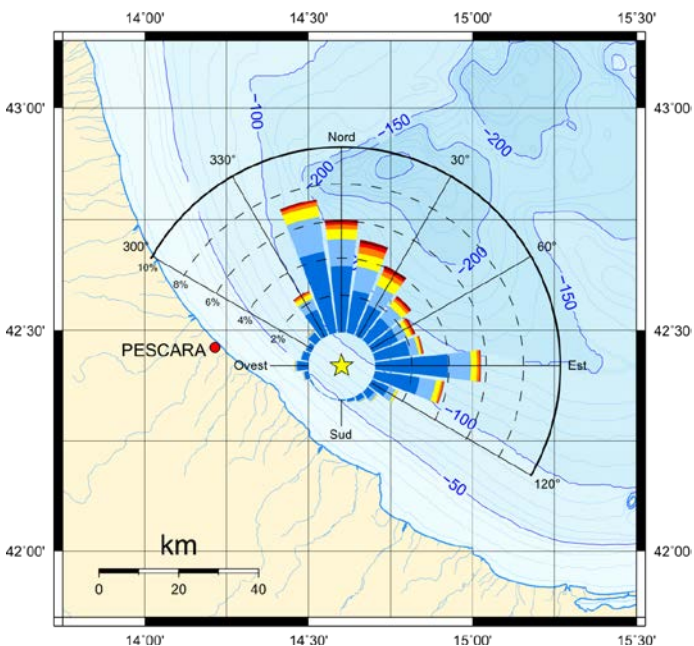


Figura 4-8, dove è riportato il clima ondametrico a largo, mostra che la rifrazione e lo shoaling delle onde indotti dalle variazioni del fondale, che localmente presenta una pendenza media modesta e un andamento regolare, riducono il settore di traversia a

riva rispetto a quello posto a largo, pur mantenendo la caratteristica di bimodalità già osservata a largo.

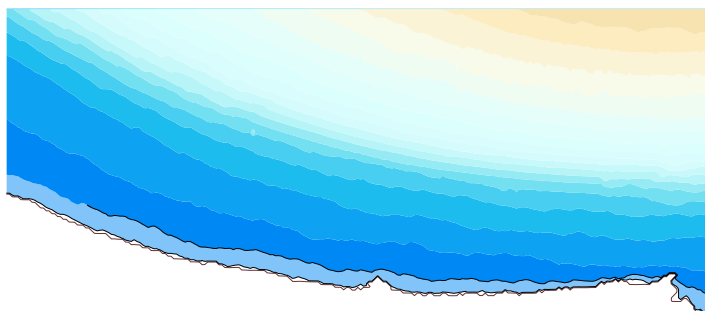


Figura 4-14 - Griglia di calcolo utilizzata dal modello di inversa spettrale MEROPE

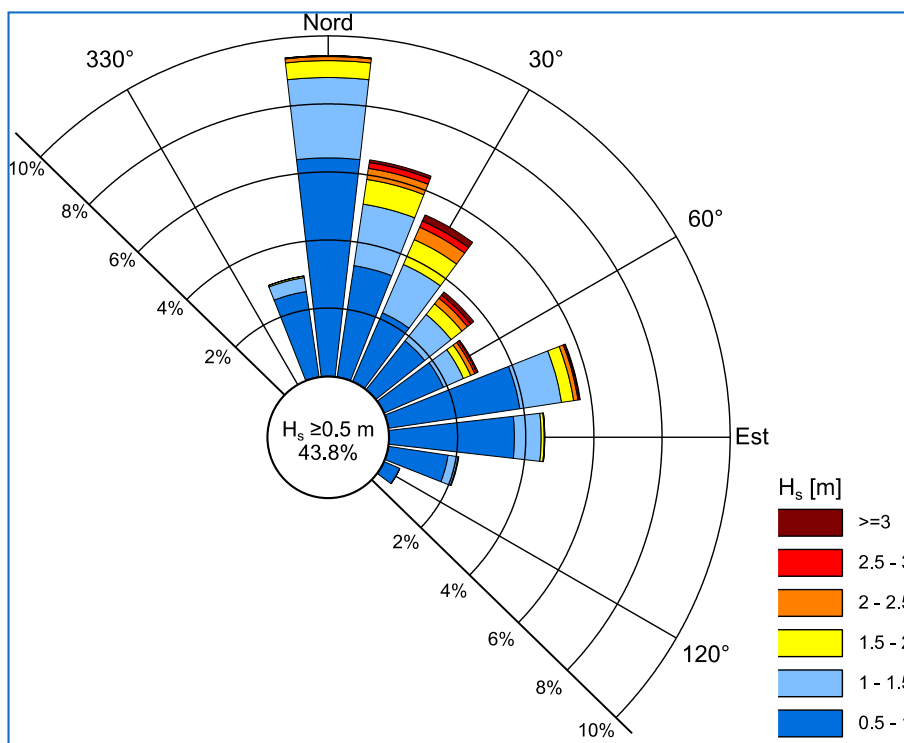


Figura 4-15 - Punto sottocosta P1 –Distribuzione degli eventi di moto ondoso con altezza d’onda superiore a 0.5 m.

La propagazione degli stati di moto ondoso, estremi di interesse per il dimensionamento delle opere marittime poste all’esterno della diga foranea, è stata eseguita applicando il codice numerico di rifrazione diretta spettrale SWAN.

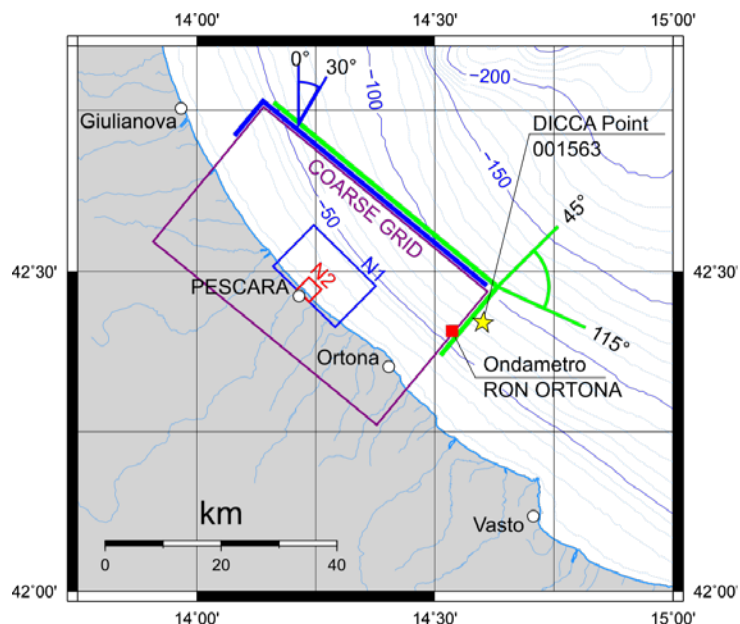


Figura 4-16 - Griglie di calcolo utilizzate per le simulazioni con il modello di propagazione SWAN.

La Figura 4-16 mostra le tre griglie di calcolo utilizzate per la propagazione del moto ondoso per la quale è stata applicata la tecnica delle “griglie innestate” (“nesting”) che consente di migliorare la risoluzione spaziale dei risultati nella zona di interesse (per approfondimenti riferirsi al documento [1]).

Le simulazioni numeriche sono state condotte per 25 diversi scenari di moto ondoso a largo caratterizzati da: sette direzioni di moto ondoso (al largo); quattro tempi di ritorno degli eventi pari a 2, 10, 50 e 100 anni; quattro condizioni del livello medio marino comprese tra 0.65 m e 1.0 m; otto condizioni di vento variabili tra 15,1 m/s e 25,5 m/s.

A titolo di esempio si mostra nella Figura 4-17 il campo d’onda spaziale ottenuto per il tempo di ritorno 100 anni (stato di mare 3012).

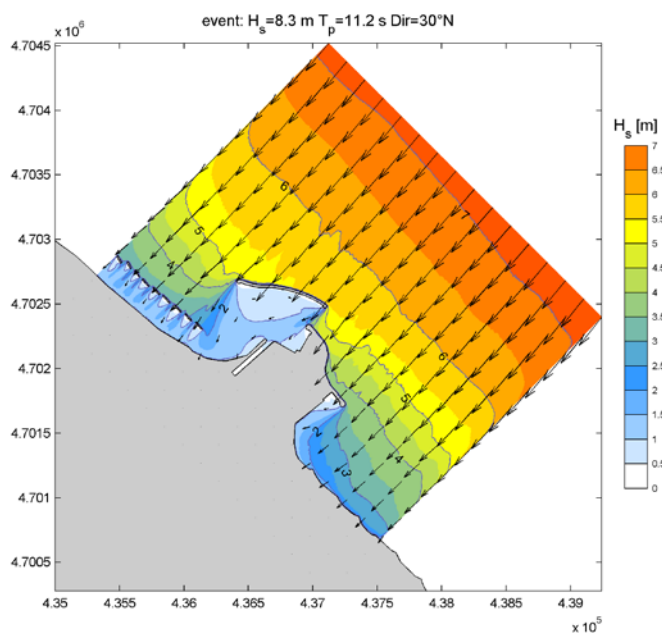


Figura 4-17 - Risultato della propagazione dello stato di mare 30102 - TR = 100 anni.

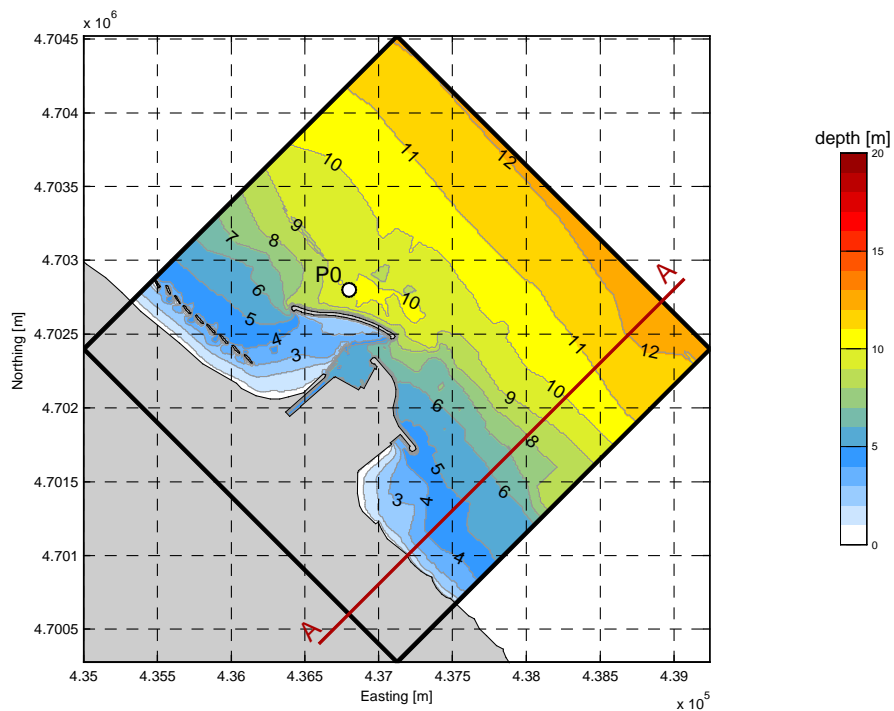


Figura 4-18 - NESTED GRID N2 con indicazione del punto di analisi P0.

I grafici di Figura 4-19 mostrano, per il punto P0 localizzato in prossimità delle opere (vedi Figura 4-18), l'andamento dei seguenti parametri ondometrici: (i) altezza d'onda significativa spettrale (H_{m0}) in costa in funzione dell' H_s a largo (pannello superiore della figura); (ii) periodo medio spettrale in funzione del periodo di picco a largo; (iii) direzione media spettrale in funzione della direzione a largo.

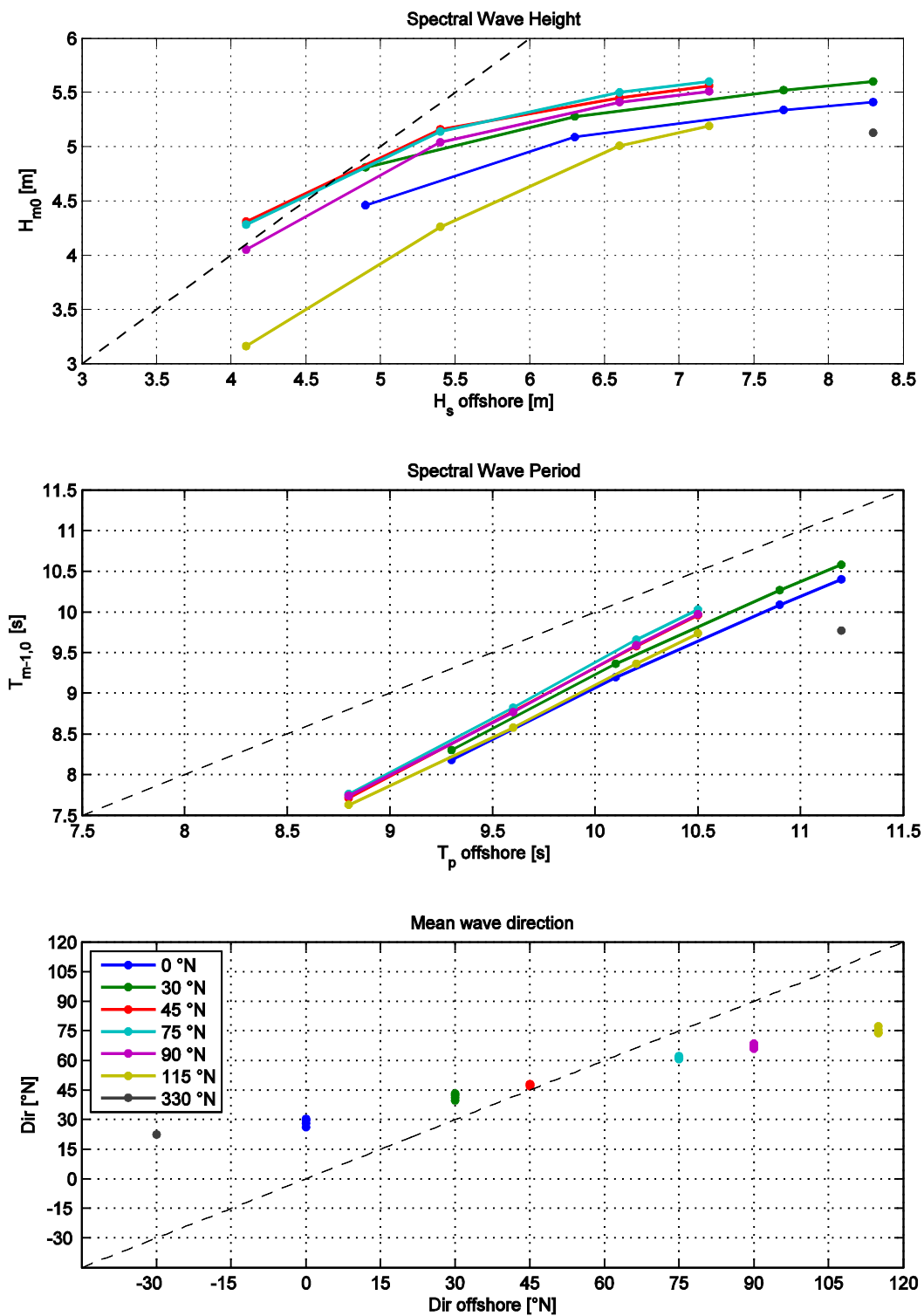


Figura 4-19 - Condizioni di moto ondoso nel punto P0 determinate con il modello SWAN

4.1.7. Penetrazione del moto ondoso nel porto canale e nelle zone esterne dei nuovi moli guardiani

Per il dimensionamento delle opere in progetto poste sia all'interno del nuovo canale di sbocco a mare del Pescara sia all'esterno dello stesso canale, ovvero lungo il paramento esterno dei nuovi moli guardiani Nord e Sud, si è reso necessario eseguire uno studio specialistico descritto nel dettaglio nel documento [2] (Studio della penetrazione del moto ondoso nella zona di interesse).

Le simulazioni numeriche sono state effettuate con il codice SWASH (Simulating Waves till Shore, Zijlema et al., 2011 e di Smit et al., 2013). SWASH è un modello numerico "multi-purpose" che permette di simulare moti a superficie libera in condizioni idrostatiche o non idrostatiche in una, due o tre dimensioni, e, tramite la risoluzione delle equazioni non lineari delle onde in acqua bassa (Non Linear Shallow Water Equations, NLSWE) comprensive dei termini non idrostatici della pressione.

Il modello permette di simulare una vasta gamma di fenomeni fisici connessi alla modellazione delle aree costiere, fluviali, lagunari e deltizie. In particolare, è in grado di tenere conto di tutti i fenomeni che intervengono in acqua bassa (rifrazione, shoaling, diffrazione esterna e interna, frangimento del moto ondoso) ed è in grado di simulare l'interferenza delle onde con strutture porose (come ad esempio le opere a gettata) o impermeabili (come ad esempio muri di sponda a parete verticale, in palancole, su pali accostati, ecc.). Le onde possono essere simulate sia in condizioni regolari che irregolari. Ovviamente l'impegno computazionale del codice di calcolo è molto elevato e pertanto le aree da simulare devono essere limitate. Inoltre, il modello è in grado di simulare anche l'interazione tra il moto ondoso ed una corrente fluviale.

Facendo variare la direzione di attacco delle onde, il tempo di ritorno degli stati di mare (tra 2 e 50 anni) e il sovralzato del livello medio marino sono stati simulati dieci scenari di moto ondoso. Per la portata del fiume si è assunto un valore costante pari a circa 50 m³/s che rappresenta la portata media annuale.

A titolo di esempio si mostra nella Figura 4-20 lo schema di definizione della griglia di calcolo per gli stati di mare con direzione di provenienza del moto ondoso lungo contorno di largo del modello numerico (generazione delle onde) di 26°N. Le condizioni di moto ondoso da utilizzare lungo il generatore numerico sono state desunte dai risultati ottenuti con il modello SWAN e pertanto sono state correlate alle condizioni di moto ondoso a largo.

Nella Figura 4-21 è mostrato a titolo di esempio l'andamento nello spazio dell'elevazione della superficie libera per lo scenario S10 caratterizzato da onde con tempo di ritorno di 2 anni.

L'influenza della corrente fluviale sull'altezza delle onde si evince chiaramente dal confronto tra la Figura 4-22 e la Figura 4-23, dove la prima figura mostra l'andamento

dell'Hs lungo l'asse centrale del canale in presenza di corrente fluviale, mentre la seconda mostra lo stesso andamento in assenza di corrente fluviale (per la posizione planimetrica dei punti in corrispondenza dei quali le due figure forniscono i valori di Hs si deve fare riferimento alla Figura 4-24). L'influenza della corrente è quella di contenere l'energia delle onde in ingresso nel canale e quindi di ridurre la loro altezza d'onda.

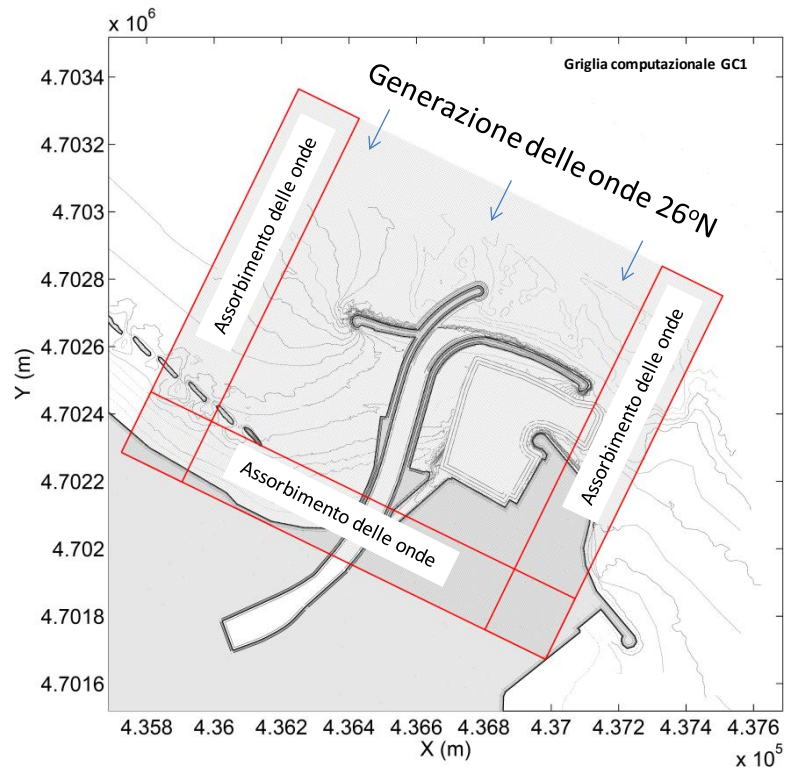


Figura 4-20 - Schema di definizione della griglia di calcolo GC1 $dx = dy = 5.0$ m.

Nota: le linee in rosso identificano l'ubicazione degli sponge layers.

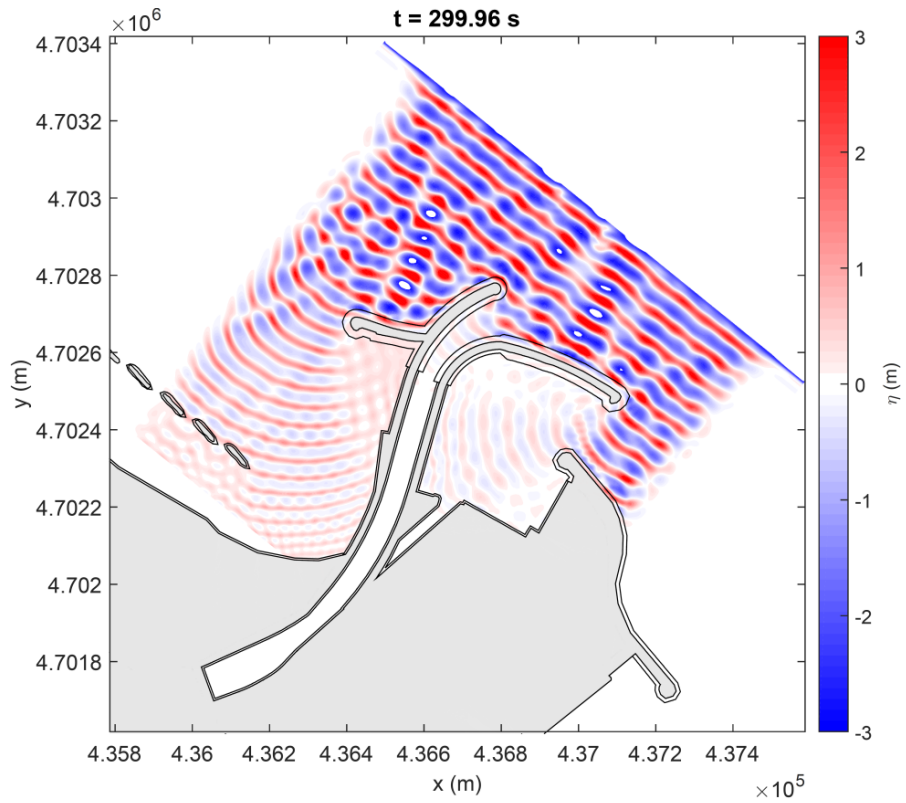


Figura 4-21 - Scenario S10: andamento spaziale dell'elevazione della superficie libera ad un fissato istante di tempo

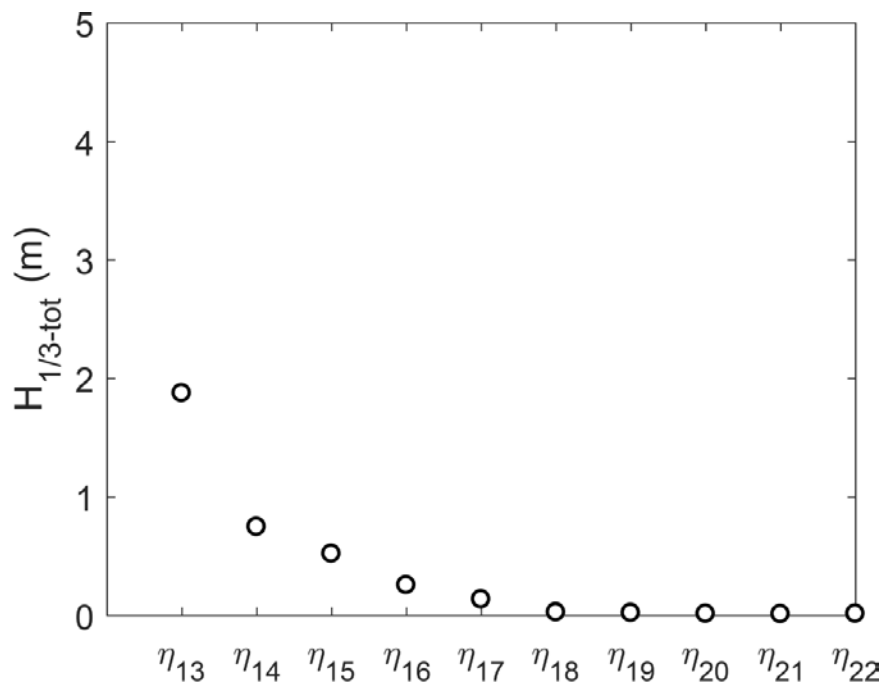


Figura 4-22 Andamento dell'altezza d'onda totale lungo l'asse del fiume con portata fluviale (50 m³/s).

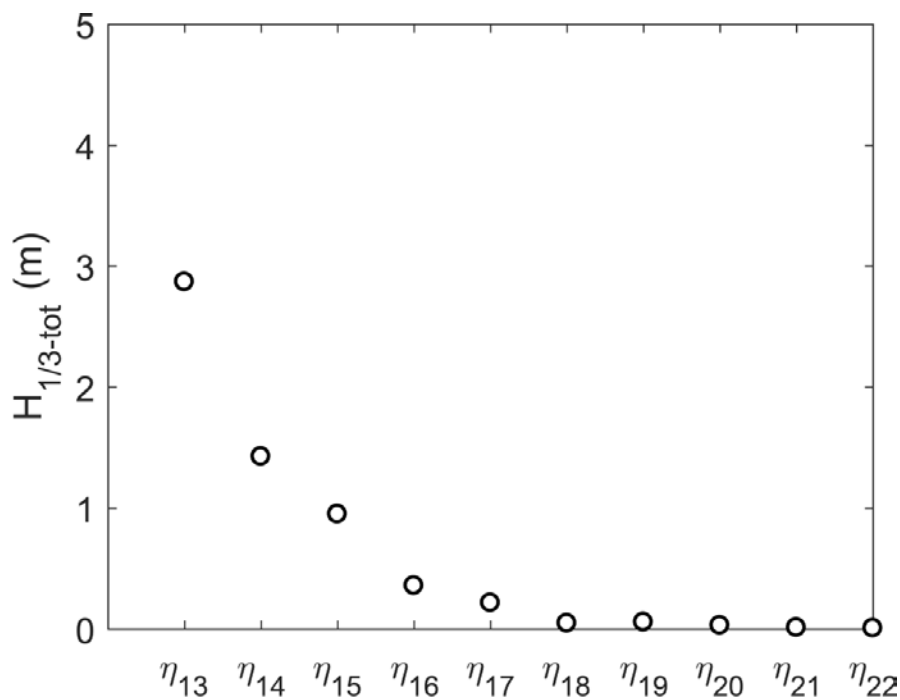


Figura 4-23 - Andamento dell'altezza d'onda totale lungo l'asse del fiume in assenza di portata fluviale

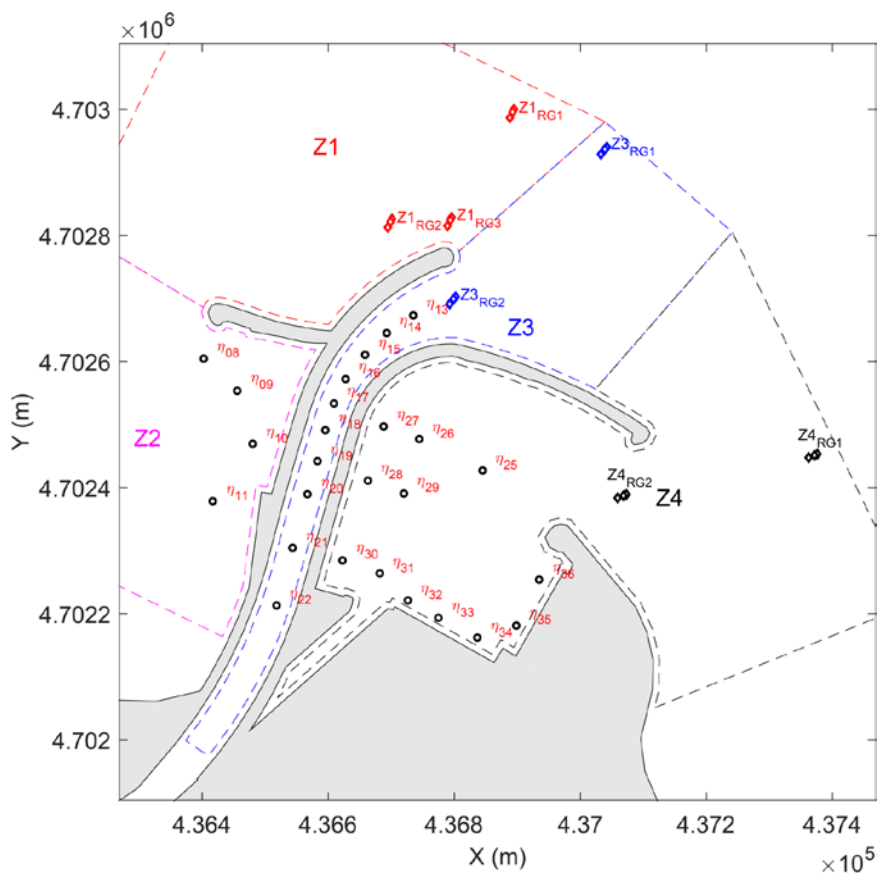


Figura 4-24 Pianta chiave sonde

I risultati ottenuti mostrano che lungo il tratto terminale del fiume deviato si verifica al suo interno una rapida attenuazione del moto ondoso incidente anche con onde

provenienti da direzioni prossime a quelle dell'asse della foce fluviale che presentano quindi una potenziale capacità di penetrazione lungo il fiume. L'attenuazione del moto ondoso è tale da non dar luogo per alcuna condizione esaminata alla risalita del moto ondoso nel porto canale dove è assicurata una assoluta tranquillità. Questi risultati sono stati ottenuti anche assumendo in via cautelativa assenza di corrente fluviale.

La capacità di attenuazione rispetto al moto ondoso incidente è da imputare alle seguenti ragioni:

- la forma planimetrica del canale deviato caratterizzata da una giacitura curvilinea;
- la presenza del pennello posto in sinistra fluviale;
- la soluzione costruttiva delle opere di deviazione che nel loro tratto terminale sono previste dal PRP 2008 del tipo a gettata e quindi in grado di dissipare l'energia delle onde incidenti.

Si richiama in questa sede che nell'ambito del PRP 2008 l'argomento dell'agitazione interna portuale è stato trattato nel documento [10] PRP 2008 – Studio dell'agitazione interna portuale, il quale ha riguardato la conformazione delle opere marittime complessiva prevista dal PRP 2008 i cui risultati sono di interesse per la realizzazione del porto da pesca e per la darsena commerciale che esulano dalle finalità del presente progetto e che pertanto non vengono qui richiamati.

4.1.8. Navigabilità della nuova foce fluviale

Sempre nell'ambito della redazione del PRP 2008, nel documento [9] PRP 2008 – Studio della navigabilità, della operatività delle imboccature portuali e del “down time” delle banchine, si è affrontato anche il tema dell'operatività dell'imboccatura del porto canale di Pescara che risulta di interesse per il presente progetto e che pertanto viene di seguito richiamato.

Nella Figura 4-25 è rappresentato il canale di accesso al porto canale che è orientato per 63° N (rotta di accesso 243°N) e che presenta una larghezza di 64,0 m e un fondale compreso tra -10,0 m e -6,0 m sul l.m.m.

Con riferimento alla Figura 4-15, dove è riportato il clima meteo marino in costa, e alla Figura 4-25 seguente, l'orientamento del canale di accesso consente una ottima navigabilità per tutte le condizioni ondometriche possibili escludendo che si possano verificare condizioni di moto ondoso al traverso durante l'ingresso nel porto canale. Infatti, anche in presenza di onde provenienti da Nord, queste investiranno le imbarcazioni in ingresso al porto con un angolo non superiore a circa 60°, mentre con moto ondoso proveniente da Est l'angolo risulta non superiore a circa 30°. Inoltre, la profondità minima dell'imboccatura portuale localizzata in corrispondenza della attuale

Pag.

63

diga foranea che risulta pari a circa -6,0 m sul l.m.m. è in grado di garantire un notevole franco sottochiglia alle imbarcazioni di massimo pescaggio che frequenteranno il porto canale in attesa della realizzazione della nuova darsena pescherecci.

Il nuovo pennello di foce garantisce una ampia zona di avamporto dove le imbarcazioni possono agevolmente prepararsi ad impegnare l'imboccatura del porto canale. Il pennello di foce, come peraltro la diga foranea, è realizzato mediante un'opera a gettata in grado di dissipare le onde incidenti contenendo di conseguenza la loro riflessione a vantaggio degli aspetti navigazionali.

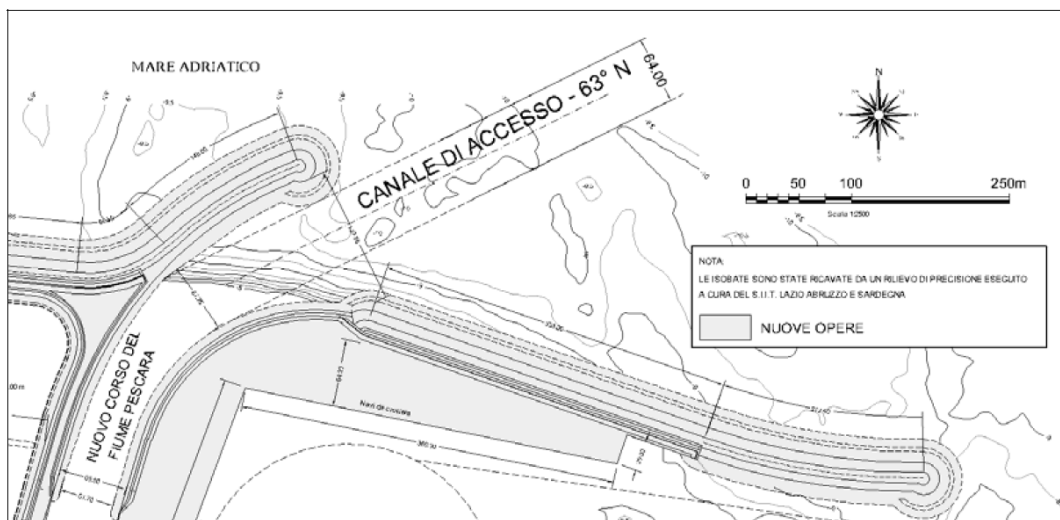


Figura 4-25 - Canale di accesso all'imboccatura della nuova foce fluviale (PRP 2008)

La nuova imboccatura del porto canale di Pescara è stata verificata per la seguente imbarcazione di progetto:

- Lunghezza fuori tutto (L) = 30 m
- Larghezza massima (B) = 7 m;
- Pescaggio (d) = 3,0 m;

la quale risulta equivalente alle dimensioni del peschereccio più grande che frequenta attualmente il porto canale.

Le verifiche della profondità e della larghezza del canale di accesso, riferita alla quota di fondo del canale, sono state eseguite utilizzando il metodo suggerito dall'AIPCN (Associazione Internazionale Permanente dei Congressi di Navigazione) nel report "Approach Channels. A Guide for Design" del 1997.

Le verifiche hanno mostrato che la navigazione è garantita con ampi margini di sicurezza per due navi delle massime dimensioni che transitano contemporaneamente per l'imboccatura portuale (canale a doppio senso di marcia) con condizioni di moto

ondoso che possono raggiungere i 5 metri di Hs. Tali condizioni di moto ondoso corrispondono a un tempo di ritorno compreso tra circa 2 anni (settore di traversia Nord) e 7 anni (settore di traversia Est).

Il calcolo della frequenza di frangimento in corrispondenza dell'imboccatura del porto canale ha mostrato che l'imboccatura potrebbe risultare non operativa per circa 11 ore l'anno, valore pienamente compatibile con la destinazione d'uso del porto e molto migliore di altri porti abruzzesi come ad esempio quello di Giulianova. Per condizioni di moto ondoso eccezionali a breve distanza da Pescara (circa 10 miglia nautiche) è presente il Porto di Ortona, in via di completamento, che presenta una profondità di imboccatura superiore ai 10.0 m e quindi sostanzialmente sempre operativa.

Per quanto riguarda la velocità della corrente fluviale che potrebbe influire sugli aspetti navigazionali, si può affermare con certezza che essa in corrispondenza della nuova imboccatura e lungo il canale deviato risulterà inferiore rispetto a quella che attualmente caratterizza la "canaletta" che collega la darsena commerciale con il bacino di espansione. La ragione di tale diminuzione è dovuta alla maggiore sezione (area) a disposizione della corrente idrica nel canale deviato rispetto a quella della canaletta. Anche in presenza di piene fluviali ricorrenti la velocità della corrente non sarà in grado di condizionare la navigazione. A titolo di esempio si riporta che con la massima portata media annuale pari a circa 326 m³/s (nota che la portata media annuale è di 60,0 m³/s), la velocità media della corrente idrica sarà pari a circa 1,0 m/s, valore del tutto compatibile con le motorizzazioni dei pescherecci che frequentano il porto.

Si evidenzia infine che nella zona di espansione potranno continuare ad ormeggiare in piena sicurezza i pescherecci in attesa della realizzazione del nuovo porto da pesca in quanto il bacino sarà caratterizzato per qualsiasi stato di mare a largo da condizioni di assoluta tranquillità. Si è verificato infatti che già a circa 200,0 m dalla nuova foce fluviale l'attenuazione del moto ondoso residuo risulta completa.

Dal punto di vista navigazionale l'unico vincolo di rilievo è costituito dal Ponte del Mare il quale limita a circa 14,5 m l'altezza massima delle imbarcazioni che possono entrare nel bacino di espansione.

Pag.

65

4.1.9. Morfodinamica costiera e fluviale, sedimentazione delle aree portuali e impatto delle nuove opere sulla stabilità dei litorali adiacenti

La morfodinamica costiera e fluviale, la sedimentazione nelle aree portuali e l'impatto delle opere portuali previste dal PRP 2008 sui litorali adiacenti sono state trattate nell'ambito dei seguenti studi:

- [6] PRP 2008 – Studio di impatto ambientale
- [7] PRP 2008 – Studio morfologico

- [11] Approfondimenti e implementazioni degli studi idraulici e di morfodinamica fluviale e costiera a corredo del PRP 2008 di Pescara (Beta Studio 2016).
- [12] Modellazione numerica di campi di velocità e di elevazione della superficie libera nel tratto di mare prospiciente il porto di Pescara (Convenzione “La Sapienza” responsabile Prof. F. Gallerano – Provveditorato Interr. Per le OO.PP. Lazio, Abruzzo e Sardegna - luglio 2015).

In aggiunta, oltre agli studi sopra elencati, è stato elaborato l'ulteriore studio:

- [18] Studio numerico dell'idrodinamica e della morfodinamica di una foce fluviale – Indagine idrodinamica con approccio numerico bidimensionale (Università dell'Aquila – Dipartimento di Ingegneria – Laboratorio di idraulica ambientale e marittima. Responsabile scientifico Prof. Ing. Marcello Di Risio, Coordinatore scientifico Dott. Ing. Davide Pasquali; collaboratori scientifici Dott. Ing. Piera Fischione e Dott. Ing. Daniele Celli)

Gli studi [6] e [7] sono stati redatti nell'ambito della redazione del PRP 2008. Gli studi [11] e [12] sono stati redatti: il primo nell'ambito della fase approvativa del PRP 2008 (su richiesta del Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici ad opera del Comune di Pescara); il secondo per la redazione del progetto relativo alla realizzazione della barriera sommersa in anticipazione delle opere del PRP 2008 in corso di attuazione da parte del Provveditorato Interregionale per il Lazio, l'Abruzzo e la Sardegna.

Lo studio [18] è risultato necessario per valutazioni di dettaglio in prossimità del Ponte del Mare.

Si riporta nel seguito la sintesi dei principali risultati forniti dagli studi rimandando ai documenti per gli approfondimenti del caso.

Con riferimento alla Figura 4-26, il Porto di Pescara si trova circa al centro di un tratto di costa sabbioso che si estende dalle foci dei fiumi Saline-Piomba, poste a circa 10 km a Nord del porto, fino al promontorio roccioso di Ortona posto a circa 17 km a Sud del porto. Questo tratto di costa, di lunghezza complessiva di circa 27 km, è attualmente interamente difeso con opere “rigide” costituite da barriere parallele distaccate emerse, pennelli e sistemi di difesa a celle.

La realizzazione di queste opere di difesa, avvenuta progressivamente negli ultimi decenni del secolo scorso, si è resa necessaria per contrastare l'erosione costiera dovuta alla drastica riduzione degli apporti solidi fluviali, causata prevalentemente dalle opere di protezione del territorio e dalle opere idrauliche finalizzate all'utilizzo delle risorse idriche per varie finalità (in particolare per la produzione di energia idro-elettrica e per la derivazione di acqua a scopo irriguo) realizzate nel bacino idrografico dei corsi d'acqua.

La profondità di chiusura della “fascia attiva” lungo questo litorale si colloca circa in corrispondenza della batimetrica -6 ÷ - 7 m sul l.m.m.

Questo tratto di costa è dal punto di vista morfologico delimitato a Sud dal promontorio roccioso di Ortona e dalle opere foranee dell'omonimo porto che si protraggono a mare fino a raggiungere la batimetrica dei $-12,0$, m sul l.m.m. e che quindi superano la profondità di chiusura del litorale.

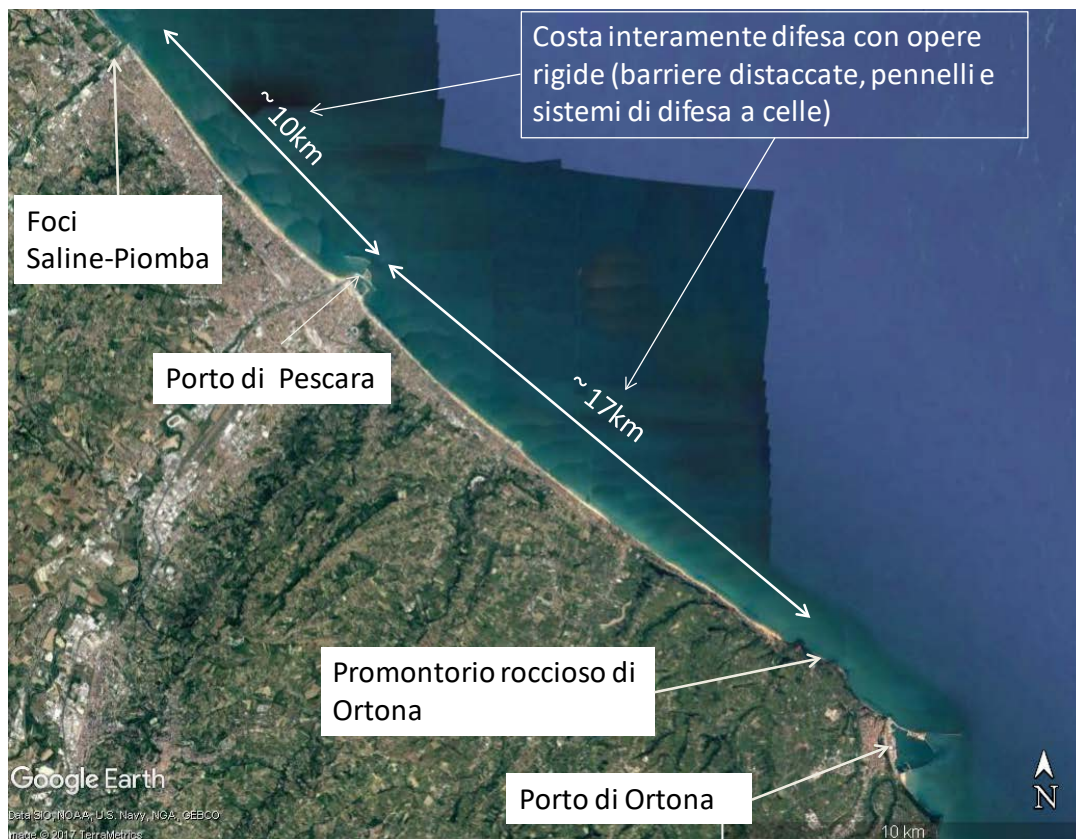


Figura 4-26 - Inquadramento morfologico del Porto di Pescara

Un ulteriore elemento che disconnette completamente il trasporto solido longitudinale è costituito dalla attuale diga foranea del Porto di Pescara la quale supera la profondità di chiusura raggiungendo la batimetrica $-10,0$ m sul l.m.m.

Alla luce di questi parametri si può già affermare che la modesta modifica prevista dal PRP 2008 circa l'aggetto verso il largo delle opere foranee indotta dalla realizzazione del piccolo pennello posto alla foce del canale deviato, non è in grado di produrre alcun impatto sulla dinamica costiera e in particolare sui litorali posti in adiacenza al porto i quali risultano già attualmente disconnessi tra di loro. Inoltre, la presenza delle opere di difesa costiera garantisce che il litorale non può essere soggetto ad alcun impatto indotto dalle nuove opere.

In relazione alla situazione attuale (vedi Figura 4-27), nell'area oggetto di studio il trasporto solido longitudinale potenziale è di tipo bimodale potendo verificarsi sia trasporto longitudinale diretto verso Sud-Est (in presenza di attacchi di moto ondoso provenienti da tramontana e grecale) sia verso Nord-Ovest (in presenza di attacchi di moto ondoso provenienti da levante). Mediamente durante l'anno, la componente

diretta verso Sud-Est tende a prevalere rispetto a quella diretta verso Nord-Ovest lungo gran parte del litorale in esame.



Figura 4-27 -Situazione attuale: andamento delle componenti longitudinali dei vettori del flusso di energia lungo la costa (Fonte PRP 2008 studio Prof. Paolo De Girolamo)

In prossimità del porto di Pescara, “l’effetto schermo” operato dallo stesso porto sul moto ondoso incidente, determina ad Est del porto e per un breve tratto, l’inversione della direzione del trasporto solido longitudinale netto, causando la convergenza del trasporto verso l’area portuale. Ciò giustifica l’attuale tendenza all’insabbiamento che si osserva nei tratti di costa posti subito ad Est (porto turistico) ed a Ovest (località la Madonnina vedi **Errore. L'origine riferimento non è stata trovata.**) del porto esistente.

In relazione alla situazione di progetto (vedi Figura 4-28) e per quanto riguarda l’impatto esercitato dal porto sulle coste adiacenti, si è verificato che le nuove opere non modificano sostanzialmente “l’effetto schermo” attualmente esercitato dalle opere esistenti e pertanto si ritiene nulla tale tipologia di impatto. Come già detto si osserva che le coste poste sia ad Est, sia a Ovest del porto sono protette per lunghi tratti da opere di difesa costiere le quali recentemente sono state oggetto di interventi di riqualificazione ad opera della Regione Abruzzo.



Figura 4-28 - Configurazione PRP 2008: andamento delle componenti longitudinali dei vettori del flusso di energia lungo la costa (Fonte PRP 2008 studio Prof. De Girolamo)

Per quanto riguarda la situazione attuale in relazione alle problematiche di insabbiamento del porto commerciale, si è stimato sulla base dei rilievi batimetrici eseguiti negli anni, che esso risulta pari a circa 40.000 m³/anno. Le cause di questo insabbiamento sono dovute prevalentemente al trasporto solido litoraneo proveniente da Ovest, anche se non si esclude che, in occasione di eventi di piena fluviali, un contributo possa essere attribuito anche al materiale trasportato dal F. Pescara. Per quanto riguarda il trasporto solido proveniente da Est, di entità modesta, esso viene bloccato completamente dal porto turistico prima che raggiunga il porto commerciale.

Attualmente, inoltre, il problema dell'insabbiamento riguarda anche il tratto terminale dell'asta fluviale, dove è localizzata la zona di espansione dell'alveo fluviale che venne realizzata nel passato per consentire l'evoluzione delle navi nel porto canale. In tale zona, il rallentamento della corrente fluviale causato dalla stessa espansione, favorisce la sedimentazione del materiale solido trasportato dal fiume. Comunque si può affermare che il vero problema attuale non sia tanto costituito dall'entità complessiva dei fenomeni di insabbiamento, con i quali comunque un porto canale posto su un litorale sabbioso è destinato a confrontarsi, quanto al fatto che il materiale che

sedimenta per gli aspetti di qualità ambientale è condizionato dalle acque inquinate del Pescara.

La causa principale dei problemi attuali quindi è costituita dall'inquinamento dei materiali da dragare.

Nella configurazione di P.R.P. 2008 (completamente realizzato e comprendente anche la nuova darsena per la pesca) gran parte dei problemi di insabbiamento sopra esposti vengono eliminati. In primo luogo, perché eliminando la portualità dall'asta fluviale (condizione che non si verificherà con la deviazione del porto canale) viene rimossa una delle ragioni che attualmente richiede l'esecuzione di frequenti e difficoltosi dragaggi della stessa asta fluviale. In secondo luogo, separando fisicamente i due nuovi bacini portuali dalle acque fluviali, si rimuove la causa di inquinamento dei sedimenti. In terzo luogo, si ritiene che la forma attribuita al molo di sopraflutto del porto pescherecci contribuisca a ridurre considerevolmente l'entità dell'insabbiamento oggi osservato nel porto commerciale e che tale insabbiamento venga limitato alla zona di radicamento a terra del sopraflutto del porto pescherecci ed al suo avamposto, dove si prevede al più una sedimentazione dovuta al trasporto solido litoraneo in sospensione. Il materiale sedimentato in queste zone potrà essere facilmente dragato ed utilizzato per ripascimento delle spiagge. Per quanto riguarda il nuovo porto commerciale si ritiene che il rateo futuro di insabbiamento sarà modesto e causato anche in questo caso esclusivamente dal trasporto solido in sospensione perché il materiale di fondo proveniente da est verrà bloccato, come avviene attualmente, dall'imboccatura del porto turistico.

Si evidenzia infine che l'eliminazione della portualità dall'asta fluviale potrà consentire di risagomare le sponde fluviali al fine di eliminare la zona di espansione di cui si è accennato in precedenza, dove oggi si riscontra la maggior parte della sedimentazione.

Gli approfondimenti eseguiti nell'ambito degli studi [11] e [12] citati in precedenza hanno confermato quanto previsto in fase di redazione del PRP 2008, fornendo ulteriori valutazioni quantitative.

A titolo di esempio si mostra nella Figura 4-29 l'evoluzione morfodinamica simulata numericamente dal Prof. Ing. Francesco Gallerano nella situazione attuale che ha confermato l'influenza del trasporto costiero solido indotto dal moto ondoso proveniente da Nord che contribuisce alla sedimentazione della darsena commerciale. Se

si paragona il pannello a destra della Figura 4-29 con il rilievo batimetrico riportato in

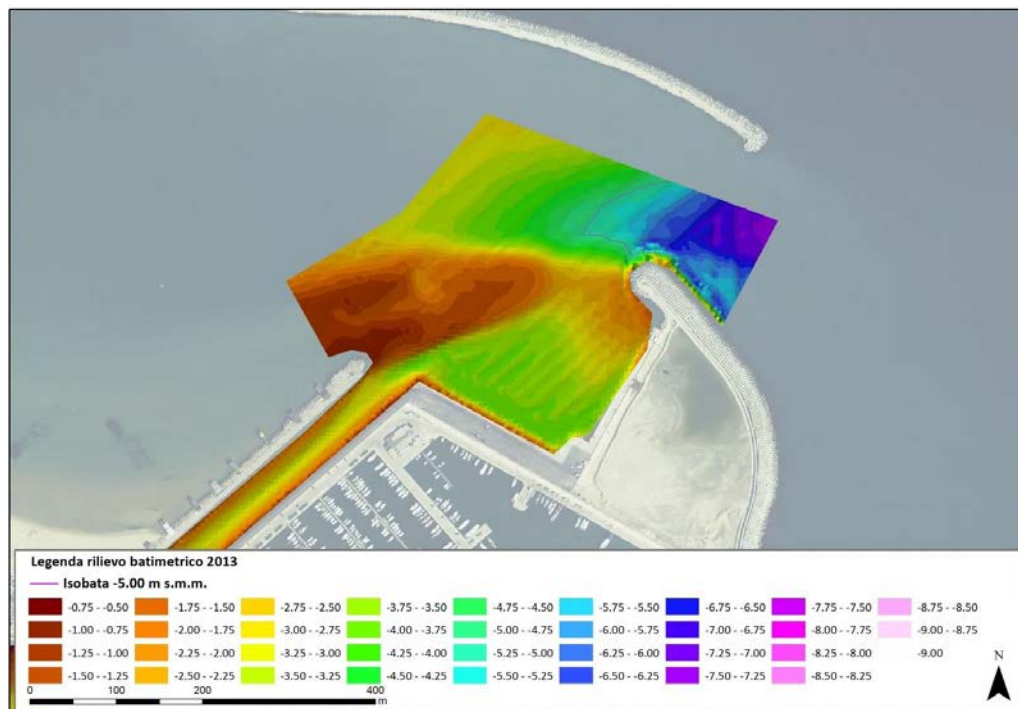


Figura 2- si vede chiaramente come la lingua di sabbia che tende ad occludere l'imboccatura del porto canale corrisponda a quella rilevata in campo.

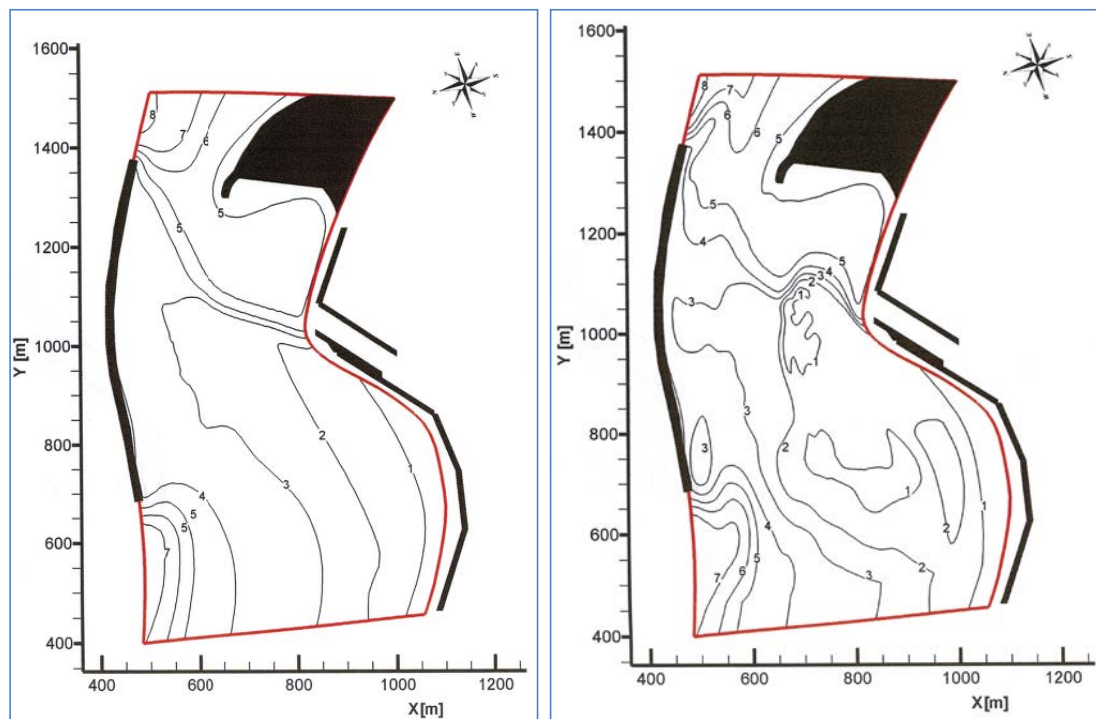


Figura 4-29 - Morfodinamica della situazione attuale prodotta da uno stato di mare proveniente da Nord, $H_s=1,5$ m. Batimetria nelle condizioni iniziali (pannello di sinistra) batimetria dopo tre anni di simulazione (pannello di destra) - (Fonte DICEA studio Prof. F. Gallerano)

Sempre a titolo di esempio si riportano alcune figure tratte dal recente studio [12] condotto con l'ausilio di specifica modellistica numerica, la quale costituisce lo stato

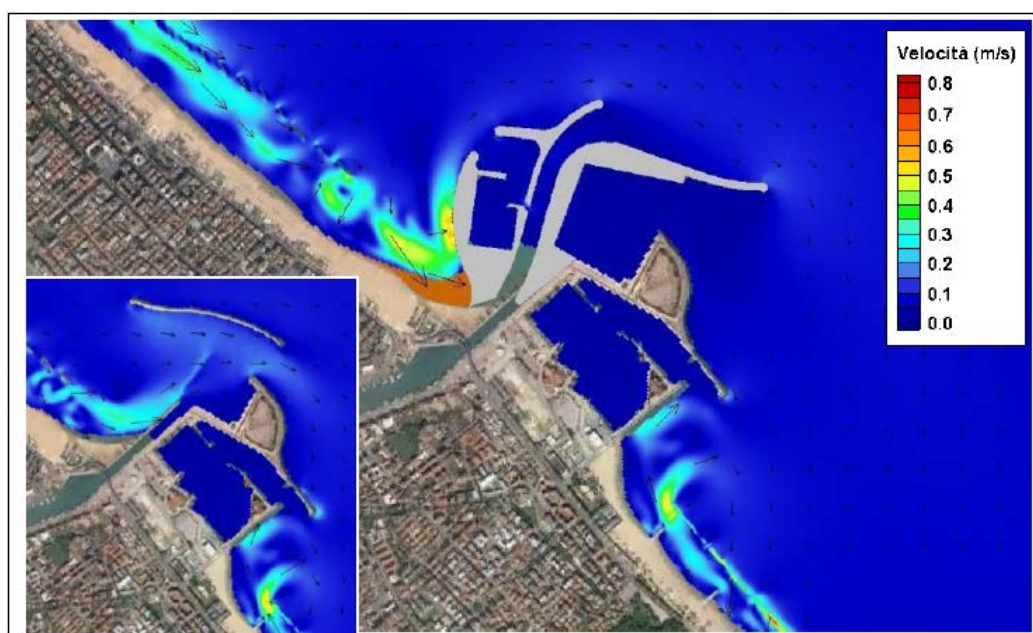
dell'arte in questo settore, per l'analisi di dettaglio degli aspetti di idraulica e morfodinamica del tratto di sbocco a mare del fiume Pescara negli scenari attuali e di PRP 2008.

In particolare, la Figura 4-30 e la Figura 4-31 mostrano la circolazione idrodinamica sia in condizioni attuali che in quelle di progetto (PRP 2008) forzate da un moto ondoso con frequenza di accadimento di circa 5gg/anno proveniente da tramontana e da levante.

La Figura 4-32 e la Figura 4-33 mostrano le aree di deposizione dei sedimenti indotte dal trasporto solido costiero sia in configurazione attuale sia in quella di progetto prevista dal PRP 2008.

La Figura 4-34 mostra la circolazione idrodinamica prodotta contemporaneamente dalla presenza di una piena fluviale caratterizzata da un tempo di ritorno di 25 anni e da uno stato di mare proveniente da tramontana avente la frequenza media di 1 g/anno. La figura mostra il paragone tra la situazione attuale e quella di progetto (PRP 2008).

Infine, la Figura 4-35 mostra il trasporto solido relativo alle stesse condizioni idrodinamiche della Figura 4-34.



**Figura 4-30 - TEST 3P (Tramontana) frequenza 5 gg/anno – Circolazione idrodinamica
Dettaglio area portuale (Fonte Beta Studio, 2016)**



Figura 4-31 - TEST 4P (Levante) frequenza 5 gg/anno – Circolazione idrodinamica
Dettaglio area portuale (Fonte Beta Studio, 2016)

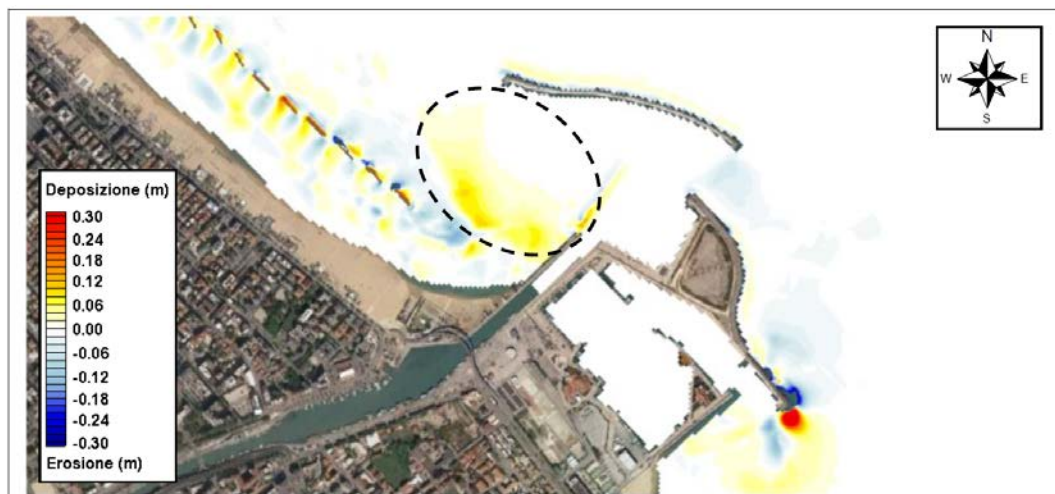


Figura 4-32 - Aree di deposizione del sedimento con D50 pari a **0.25 m**, comprese tra la spiaggia e
la diga foranea (Fonte Beta Studio, 2016)

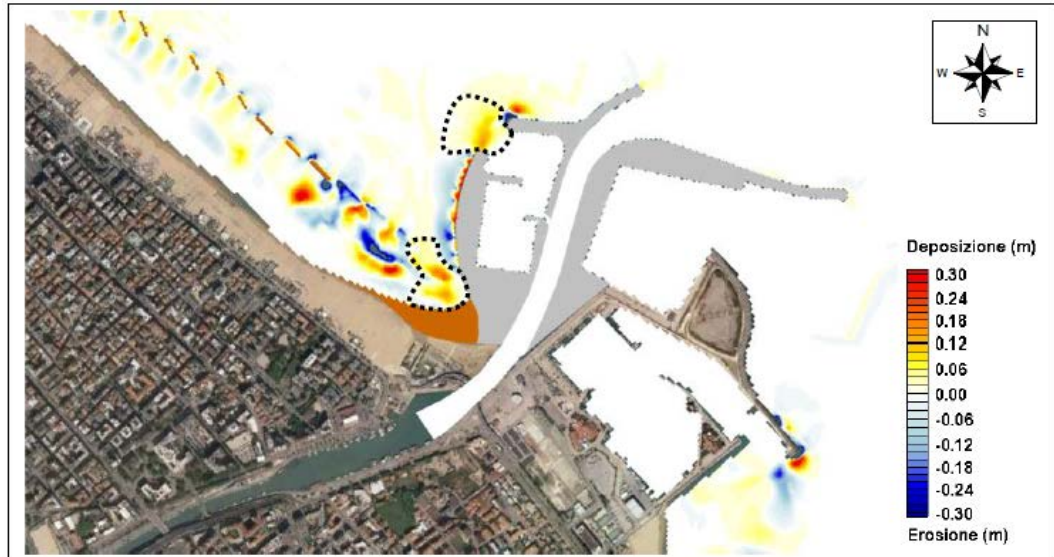


Figura 4-33 - Aree di deposizione del sedimento con D50 pari a 0.25 m (Fonte Beta Studio, 2016)



Figura 4-34 - TEST 5P - Tramontana frequenza 1 g/anno concomitante ad evento di piena - Tr = 25 anni Circolazione IDRODINAMICA (Fonte Beta Studio, 2016).



Figura 4-35 - TEST 5P - Tramontana 1 g/anno con piena $T_r = 25$ anni – Trasporto solido con D50 pari a 0.25 mm (Fonte Beta Studio, 2016).

Si riportano di seguito le conclusioni tratte dallo studio [11].

STUDIO MORFOLOGICO FLUVIALE

Lo studio morfologico fluviale ha indagato l'evoluzione del profilo di fondo del fiume Pescara nelle diverse configurazioni ed i volumi di dragaggio per mantenere i fondali del tratto terminale nello stato di progetto.

Lo studio morfologico associato alla dinamica fluviale, svolto mediante applicazione di un modello idraulico bidimensionale curvilineo a fondo mobile (MIKE 21C), ha dapprima raccolto ed elaborato i dati batimetrici disponibili per la zona portuale dal 2008 al 2016. L'analisi ha stimato che mediamente il materiale proveniente dal fiume che si deposita nella zona portuale è compreso tra 10 000 e 20 000 m³ annui. Valori di deposito superiori sono determinati da eventi idrologici più significativi. Con riferimento agli eventi di piena, purtroppo non sono disponibili dati di dettaglio che permettano di valutare con maggior chiarezza gli apporti di materiale dal fiume avvenuti a seguito di eventi di piena come quello recente verificatosi il 5-6 dicembre del 2013 che ha contribuito sicuramente in maniera sensibile all'innalzamento del fondo.

La carenza di alcuni dati (granulometrie, misure di trasporto solido, misure idrologiche aggiornate, ecc.) ha condotto ad utilizzare valori ipotetici, ragionevolmente de-

sunti da osservazioni e da materiale bibliografico disponibile; i risultati ottenuti rappresentano quindi uno strumento comparativo e non predittivo rispetto ai valori calcolati.

Il fiume Pescara è sostanzialmente in equilibrio nella configurazione attuale rispetto a condizioni idrologiche medie, pur presentando una tendenza al deposito in corrispondenza dell'allargamento del porto canale, dove i dragaggi vanno programmati per mantenere l'efficienza dell'area per la sicurezza idraulica del territorio.

Nello stato attuale il volume di materiale simulato apportato dal fiume alla foce nell'anno medio è stimato in 18 000 m³, in linea con il dato sperimentale; la simulazione degli eventi di piena mostra che condizioni idrologiche significative sono in grado di mobilitare il materiale che si deposita nel porto canale con apporto di sedimenti importante che si depositano tra la foce e l'antemurale (stimati dell'ordine di centinaia di migliaia di m³ per piene significative (TR50).

L'assetto delle opere del PRP 2008 mostra le stesse tendenze al deposito nella zona allargata del porto canale (qualche migliaio di metri cubi all'anno), seppur attenuate, ma anche in questo caso giudicate non trascurabili per motivi legati alla sicurezza idraulica, dal momento che è in questo tratto che l'acqua inizia a fuoriuscire.

L'assetto delle opere del PRP mostra tendenze al deposito nel tratto finale del fiume (tratto in progetto) anch'esso stimato in qualche migliaio di metri cubi all'anno: la tendenza del fiume è quella di depositare e portare il profilo di progetto ad una pendenza molto bassa, in proseguimento del tratto esistente a monte: un evento di piena significativo permetterebbe di riaprire il canale verso il mare. In questa sede non è di facile previsione stabilire in quanto tempo il fiume potrebbe raggiungere il profilo di equilibrio (pendenza zero), vista anche l'incertezza e la carenza dei dati idrologici e granulometrici disponibili.

Per quanto riguarda il materiale portato a mare, nello stato attuale il dato simulato conferma la tendenza registrata dal dato sperimentale in termini di ubicazione ed estensione delle aree di deposito e fornisce le condizioni a contorno del modello numerico costiero.

Pag.

76

STUDIO MORFODINAMICO COSTIERO

Analisi dell'evoluzione morfodinamica storica

Il litorale di Pescara, dal dopoguerra in poi, ha evidenziato una tendenza erosiva culminata nella metà degli anni '70, con danni alle strutture balneari e al lungomare a Nord del porto; tale tendenza è certamente legata al deficit negli apporti solidi del Pescara e degli altri fiumi tributari della costa, nonché, di conseguenza, alla riduzione degli apporti solidi litoranei provenienti da sopraflutto.

A partire dalla fine degli anni '70, inizia la costruzione di opere di difesa litoranea, che modifica sostanzialmente la dinamica litoranea, da qui in poi dominata più dall'efficacia delle opere che dal clima meteomarinario.

Con la metà degli anni '90, viene realizzata anche la diga foranea (o antemurale) che determina una trasformazione di più larga scala dei fondali, con la formazione di una sorta di tombolo, alimentato prevalentemente dal trasporto solido litoraneo forzato dalle mareggiate di Tramontana.

L'evoluzione più recente del litorale vede la sostanziale stabilità del tratto a Nord-Ovest del porto, con tendenza all'avanzamento della linea di riva protetta da scogliere. A Sud del porto, invece, non è individuabile una tendenza marcata, in conseguenza dei numerosi e relativamente disordinati interventi di somma urgenza realizzati per la salvaguardia delle spiagge.

Analisi dell'evoluzione storica dei volumi di trasporto litoraneo

La questione della quantificazione del trasporto solido litoraneo è ancora in parte da dirimere, in quanto la superficie coperta dai rilievi disponibili non è mai totale e non consente quindi un bilancio complessivo. Va anche evidenziato che, allo stato attuale, non è possibile distinguere gli apporti solidi fluviali da quelli litoranei.

Appare comunque più che ragionevole affermare che i dragaggi effettuati presso la spiaggia della Madonnina, essendo quasi certamente (sulla base delle modellazioni condotte nell'ambito del presente studio e delle evidenze geomorfologiche contenute nei rilievi disponibili) costituiti da sedimenti di origine litoranea, rappresentano un limite inferiore del valore medio del trasporto solido proveniente da Nord-Ovest. Si tratta in ogni caso di sabbie, più o meno fini, destinate al ripascimento degli arenili, prelevate nella misura media di circa 15 000 m³/anno.

Il trasporto stimato da MODIMAR in precedenti studi si attesta sui 20 000 m³/anno, mentre quello stimato nel presente studio con il modello bidimensionale (considerando le sole sabbie) è di poco superiore (23 000 m³/anno); questi valori sono sempre riferiti alla portata solida che si deposita nella zona della Madonnina. È evidente che, nei significativi interrimenti rilevati nello specchio acqueo compreso tra la costa e la diga, pesa considerevolmente anche la capacità della diga di "catturare" anche sedimenti fini mobili nell'area, ma non propriamente appartenenti alla dinamica delle sabbie litoranee e in parte provenienti anche dal fiume.

Il meccanismo di deposizione, oltre che al trasporto fluviale e litoraneo, è certamente legato anche alla flocculazione dei sedimenti colloidali al contatto con l'acqua salata, di difficile, se non impossibile, descrizione e quantificazione.

Analisi della dinamica litoranea e di foce

L'area di interesse è caratterizzata da due differenti dinamiche, che si instaurano come effetto delle condizioni meteomarine tipiche dei due principali settori di traversia, Tramontana e Levante. Le mareggiate di Tramontana sono responsabili della deriva dei sedimenti verso Sud, quelle di Levante verso Nord; l'effetto della Tramontana è nettamente prevalente rispetto a quello del Levante, caratterizzato da altezze significative più basse e da un'incidenza sulla costa meno obliqua. Gli effetti delle opere portuali sulla dinamica litoranea sono sostanziali, sia in configurazione attuale che di PRP 2008, e tali da determinare locali inversioni delle correnti e del trasporto solido. Nell'intorno delle opere stesse: i sedimenti tendono ad essere attratti nella "zona d'ombra" della diga foranea sia con mareggiate di Tramontana che di Levante. I sedimenti provenienti da Sud vanno ad interrere l'imboccatura del porto turistico, mentre quelli provenienti da Nord tendono a formare il grande deposito osservato a tergo della diga foranea, responsabile dell'interrimento del porto commerciale, delle rotte di ingresso e della foce fluviale.

La dinamica dei sedimenti, fatta eccezione per quelli più fini (e anche in questo caso in minima parte), si annulla a tergo della diga foranea, nonostante non si annulli completamente la corrente litoranea; come conseguenza la zona compresa tra il porto commerciale, la foce e la diga foranea rappresenta una efficientissima trappola per tutti i sedimenti mobili nei fondali antistanti il litorale pescarese. Medesima sorte tocca ai sedimenti fluviali, che, anche in caso concomitanza delle piene con mareggiate intense, non riescono ad uscire dai varchi ai lati della diga e precipitano nella zona protetta, dove non vengono più risospesi.

La configurazione di P.R.P. 2008 offre una soluzione alle problematiche attualmente esistenti, peraltro prefigurata nello studio APAT del 2005, estromettendo le aree portuali dal fiume e portando quest'ultimo a sfociare nel mare al largo della diga foranea. La configurazione proposta seziona definitivamente gli ambiti litoranei, costituendo un ostacolo insormontabile sia al trasporto solido che alla corrente litoranea. I sedimenti provenienti dal litorale a Nord vanno a depositarsi nella sacca della Madonna, senza mescolarsi con gli apporti solidi fluviali, che precipitano nelle acque relativamente (e inizialmente) profonde antistanti la nuova foce, mentre i sedimenti provenienti da Sud continueranno ad interrare l'imboccatura del porto turistico, senza che le nuove opere ne alterino in alcun modo la dinamica.

Pag.

78

Determinazione del rateo annuo medio di sedimento intercettato dalle opere portuali nell'assetto attuale e negli scenari di progetto

Il rateo annuo medio di sedimenti intercettati dalle opere portuali (quindi il prevedibile fabbisogno di dragaggi manutentivi) è stato stimato per via parametrica, rapportandolo ai volumi delle manutenzioni attuali o, più precisamente, alle esigenze di manutenzione stimate in configurazione attuale.

Il modello di evoluzione del litorale, per quanto molto utile a ricostruire la dinamica del litorale e l'influenza delle diverse opere realizzate (barriere, diga foranea), ha alcuni limiti nella descrizione dei complessi fenomeni che interessano l'area di studio. La riduzione del trasporto solido stimata dal modello (circa un terzo in meno) appare comunque verosimile, se si considera che la configurazione di P.R.P. 2008 riduce l'estensione della zona "di cattura" della Madonnina. Si tratta di una valutazione percentualmente non dissimile da quella effettuata sulla base dei risultati del modello bidimensionale, che, tra "sacca" della Madonnina e imboccatura del nuovo porto peschereccio, stima un volume di deposizione di 15 500 m³/anno, contro i 23 000 della spiaggia della Madonnina nella configurazione attuale (ancora un terzo in meno, ma su un valore di riferimento leggermente superiore).

In considerazione dei dati disponibili e dell'indeterminazione insita nelle valutazioni del trasporto solido, si tratta di risultati in ottimo accordo tra loro; va tuttavia evidenziato che il tema dei volumi potrebbe essere addirittura secondario rispetto a quello della qualità dei sedimenti, le cui caratteristiche possono pregiudicarne la ricollocazione. Rispetto al sedimento con elevata frazione fine, destinato nella migliore delle ipotesi all'alto fondale, infatti, il sedimento sabbioso litoraneo rappresenta una risorsa; il principale vantaggio della nuova configurazione risiede proprio nella possibilità di confinare nella sacca della Madonnina tale sedimento, separandolo dalla componente fine/coesiva apportata dal fiume.

Restano invariate le esigenze di manutenzione dell'imboccatura del porto turistico, allo stato attuale peraltro non oggetto di specifica valutazione.

Studio dell'impatto della realizzazione delle opere in PRP sui tratti di spiagge a ponente e levante dell'area di intervento

Lo studio della dinamica litoranea condotto con il modello a una linea ha permesso di ricostruire l'evoluzione storica della dinamica litoranea: in assenza di opere di difesa del litorale, il trasporto solido netto procede da Nord verso Sud, come confermato dalle poche evidenze morfologiche presenti sul litorale (essenzialmente pennelli isolati, peraltro a grande distanza dall'area di intervento). I risultati del medesimo modello hanno anche permesso di evidenziare come il trasporto solido netto sia fortemente dipendente dalla geometria e dalle caratteristiche dell'interminabile sequenza di barriere frangiflutti, la cui capacità di "cattura" dei sedimenti prevale sugli effetti del clima meteomarinario.

L'influenza delle opere previste dal P.R.P. 2008 sui litorali a Ovest e a Est del porto è fortemente limitata dalla rigidità degli stessi dettata dalla presenza ubiquitaria delle opere di difesa, peraltro particolarmente rigide ed efficaci. A Est del porto non si prevede alcun impatto delle nuove opere sul regime del litorale e pertanto perdurerà l'attuale situazione di crisi (n.dr. stabilizzata dagli interventi di difesa eseguiti dalla

Regione Abruzzo), da ricollegare alla mancanza sia della deriva litoranea dei sedimenti che lo alimentavano provenendo da Ovest sia dall'apporto solido fluviale, estromesso sia in configurazione attuale che di P.R.P. 2008 dalla dinamica del litorale (allo stato attuale sedimenta nel porto e in configurazione di P.R.P. 2008 viene mandato al largo).

A Ovest del porto, si prevede che le nuove opere, bloccando di fatto il transito di sedimenti e riducendo la capacità di cattura dell'area a tergo della diga, ridurranno il depauperamento dei fondali antistanti il litorale, con qualche minimo beneficio per il litorale stesso. Più favorevole, come evidenziato anche nel paragrafo precedente, dovrebbe essere invece l'aspetto relativo alla tutela della risorsa sedimentaria ed alla disponibilità di sedimenti per il ripascimento delle spiagge.

Possibili interventi di mitigazione ambientale per un riutilizzo dei sedimenti dragati

Le analisi condotte hanno evidenziato i benefici della configurazione progettuale in termini di separazione dei sedimenti del fiume da quelli litoranei: i volumi che si andranno a depositare a Nord Ovest del molo risultano infatti di classe migliore e potrebbero, di conseguenza, essere riutilizzati per il ripascimento delle spiagge e ridurre il problema dell'insabbiamento dell'avamposto.

4.1.10. Diffusione e dispersione a mare degli inquinanti e materiale fino dovuti al "plume" fluviale

Per la redazione del seguente paragrafo si è fatto riferimento ai seguenti studi:

- [6] PRP 2008 – Studio di impatto ambientale.
- [16] Studio APAT 2005 – Ottimizzazione del deflusso fluviale nell'area portuale di Pescara (responsabili dello studio Ing. Francesco Lalli, Ing. Stefano Corsini e Ing. Franco Guiducci).
- [17] Analisi di rischio morfologico e socioeconomico della fascia costiera abruzzese: fattibilità degli interventi di riqualificazione morfologica a scala regionale (Progetto SICORA –Regione Abruzzo, Abruzzo cronache 2006);

Il tema della diffusione e dispersione a mare degli inquinanti e dei sedimenti finitrasportati dalla corrente fluviale è stato trattato con estremo dettaglio nell'ambito degli studi [6] e [16].

Tutt'oggi (2019) questo tema è particolarmente sentito dalla popolazione di Pescara in quanto influisce sia sulla qualità delle acque costiere sia sulla qualità dei sedimenti delle spiagge adiacenti al porto. Di conseguenza ha un diretto impatto sulla qualità

della costa pescarese dove è fiorente l'attività turistico-balneare di cui usufruisce in prevalenza la cittadinanza.

L'origine del problema è connessa in modo principale alla qualità delle acque fluviali che risultano inquinate anche a causa della non completa efficienza degli impianti di trattamento delle acque reflue urbane che scaricano nel fiume Pescara.

Un ulteriore fattore connesso a questo tema riguarda la dispersione a mare del materiale fino trasportato dal F. Pescara. Il materiale fino, costituito prevalentemente da pelite, attualmente a causa della presenza della diga foranea sedimenta in parte nella darsena commerciale e in parte viene deviato, insieme alle acque fluviali, prevalentemente ad Ovest del porto nella zona compresa tra le barriere emerse e la costa.

La presenza delle barriere di difesa della costa limita lo scambio delle acque costiere influenzate dal plume fluviale con il mare aperto e di conseguenza produce due effetti:

- riduce la qualità delle acque costiere a causa degli inquinanti trasportati dal plume fluviale;
- favorisce la sedimentazione del materiale fino anch'esso trasportato dal plume fluviale riducendo la qualità dei sedimenti costieri che in prossimità del porto presentano una elevata frazione fina attribuendo alla sabbia un carattere melmoso poco adatto alla fruizione turistico balneare. La frazione fina trasportata dalla corrente fluviale tende a permanere lungo la costa perché le barriere emerse riducono la capacità di messa in sospensione dello stesso materiale ad opera del moto ondoso frangente, che naturalmente sarebbe trasportato verso il largo dove sedimenterebbe oltre alla profondità di chiusura del litorale, ovvero su fondali superiori ai 7÷8 m.

Il problema diventa rilevante nel periodo estivo sia a causa delle attività di balneazione sia a causa del regime delle correnti indotte dal vento che in questo periodo forzano il plume fluviale prevalentemente verso Ovest.

Si evidenzia che queste problematiche sono meno sentite ad Est del porto canale poiché la presenza del terrapieno di levante e del porto turistico indirizza il plume fluviale verso il largo interessando di conseguenza in maniera ridotta la costa.

Il problema della qualità delle acque costiere lungo il litorale posto ad Ovest del porto è emerso dopo la costruzione della diga foranea avvenuta a metà degli anni '90 del secolo scorso prima della realizzazione del molo di levante. Come richiamato nel capitolo dedicato alla storia del porto, i portatori di interesse, temendo che la realizzazione del terrapieno di levante potesse peggiorare le problematiche causate dalla diga foranea, si opposero aspramente alla sua realizzazione.

Sulla base di queste problematiche il Comune di Pescara incaricò l'APAT (Agenzia per la Protezione dell'Ambiente e per i servizi Tecnici oggi diventata ISPRA – Istituto Superiore per la Protezione e la Ricerca Ambientale) nel 2005 di condurre uno studio su come evitare il verificarsi di questi fenomeni. Come ricordato in precedenza lo Studio dell'APAT, giunse alla conclusione che l'unica soluzione possibile fosse quella di deviare il tratto terminale del fiume per portare la sua foce oltre la diga foranea. È nata quindi in questo modo la necessità di modificare sostanzialmente tutto l'assetto portuale e di conseguenza il Comune di Pescara decise di rendersi promotore dello sviluppo del nuovo PRP del porto.

Negli anni seguenti, alle problematiche connesse alla qualità delle acque costiere influenzate dal plume fluviale, si aggiunse quella della sedimentazione delle aree portuali, poiché gli interventi normativi in campo ambientale resero progressivamente sempre più difficile il versamento dei materiali di dragaggio in mare aperto. La mancanza nei porti abruzzesi di vasche di colmata idonee ad accogliere i materiali di dragaggio, ha ridotto la frequenza dei dragaggi portando il porto alla quasi completa sedimentazione e quindi alla sua paralisi.

Tornando allo studio dell'APAT che pose le basi per il nuovo PRP, si ricorda in questa sede che le analisi condotte dal centro di ricerca riguardarono sia la configurazione portuale attuale che undici possibili soluzioni alternative. Le soluzioni alternative vennero confrontate alla situazione attuale applicando modelli sia fisici che numerici volti a simulare la dispersione a mare del plume fluviale.

A titolo di esempio la Figura 4-36 mostra la sequenza temporale di alcune immagini tratte dalla simulazione eseguita con modello fisico del plume fluviale. Nelle immagini della Figura 4-36 le acque dolci fluviali sono state colorate con un tracciante di colore verde per evidenziare gli effetti di mescolamento con le acque marine salate che nelle immagini della figura appaiono non colorate. La configurazione delle opere oggetto della simulazione riportata nella figura è quella attuale (presenza della diga foranea e del terrapieno di levante).

L'immagine mostra chiaramente come il plume fluviale venga deviato in prevalenza verso Ovest della foce del porto canale. Questi risultati provarono la fondatezza di quanto all'ora e tutt'oggi lamentato dai portatori di interesse e in particolare dai balneari.

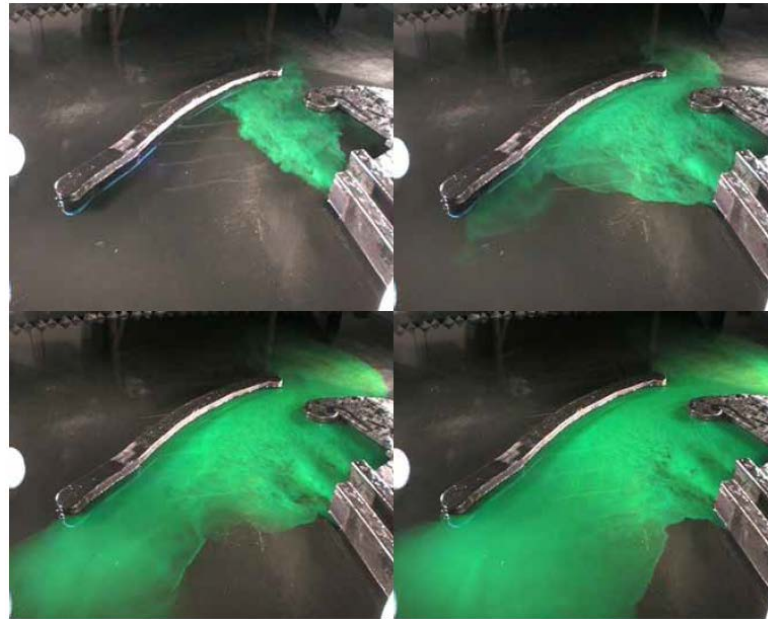


Figura 4-36. Simulazione sperimentale della diffusione del getto fluviale (acque dolci) in mare (acque salate). Configurazione portuale attuale (protocollo A: sequenza temporale della fase iniziale di espansione del getto) Fonte APAT 2005.

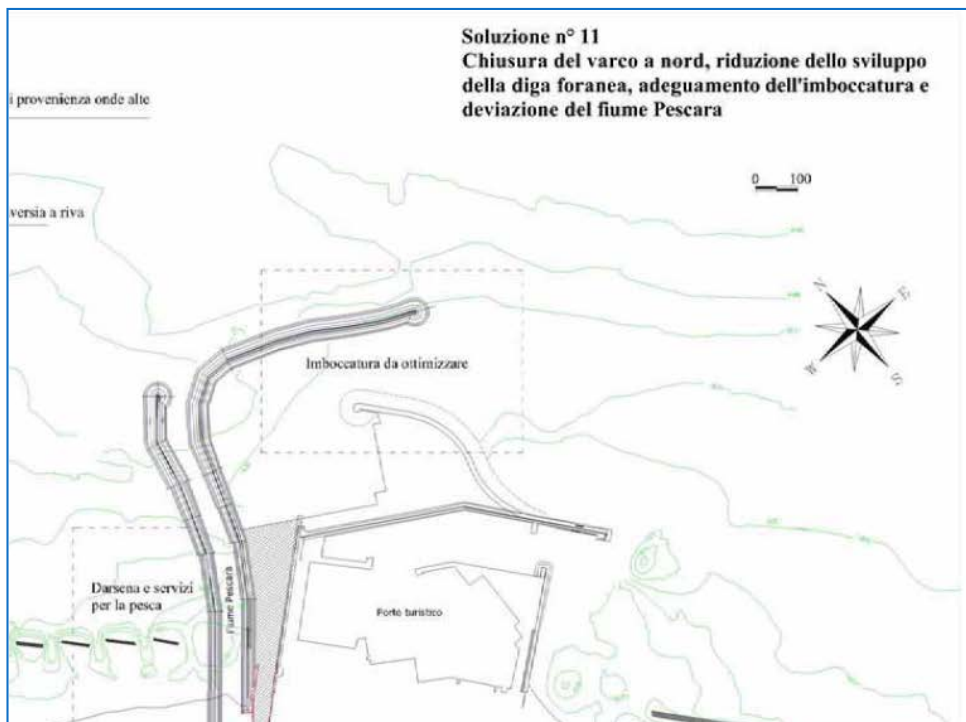


Figura 4-37 Soluzione finale individuata dall'APAT 2005. Fonte APAT 2005.

Tralasciando di descrivere in dettaglio tutte le analisi condotte dall'APAT, nella Figura 4-37 è riportata la soluzione finale per l'assetto portuale e fluviale individuata dal centro di ricerca. La soluzione di Figura 4-37 ha costituito il riferimento per la redazione del PRP 2008. Si evidenzia che in tale soluzione si suggerisce di posizionare ad Ovest della nuova foce fluviale la darsena per le imbarcazioni da pesca, anche se la forma della darsena non venne studiata dall'APAT.

I risultati dell'APAT in relazione alla situazione attuale furono suffragati anche dall'allora Genio Civile per le Opere Marittime di Ancona che condusse, con il coordinamento del Prof. Paolo De Girolamo, una attività di monitoraggio ed analisi della qualità delle acque marine costiere e alcune simulazioni numeriche. L'analisi dei dati storici della qualità delle acque marine costiere integrati con quelli espressamente eseguiti in fase di studio, provarono che effettivamente la costruzione della diga foranea aveva mediamente peggiorato la qualità delle acque poste ad Ovest del porto, mentre quelle poste ad Est erano migliorate a seguito della costruzione del molo di levante corroborando in tal modo lo studio APAT.

Le simulazioni numeriche e fisiche condotte dall'APAT non avevano preso in esame l'effetto della circolazione costiera indotta dall'azione del vento che nel periodo estivo svolge un ruolo importante sulla deviazione del plume fluviale. Pertanto, per la redazione del PRP 2008 si decise di condurre uno studio apposito riportato in forma completa nell'ambito del documento [6] (PRP 2008 – Studio di impatto ambientale). Si riporta nel seguito la sintesi di tale studio che ha permesso di mettere a confronto con estremo rigore metodologico la situazione attuale con quella che si verrà a creare mediante la realizzazione degli interventi previsti dal PRP 2008.

Lo studio è stato condotto numericamente mediante il codice di calcolo MIKE21 sviluppato dal Danish Hydraulic Institute. In particolare, il codice di calcolo è stato utilizzato per simulare l'idrodinamica fluviale e costiera in presenza della portata fluviale e dell'azione del vento. Inoltre, è stato applicato il modello di Avvezione-Dispersione (AD) dello stesso codice di calcolo MIKE21.

I risultati delle simulazioni numeriche hanno permesso di confrontare il plume fluviale che si viene a determinare con varie configurazioni portuali. Per distinguere il plume fluviale dall'acqua marina, il plume fluviale è stato simulato mediante l'immissione nel fiume di una sostanza caratterizzata da un decadimento nullo nel tempo e da costanti di dispersione simili a quelle di un possibile inquinante.

La griglia di calcolo di riferimento per le simulazioni numeriche è riportata in Figura 4-38. La griglia copre un'area di dimensioni di 11.0 x 6.0 km con un passo di griglia costante pari a 20,0 m

Per le opere portuali sono state utilizzate le configurazioni relative alla situazione attuale e a quella prevista dal PRP 2008 riportate rispettivamente nel pannello di destra e in quello di sinistra della Figura 4-39.

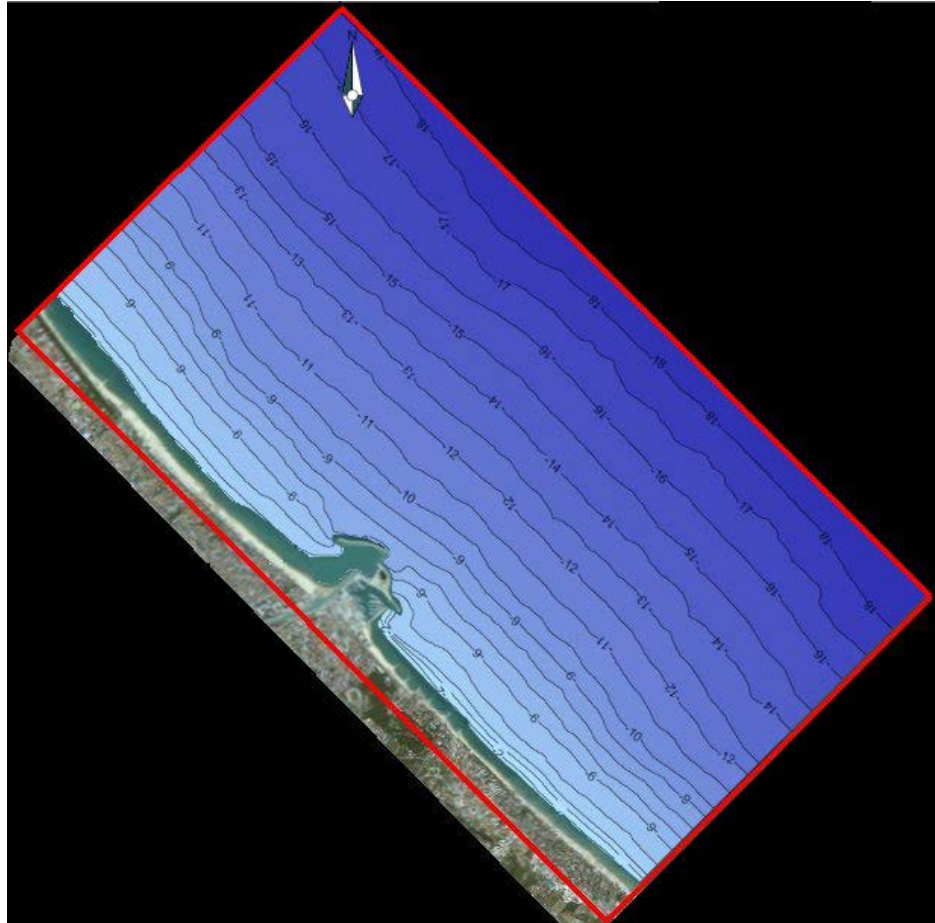


Figura 4-38. Griglia di calcolo utilizzata per lo studio

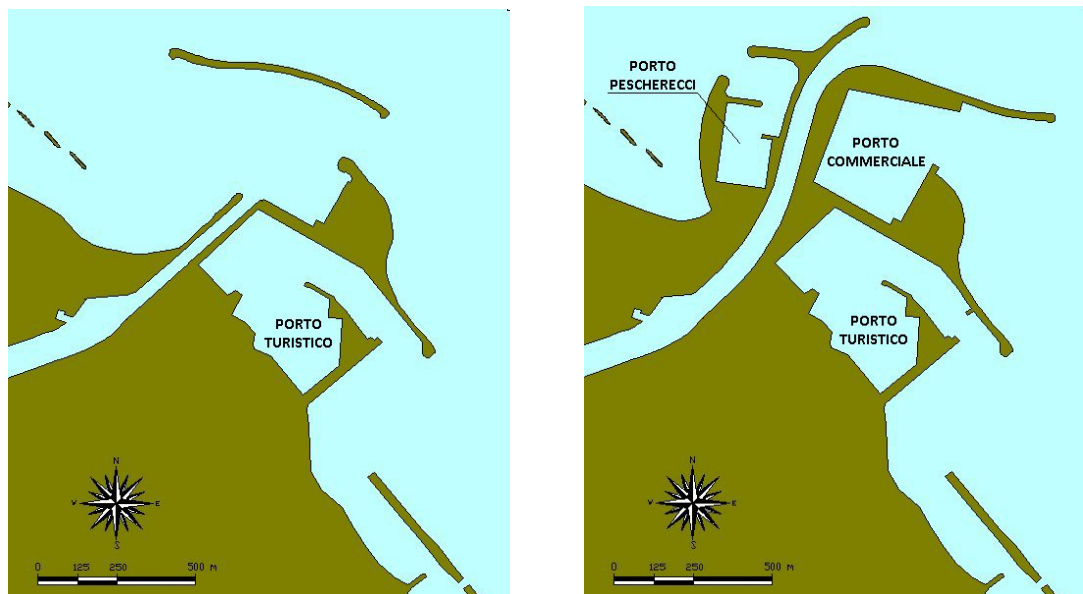


Figura 4-39. Configurazione attuale (pannello di destra) e configurazione PRP 2008 (pannello di sinistra) Fonte studio di impatto ambientale PRP 2008.

Per le opere portuali lo studio ha esaminato anche una terza configurazione che prevede la realizzazione di un pennello posto ad Ovest della foce fluviale e con giacitura coincidente con il molo foraneo di delimitazione del porto peschereccio previsto dal PRP 2008 (vedi Figura 4-40). La funzione del pennello è quella di limitare la dispersione del plume fluviale verso Ovest e di intercettare il trasporto solido costiero proveniente da Ovest e diretto verso il porto. Questa soluzione venne immaginata allo scopo di iniziare a migliorare le problematiche del plume in attesa dell'approvazione del PRP.

La realizzazione di un pennello posto sul lato Ovest del Porto di Pescara è prevista anche dal Piano di difesa della costa della Regione Abruzzo (vedi documento [17] dove viene descritto il Piano sviluppato nell'ambito dello Studio di Fattibilità finanziato dal CIPE n.106/99 e approvato con la Delibera della Giunta Regionale DGR 964 del 31/11/2002).

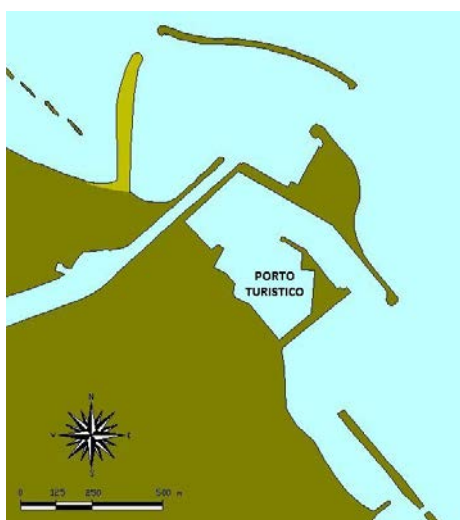


Figura 4-40 Soluzione intermedia con pennello posto ad Ovest della foce fluviale che riproduce il molo di delimitazione del porto peschereccio.

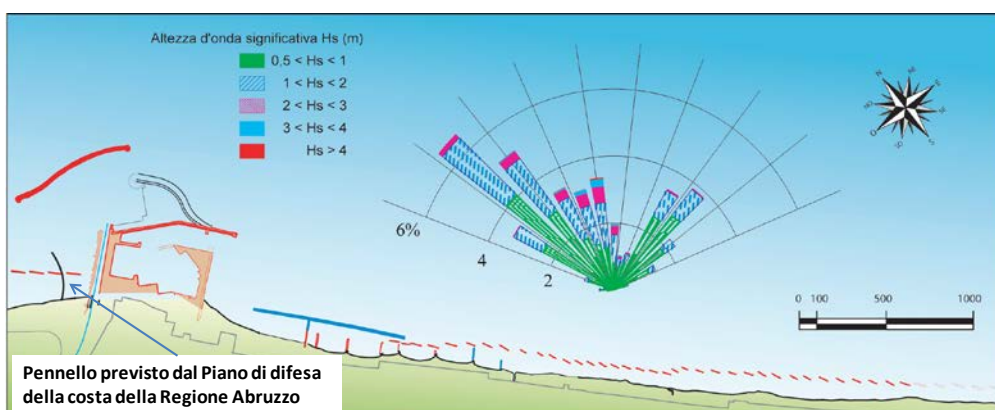


Figura 4-41 - Pennello previsto dal Piano di Difesa della Costa della Regione Abruzzo.

Tale Piano venne redatto sulla base degli studi condotti dal LIAM dell'Università dell'Aquila nell'ambito dei progetti RICAMA e SICORA, che avevano evidenziato, già a partire dagli inizi degli anni 2000, la necessità di bloccare sia i sedimenti costieri

provenienti da Ovest sia il plume fluviale. La soluzione che allora venne proposta è riportata nella Figura 4-41. Purtroppo, tale soluzione, simile a quella di Figura 4-40, a tutt'oggi non è stata attuata.

Per sintesi nel seguito si fa riferimento solo alle due configurazioni delle opere portuali di Figura 4-39.

Preliminarmente alle simulazioni numeriche è stato condotto uno studio dedicato al clima anemometrico del periodo estivo, ovvero nella stagione turistico-balneare quando i problemi della qualità delle acque costiere diventano di estrema importanza. Lo studio anemometrico estivo è riportato nel documento [4] (PRP 2008 – Studio meteo marino).

Le analisi condotte hanno mostrato che durante l'estate, la direzione del plume è influenzata prevalentemente dall'azione del vento ed in modo particolare dai venti termici (regimi di brezza) che, in assenza di aree cicloniche, caratterizzano gran parte dei mesi di giugno, luglio e agosto.

Nella Figura 4-42 è riportato il clima anemometrico estivo misurato dalla stazione anemometrica posta nel Porto turistico di Pescara (facente parte della locale stazione idrografica regionale).

Come noto, nel periodo estivo durante le ore diurne la terra si riscalda più velocemente del mare. La differenza di temperatura che ne consegue, da origine alla brezza di mare che a Pescara inizia a soffiare intorno alle ore 10.00 del mattino con direzione di provenienza NE, per poi ruotare con continuità in senso orario fino al pomeriggio inoltrato (circa alle ore 18.00) quando si presenta con direzione di provenienza ESE. Durante il giorno la brezza di mare presenta mediamente una intensità di circa 6,0 m/s (circa 12 kn).

Durante la notte invece la terra si raffredda più velocemente del mare dando luogo alla brezza di terra che mediamente risulta meno intensa di quella diurna. La brezza di terra a Pescara proviene dalla direzione SO. La Figura 4-42 descrive i regimi di brezza termica a Pescara.

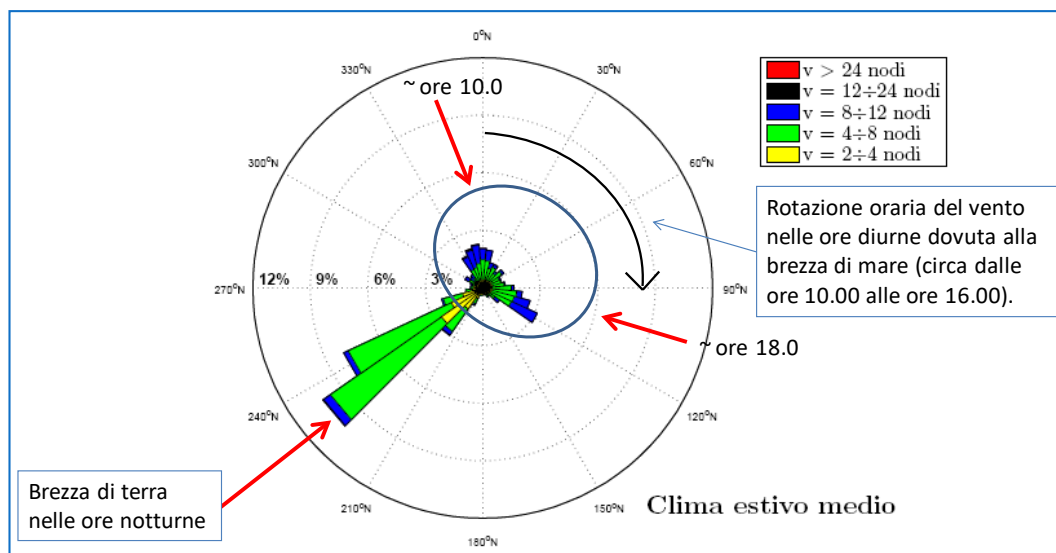


Figura 4-42. Clima anemometrico estivo a Pescara e relativi venti termici.

Allo scopo di simulare numericamente la dispersione e diffusione a mare del plume fluviale nel periodo estivo, il modello idrodinamico è stato forzato oltre che dalla corrente fluviale anche dai venti generati dal regime di brezza.

Nelle simulazioni numeriche, la portata fluviale è stata assunta pari a 80 m³/s quindi di poco superiore a quella media annuale che risulta pari a circa 50 – 60 m³/s.

La diffusione e dispersione a mare del plume fluviale, costituito da acqua dolce quindi meno densa dell'acqua di mare, è stata simulata con il modello numerico immettendo nel fiume un inquinante con concentrazione unitaria pari a 100. Per evidenziare l'effetto di mescolamento delle acque fluviali con quelle marine, all'inizio delle simulazioni si è assunta nulla la concentrazione dell'inquinante a mare.

Una prima parte delle simulazioni è stata condotta assumendo costante nel tempo la direzione del vento e analizzando le principali direzioni di provenienza del vento nel periodo estivo. I risultati di queste simulazioni sono mostrati nelle figure:

- Figura 4-43 per vento proveniente da grecale;
- Figura 4-44 per vento proveniente da levante;
- Figura 4-45 per vento proveniente da scirocco;
- Figura 4-46 per vento proveniente da ostro;
- Figura 4-47 per vento proveniente da ponente;
- Figura 4-48 per vento proveniente da maestrale;
- Figura 4-49 per vento proveniente tramontana.

Il colore rosso rappresenta la massima concentrazione di acqua fluviale e quindi di potenziali inquinanti, mentre i colori giallo, verde, azzurro e blu esprimono concentrazioni di acqua fluviale via via decrescente. In ciascuna figura la situazione attuale è messa in confronto con quella del PRP 2008.

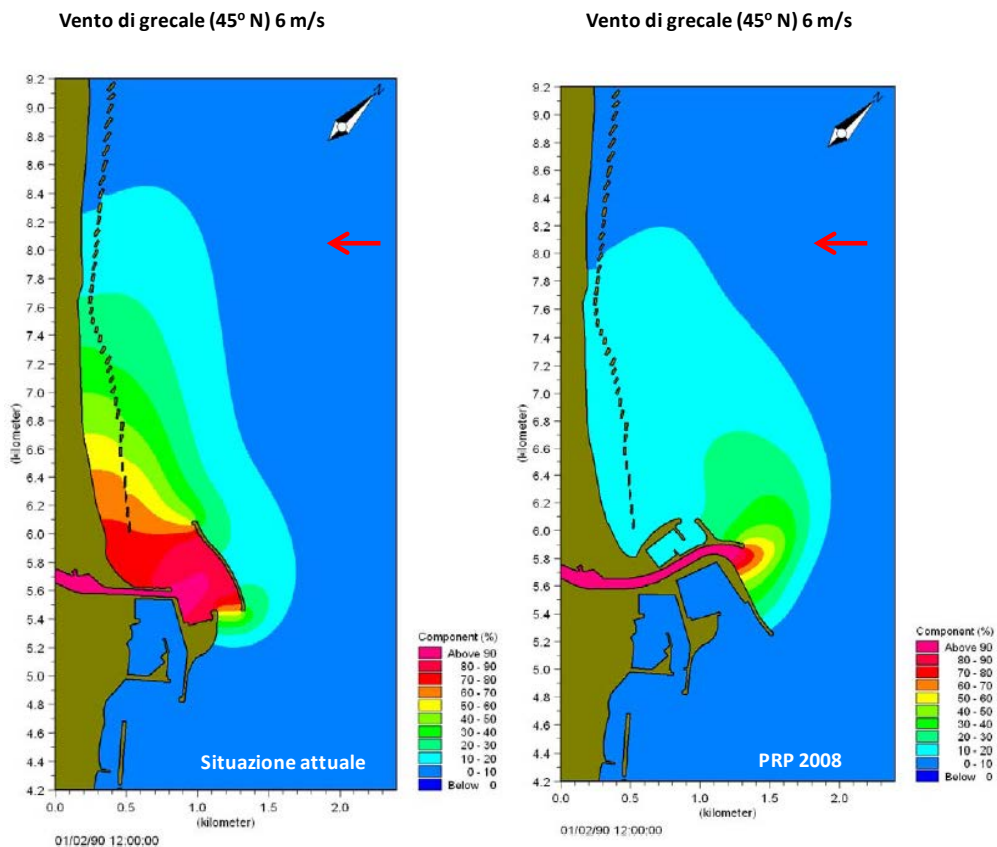


Figura 4-43. Diffusione e dispersione del plume fluviale con vento di grecale.

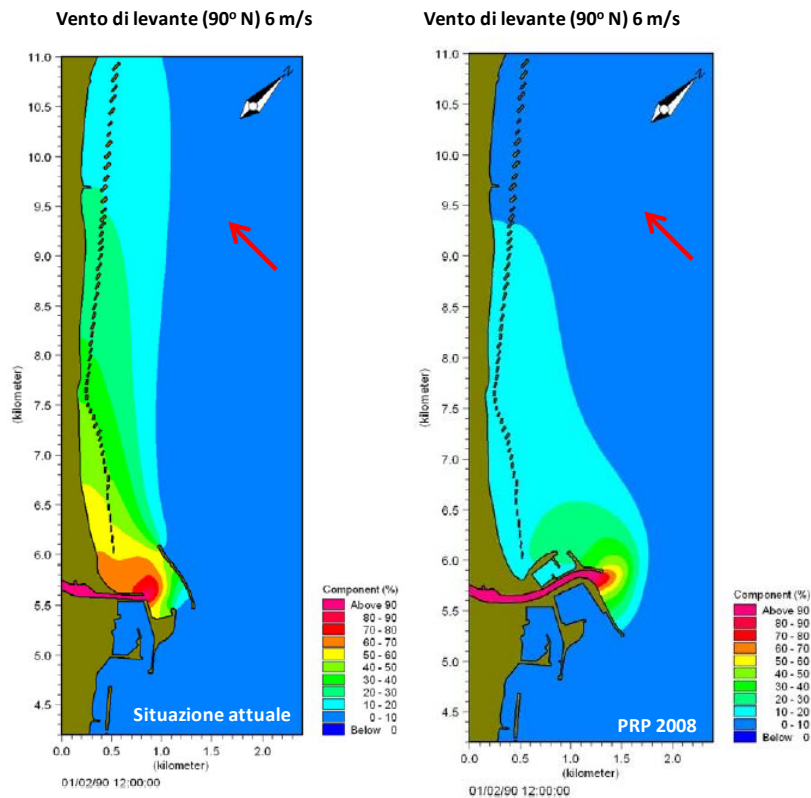


Figura 4-44. Diffusione e dispersione del plume fluviale con vento di levante.

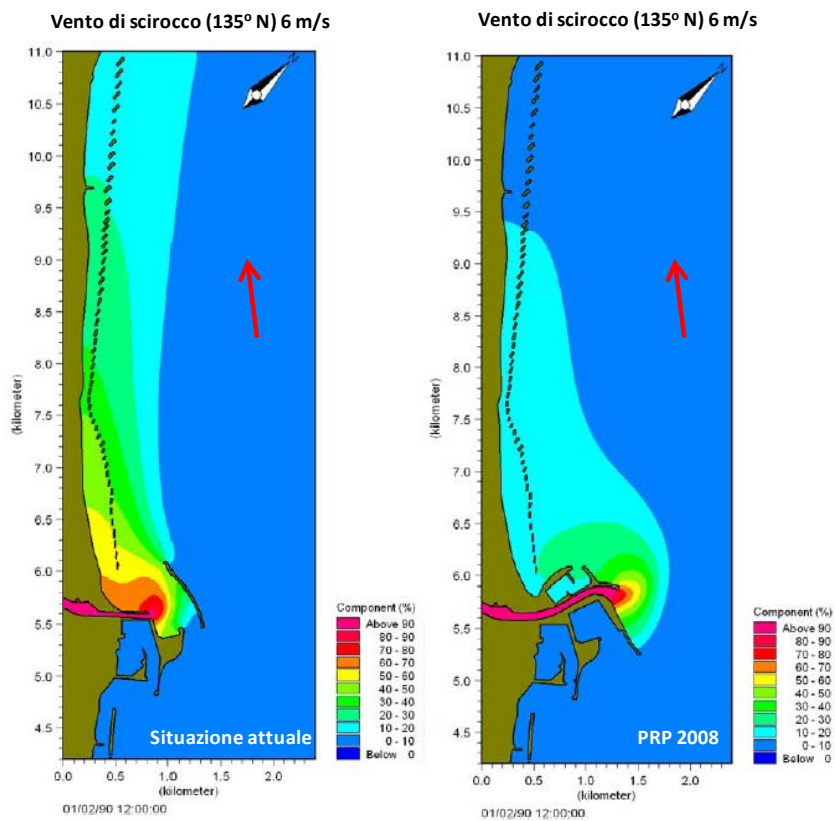


Figura 4-45. Diffusione e dispersione del plume fluviale con vento di scirocco.

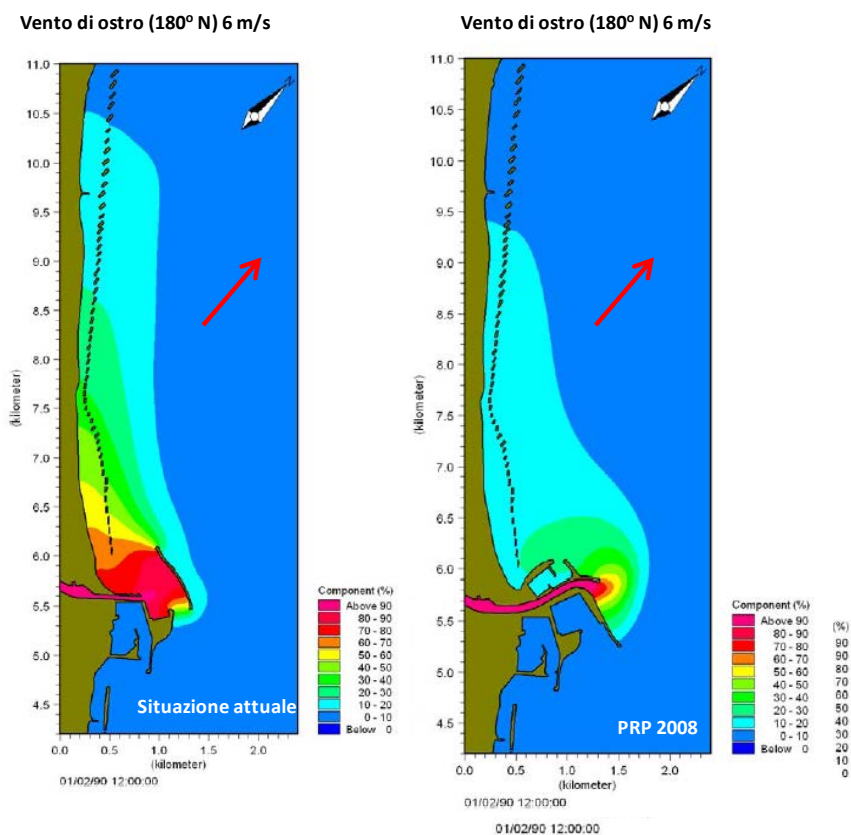


Figura 4-46. Diffusione e dispersione del plume fluviale con vento di ostro.

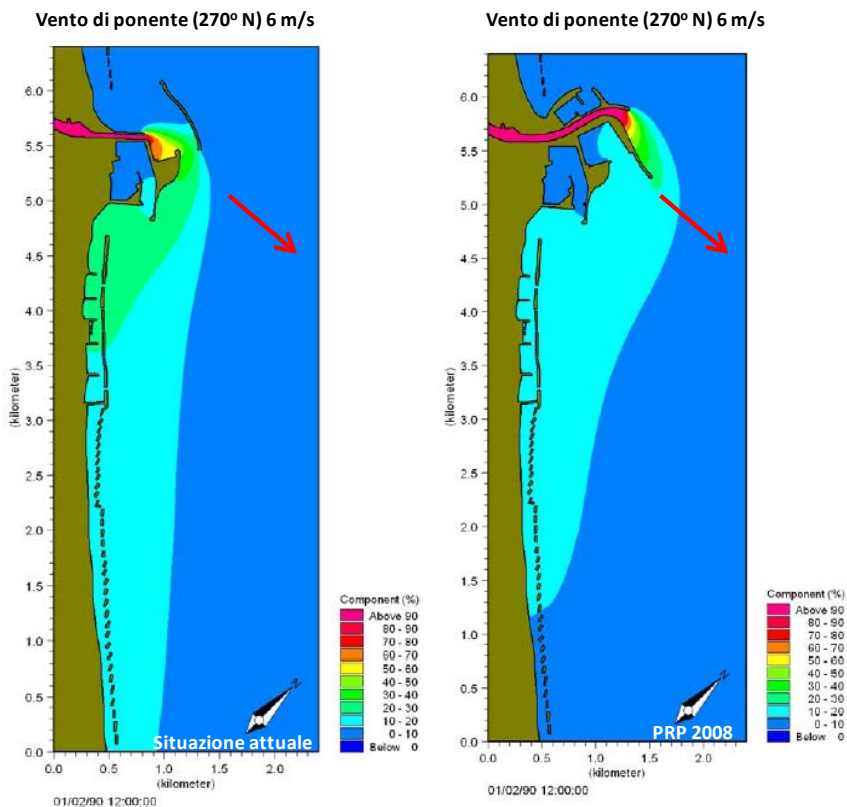


Figura 4-47. Diffusione e dispersione del plume fluviale con vento di ponente.

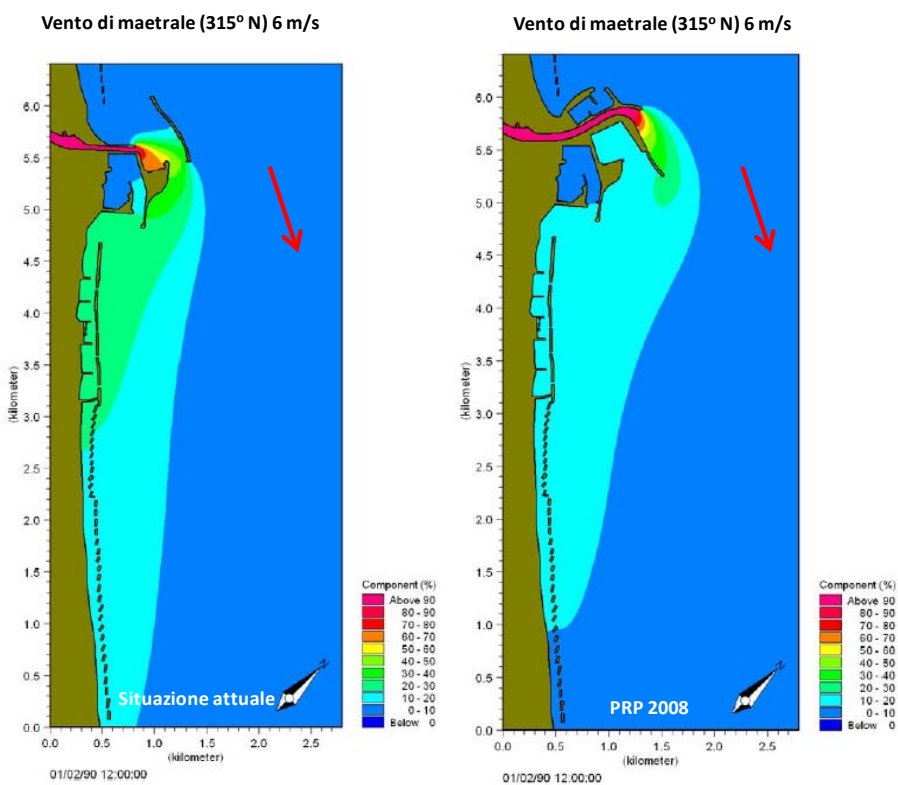


Figura 4-48. Diffusione e dispersione del plume fluviale con vento di maestrale.

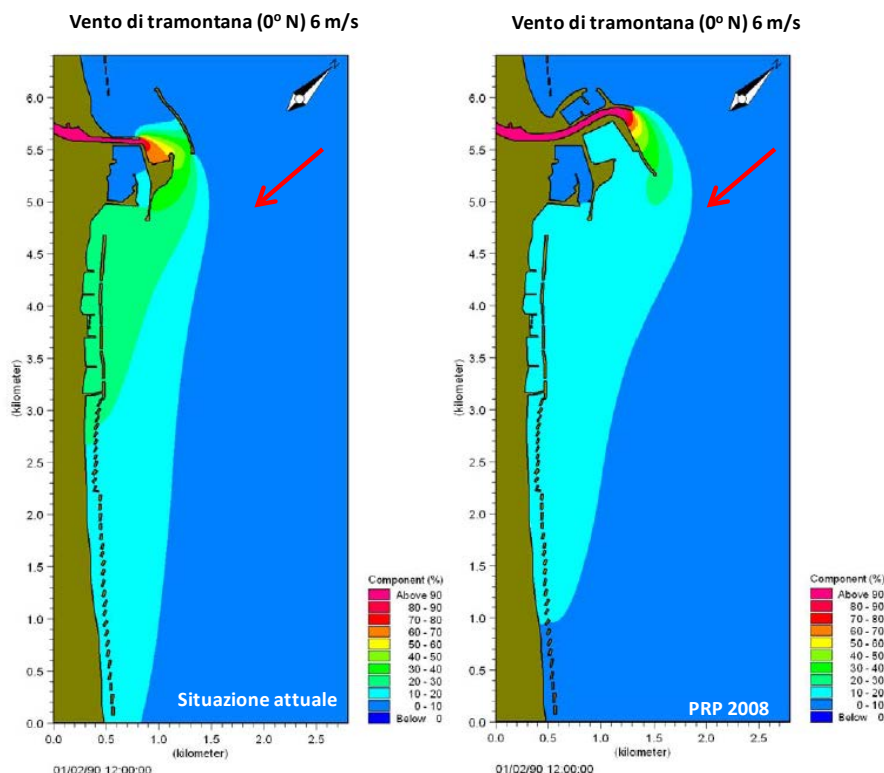


Figura 4-49. Diffusione e dispersione del plume fluviale con vento di tramontana.

I risultati mostrano chiaramente che per qualsiasi direzione del vento la soluzione PRP 2008 risulta molto efficace nel ridurre sia a Ovest che a Est del porto la concentrazione di acqua fluviale apportando di conseguenza un rilevante miglioramento sia in termini di qualità delle acque costiere sia in termini di qualità dei sedimenti.

Gli effetti migliorativi prodotti dalla configurazione prevista dal PRP 2008 sono dovuti a due ragioni. La prima riguarda il sensibile effetto di diluizione dell'acqua fluviale che si ottiene spostando la foce fluviale oltre la diga foranea, ovvero su profondità dell'ordine dei 10,0 m (attualmente l'immissione a mare delle acque fluviali avviene su una profondità di soli 4,0÷5,0 m). La seconda riguarda la posizione della nuova foce fluviale che non risente più della presenza della diga foranea la cui forma, come visto, indirizza il plume fluviale verso Ovest anche in assenza del vento.

Nell'ambito dello studio si è analizzato anche l'effetto delle termiche estive simulando un vento di direzione variabile. Questi risultati hanno confermato quelli precedenti e pertanto per brevità non vengono riportati in questa sede.

4.2. INQUADRAMENTO IDROLOGICO E IDRAULICO DEL FIUME PESCARA

Le caratteristiche idrologiche e idrauliche del fiume Pescara sono state desunte dagli studi redatti a supporto del PRP 2008 e in fase di approvazione dello stesso piano di seguito elencati:

- [7] PRP 2008 –Studio delle modifiche al deflusso idraulico nel tratto terminale del fiume Pescara indotte dalla nuova configurazione di foce prevista dal nuovo PRP 2008.
- [11] Approfondimenti e implementazioni degli studi idraulici e di morfodinamica fluviale e costiera a corredo del P.R.P. di Pescara (Beta Studio 2016).
- [13] Regione Abruzzo:" Redazione del Piano Stralcio Difesa Alluvioni (PSDA)- Studio idrologico per la valutazione delle piene " (dicembre 2008).
- [14] Commissario liquidatore dell’Autorità dei bacini di rilievo regionale abruzzesi ed interregionale del fiume Sangro: "Attività di approfondimento tecnico svolta nell’ambito delle verifiche di sicurezza idraulica nel tratto terminale del fiume Pescara" (12 maggio 2015 prot. RA/125629 e 03 luglio 2015 prot. RA/177196).
- [15] DHI S.r.l.: "Verifica di compatibilità idraulica della proposta di P.R.P. della città di Pescara" (settembre 2015).

Si rimanda ai documenti originari per i necessari approfondimenti tecnici.

4.2.1. Bacino idrografico

Il bacino idrografico del fiume Aterno-Pescara (vedi Figura 4-50) ha una estensione di circa 3200 km² con un'asta fluviale lunga circa 165,0 km.

Il fiume Aterno sorge sul massiccio dei monti della Laga e dopo un percorso di circa 90 km confluisce insieme al fiume Sagittario nel fiume Pescara (presso le omonime sorgenti vicino all'abitato di Popoli) per poi sfociare nel Mar Adriatico all'interno del porto canale di Pescara.

Il bacino è costituito da terreni prevalentemente boschivi (44%), ed in forma minore a destinazione agricola (per circa 28% - suddivisi in seminativi, vigneti ed uliveti) e a pascolo (22%); il territorio a destinazione urbana ed industriale caratterizza essenzialmente il tratto medio e basso del corso del fiume ma comunque con un'incidenza inferiore al 6%.

Nella tabella seguente sono sintetizzati i principali parametri morfometrici e topologici del fiume Aterno-Pescara (tratta dalla Scheda Monografica del Bacino del Fiume Aterno - Pescara, redatta dalla Regione Abruzzo nel mese di febbraio 2010):

Corso d'acqua		Fiume Pescara
Lunghezza Asta Principale (km)	L	165
Superficie della rete di drenaggio (km ²)	A	3148
Quota media (m s.l.m.)	H _m	914
Quota media riferita alla sezione di chiusura (m)	H _m	914
Quota massima (m s.l.m.) - Monte Civitella	H _{max}	1616
Pendenza media dell'asta principale	i _m	0.55%
Perimetro del bacino (km)	P	395
Rapporto di allungamento	$\frac{2 \times \sqrt{A/\pi}}{L}$	0.38
Fattore di forma di Horton	A/L ²	0.115

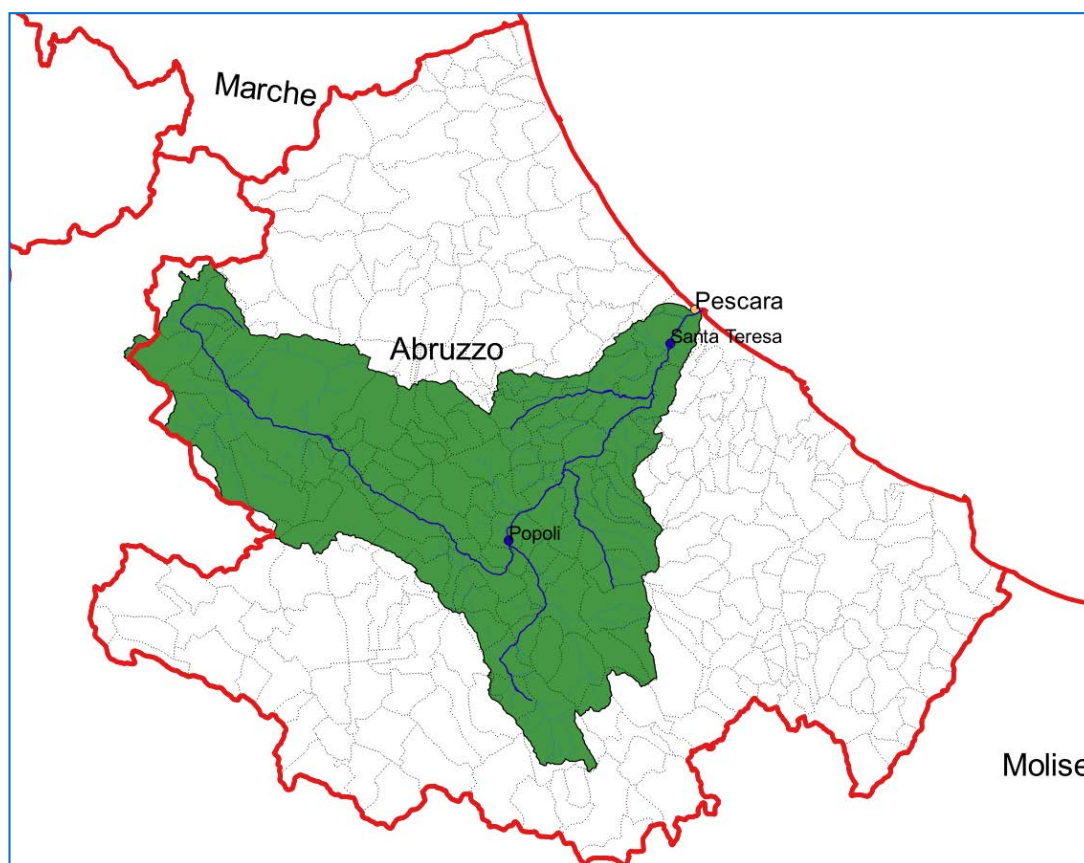


Figura 4-50 - Bacino idrografico del fiume Aterno-Pescara

4.2.2. Definizione delle portate fluviali

Per valutare il regime ordinario dei deflussi e per l'analisi degli eventi di piena (portate al colmo e relativo idrogramma) in corrispondenza della foce del fiume Pescara si è

fatto riferimento al PSDA (documento [13]) che si riferisce ai dati misurati dalla stazione idrometrica di Santa Teresa (gestita prima dal Servizio Idrografico e Mareografico Nazionale e successivamente dalla regione Abruzzo - cod.1072), posta a circa 9 km dalla foce. Tale stazione, di cui si possiedono registrazioni di misura di portata di durata significativa dal punto di vista statistico (60 anni non consecutivi), è funzionante dal 1922.

4.2.3. Regime ordinario delle portate

Dal punto di vista dei deflussi il fiume Pescara nella sua sezione terminale ha portate piuttosto stabili durante tutto l'anno con limitate oscillazioni rispetto al suo valor medio; in particolare la portata media nel periodo di magra (luglio-agosto) è pari a circa il 75 % della portata media annuale, mentre nel periodo dicembre-aprile la portata media è pari a circa il 115-120% della portata media annuale.

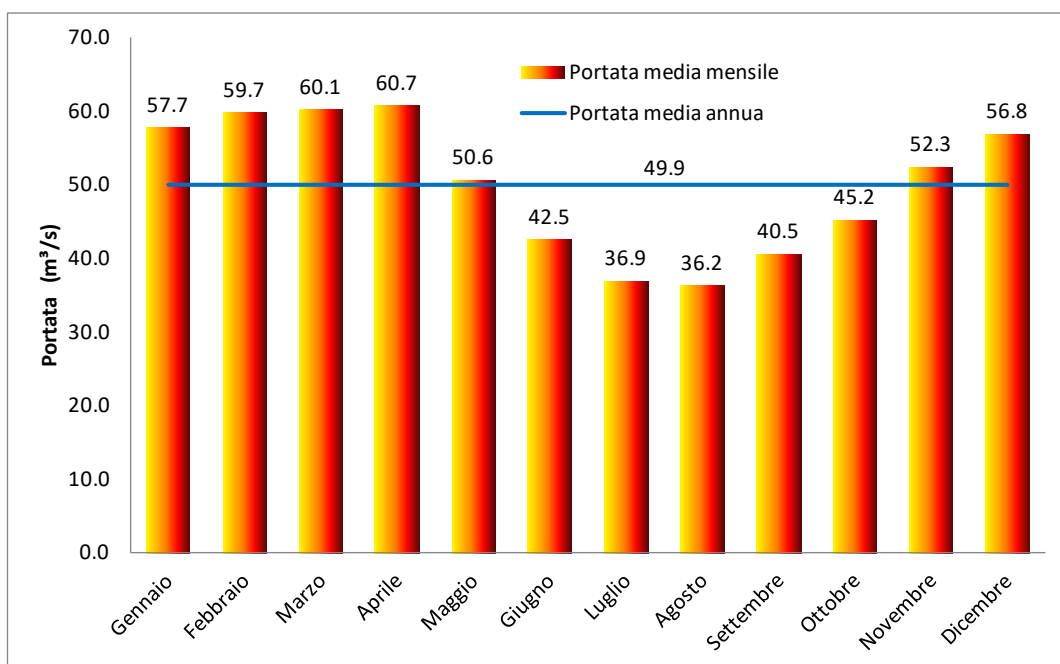


Figura 4-51 - Portate medie mensili del fiume Pescara in corrispondenza della Stazione di S. Teresa in prossimità della foce fluviale.

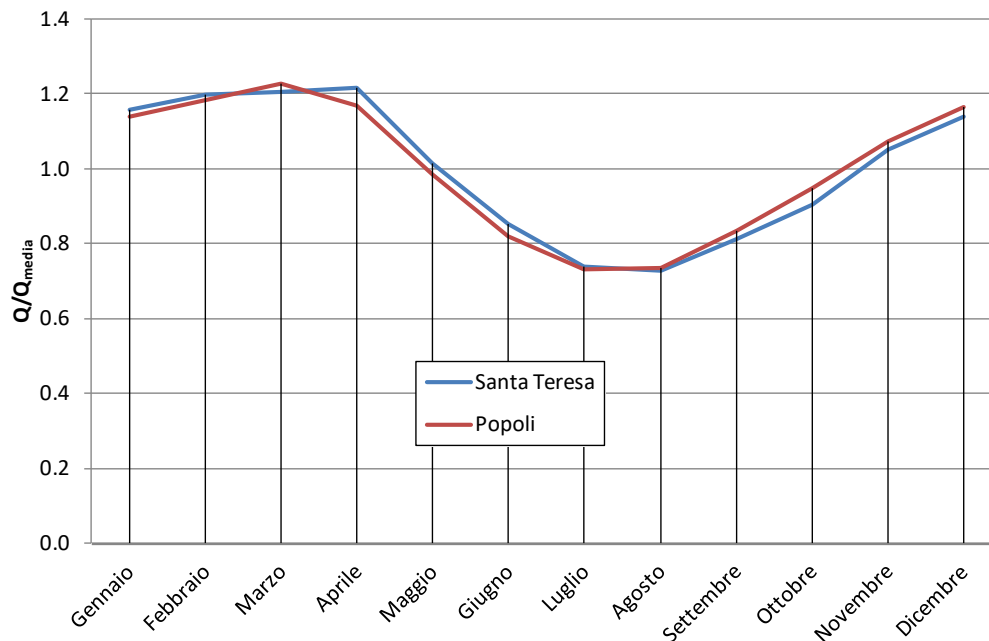


Figura 4-52 - Rapporto tra le portate medie mensili e la portata media annuale per le Stazioni di S. Teresa e Popoli.

Tale regolarità è una caratteristica tipica dei bacini interessati da formazioni geologiche semi-permeabili, come quello dell'Aterno-Pescara (incidenza terreno permeabile: 58%), che presenta punti di permeabilità del 90% nel sottobacino del Sagittario.

La Figura 4-51, tratta dalla scheda monografiche del fiume Aterno-Pescara (Regione Abruzzo - febbraio 2010), rappresenta l'andamento delle portate medie mensili e il valore della portata media annua che risulta pari a circa 50.0 m³/s.

Tale andamento è tra l'altro confermato anche dalla stazione idrometrica di Popoli come evidenziato dalla Figura 4-52, dove sono riportati i rapporti tra le portate medie mensili con quella media annuale per le due stazioni idrometriche.

Si riportano inoltre nella Figura 4-53 le curve di durata delle portate per la stazione di S. Teresa, ricavate sia da uno studio redatto dal CESI per determinare la disponibilità idrica per la produzione di energia idroelettrica (documento [11] Beta Studio 2016) e sia dagli annali idrologici pubblicati dall'Ufficio idrografico e mareografico di Pescara (SIMN - PCM).

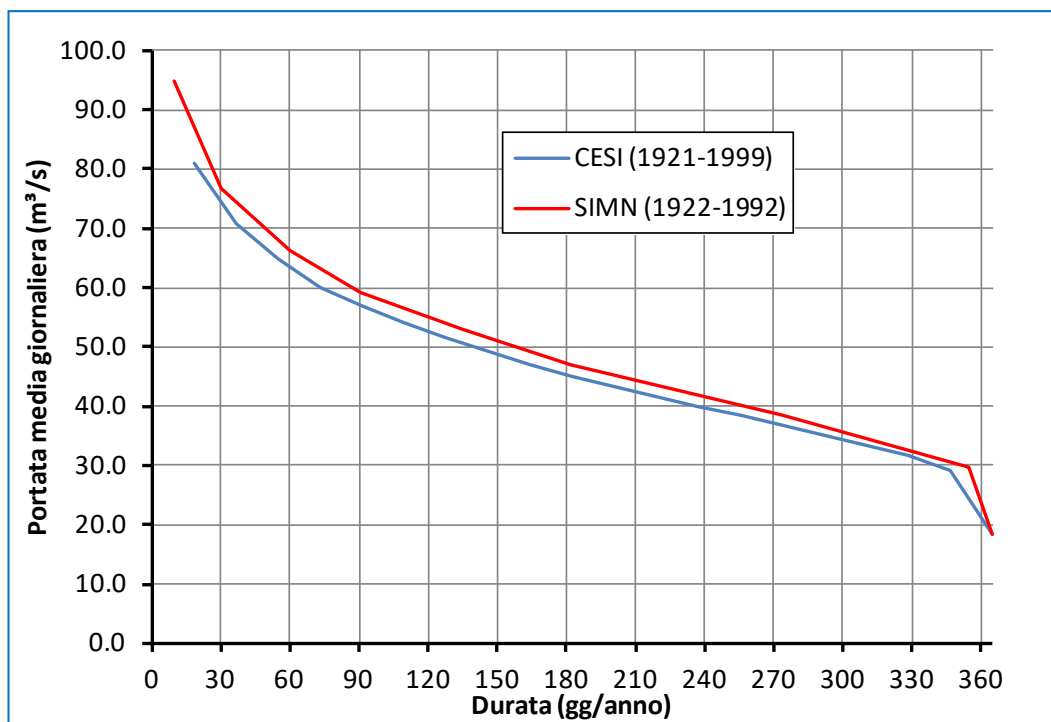


Figura 4-53. Stazione di S. Teresa: curva di durata delle portate.

4.2.4. Eventi storici di piena

Evento di piena dell'aprile 1992.

L'evento di piena registrato nel mese di Aprile 1992, per il fiume Pescara, è stato quello di maggiore entità registrato negli ultimi decenni. Le conseguenze del fenomeno sono state particolarmente gravose per l'ultimo tratto del fiume e in particolare per la città di Pescara e la zona di foce.

La ricostruzione dell'andamento della portata in transito lungo il fiume è stata eseguita, nell'ambito degli studi a supporto della realizzazione delle centrali idroelettriche sul f. Pescara, a partire dai dati pubblicati dal Servizio Idrografico Regionale negli Annali Idrologici. Le informazioni riguardano in particolare la stazione idrometrografica di Santa Teresa di Spoltore. I livelli idrometrici registrati nel periodo compreso tra i giorni 8 e 16 aprile sono riportati nel grafico di Figura 4-54: il picco è stato registrato il giorno 10 aprile 1992 alle ore 13 con un livello massimo di 5.52 m.

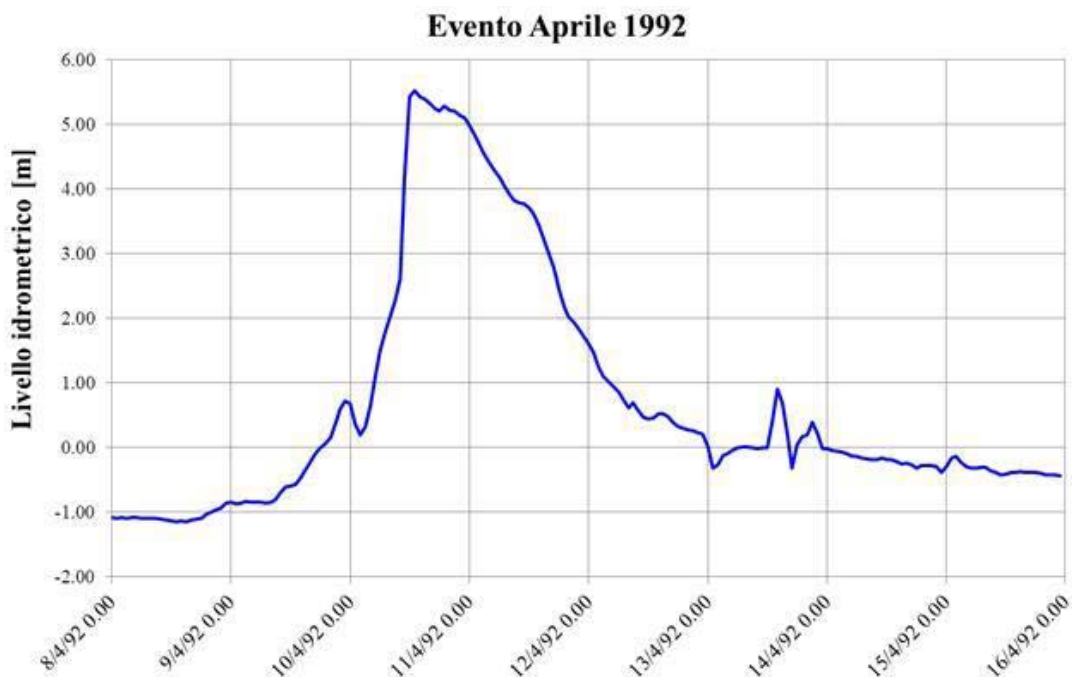


Figura 4-54 - Evento Aprile 1992: andamento del livello idrometrico registrato presso la stazione di S. Teresa (fonte: annali idrologici)

La trasformazione dei livelli idrometrici in portata (Figura 4-55) è avvenuta mediante il ricorso alla scala delle portate riportata negli Annali per la medesima stazione di Santa Teresa (negli annali la portata di picco a Santa Teresa al picco dell'evento corrisponde a $1096 \text{ m}^3/\text{s}$).

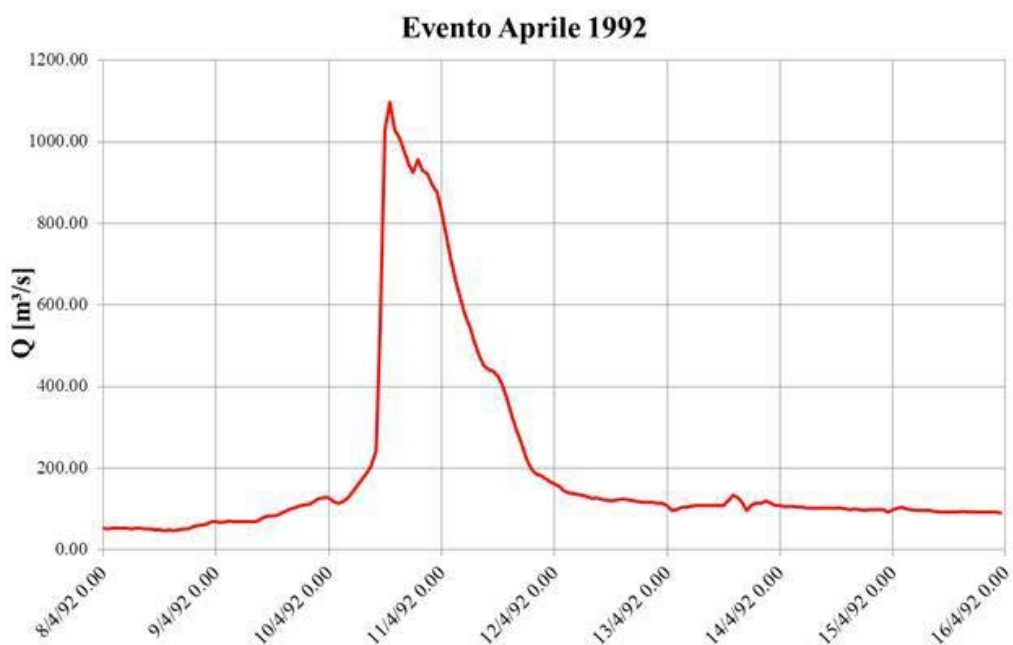


Figura 4-55 - Evento Aprile 1992: andamento delle portate ottenute dalle misure idrometriche registrate presso la stazione di S. Teresa.

Evento di piena del dicembre 2013.

L'evento di piena del 5-6 dicembre 2013 è stato significativo dal punto di vista idraulico in quanto la portata ha di poco superato la capacità della sezione d'alveo nel tratto cittadino (Lungofiume dei Poeti) senza determinare allagamenti significativi per effetto dell'esonazione (vedi Figura 4-57), mentre più critico è stato l'effetto dovuto al mancato collettamento e scarico fognario.

Nell'ambito dello studio [11] (Beta Studio 2016) è stato ricostruito l'idrogramma di piena, riportato in Figura 4-56, sulla base di:

- dati forniti dall'Autorità di Bacino relativi ai livelli registrati presso la stazione di misura di Santa Teresa, la cui scala delle portate non risulta aggiornata a seguito della costruzione dei due sbarramenti in alveo in località Villanova e Santa Teresa, a servizio delle centrali idroelettriche, e dello spostamento dell'idrometro circa 360 metri più a monte;
- verifiche mediante applicazione di modello idraulico bidimensionale dei livelli simulati con quelli osservati a valle del casello autostradale di Chieti, presso il centro commerciale Megalò;
- applicazione di un modello bidimensionale per ricostruire la relazione livelli portate in corrispondenza dell'idrometro;
- verifiche dello zero idrometrico, sulla base di un confronto tra il livello misurato nel corso della campagna di rilievi topografici (sezioni in corrispondenza dell'idrometro) e livelli registrati dal Centro Idrografico regionale.

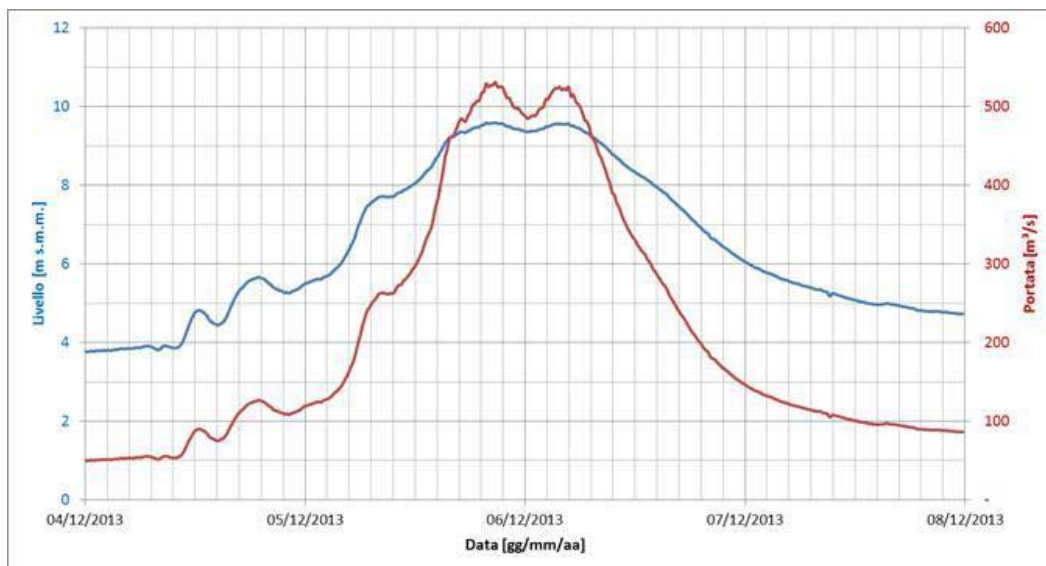


Figura 4-56 - Idrogramma di piena dell'evento del dicembre 2013 (fonte Beta studio 2016 [11])

Il confronto tra i livelli idrometrici riportati nella Figura 4-56 (scala di sinistra della figura) con quelli di Figura 4-54, relativi all'evento del 1992, mostra un sostanziale

disaccordo tra le due scale in relazione ai corrispondenti valori delle portate riportate dalla stessa Figura 4-56 (scala di destra della figura) e dalla Figura 4-55. Probabilmente tale disaccordo è dovuto allo spostamento dell'idrometro eseguito tra i due eventi del 1992 e del 2013 e ad alcune modifiche effettuate nell'alveo, come peraltro evidenziato dallo studio [11] il quale sottolinea la necessità di aggiornare la scala delle portate a Santa Teresa al fine di tenere conto delle modifiche apportate alla stessa stazione di misura.



Figura 4-57 - Immagini della piena del dicembre 2013 (fonte Beta Studio 2016).

Pag.
100

4.2.5. Definizione delle portate al colmo degli eventi di piena

Nell'ambito del Piano Stralcio Difesa degli Alluvioni (vedi documento [13]), la Regione Abruzzo nel 2002 ha redatto per il fiume Pescara uno studio idrologico per la valutazione delle piene. In tale studio, utilizzando la metodologia proposta nell'ambito del progetto VAPI (metodo TCEV) per la regionalizzazione delle portate, è stata effettuata

una stima della curva di crescita delle portate di piena al colmo associate ad un determinato tempo di ritorno, suddividendo il territorio abruzzese in zona appenninica e zona costiera.

In particolare, nella zona appenninica dove ricade la quasi totalità del bacino imbrifero del fiume Aterno-Pescara per l'applicazione della formulazione TCEV di seguito riportata

$$T = \frac{1}{1 - F_k(K_T)} = \frac{1}{1 - \exp(-\lambda_1 \cdot e^{-\eta \cdot K_T} - \lambda_* \cdot \lambda_1^{1/\theta_*} \cdot e^{-\eta \cdot K_T / \theta_*})}$$

si sono ottenuti i seguenti parametri per definire la curva di crescita (KT):

λ_*	θ_*	λ_1	η
0.413	3.302	6.56	3.5651

Il valore della portata al colmo (Q) associata ad un dato tempo di ritorno (Tr) è dato da:

$$Q(T) = KT \times mQ$$

con "mQ" - valore medio dei massimi annuali delle portate al colmo nella generica stazione.

Per la stazione idrometrica di S.Teresa, prossima alla foce del Pescara e rappresentativa del tratto di fiume interessato dall'intervento si ha che: $mQ = 328.6 \text{ m}^3/\text{s}$ - valore desunto dall'analisi della serie (anni di misura > 10) e ottenendo di conseguenza i risultati sintetizzati nella tabella seguente:

Tempo di ritorno (anni)	20	50	100	200	500
Coefficiente di crescita (K_T)	2.48	3.33	3.97	4.62	5.46
Portata al colmo Q (m^3/s)	815	1094	1305	1518	1794

Tali valori sono riportati nell'allegato E ("Valori delle portate di progetto per gli interventi consentiti nelle aree a Pericolosità Idraulica") delle Norme Tecniche di Attuazione del PSDA.

4.2.6. Idrogrammi di piena

Nella progettazione di alcune opere idrauliche (es. vasche di laminazione, bacini idrici, ecc.) o per valutare l'estensione delle aree a rischio di allagamento è necessario

conoscere l'andamento nel tempo delle portate transitanti nella zona di interesse durante un evento di piena (idrogramma di piena).

A tal fine il PSDA fornisce la procedura da seguire per ricostruire l'idrogramma di piena associata ad un determinato tempo di ritorno, conoscendo alcuni parametri morfologici ed idrologici del bacino: portata al colmo dell'evento di piena, tempo di corrivazione del bacino e portata di base.

L'Autorità di Bacino ha fornito per la stazione di S.Teresa gli idrogrammi di piena associati ad eventi con tempo di ritorno di 50, 100 e 200 anni riportati nella Figura 4-58.

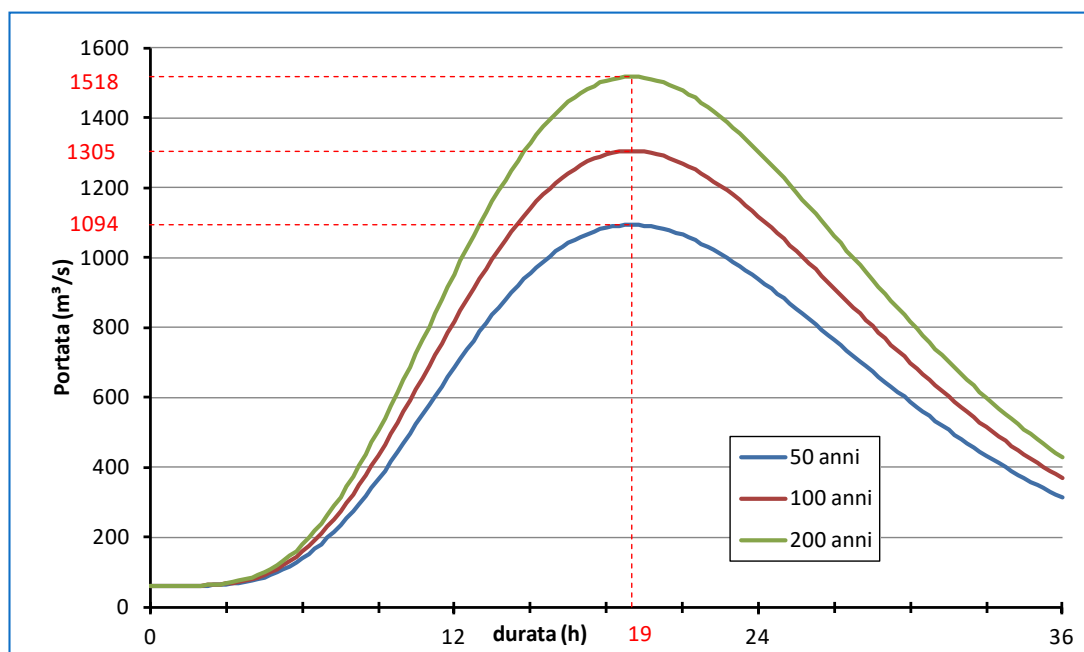


Figura 4-58 - Stazione di S. Teresa - Idrogrammi di piena associati ad eventi con tempo di ritorno di 50, 100 e 200 anni.

Nel 2015 la Società Beta Studio Srl in associazione temporanea con HR Wallingford ha redatto, per conto del Commissario di governo contro il dissesto idrogeologico, il progetto definitivo delle "Opere di laminazione delle piene del fiume Pescara". Tale progetto approvato con decreto del Commissario straordinario n.4 del 23/05/2017, prevede la realizzazione di 3 vasche di laminazione (nei comuni di Rosciano, Cepagatti, Manoppello e Chieti vedi Figura 4-59) poste a monte dell'intervento di deviazione del tratto fociale. Una volta che le casse di laminazione saranno funzionanti, gli eventi di piena verranno "laminati" producendo la riduzione di valori di portata al colmo.

Nella Tabella 4-4 seguente sono riportate le portate al colmo associate ad eventi di piena per diversi tempi di ritorno (50, 100 e 200 anni), relative al tratto fociale sia in presenza che in assenza delle previste vasche di laminazione. Si riportano inoltre nella

Figura 4-60 in forma grafica gli idrogrammi di piena generati a seguito dell'entrata in esercizio delle vasche di laminazione (fonte Beta Studio - 2016).

Tempo di ritorno (anni)	50	100	200
	Portata al colmo - Q (m ³ /s)		
Assenza delle vasche di laminazione	1094	1305	1518
Presenza delle vasche di laminazione	941	1138	1330

Tabella 4-4 - Portate al colmo degli eventi di piena in assenza e in presenza delle vasche di laminazione.

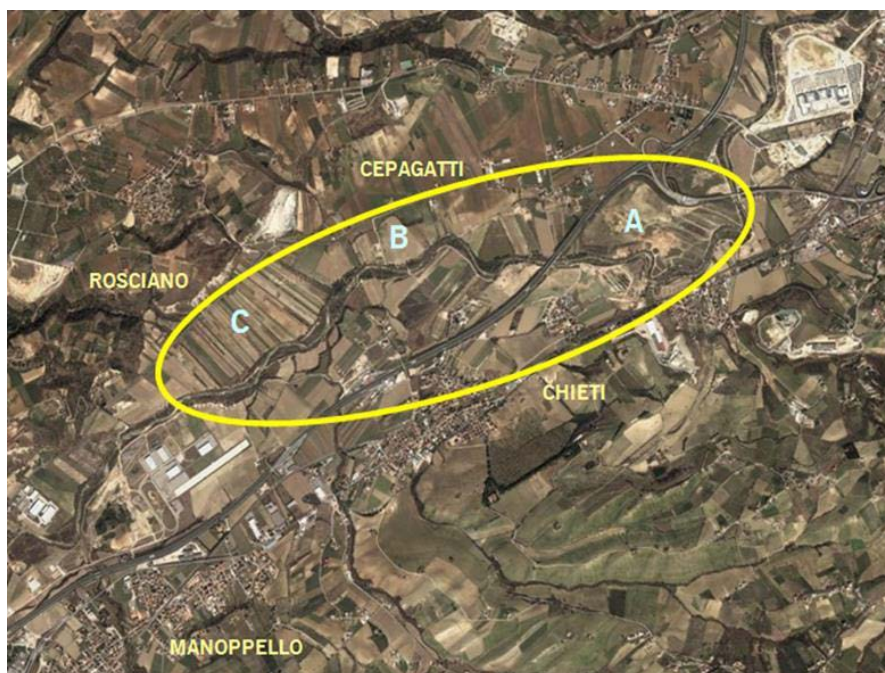


Figura 4-59 - Ubicazione delle vasche (o casse) di laminazione delle piene sul fiume Pescara tratte da Beta Studio 2016.

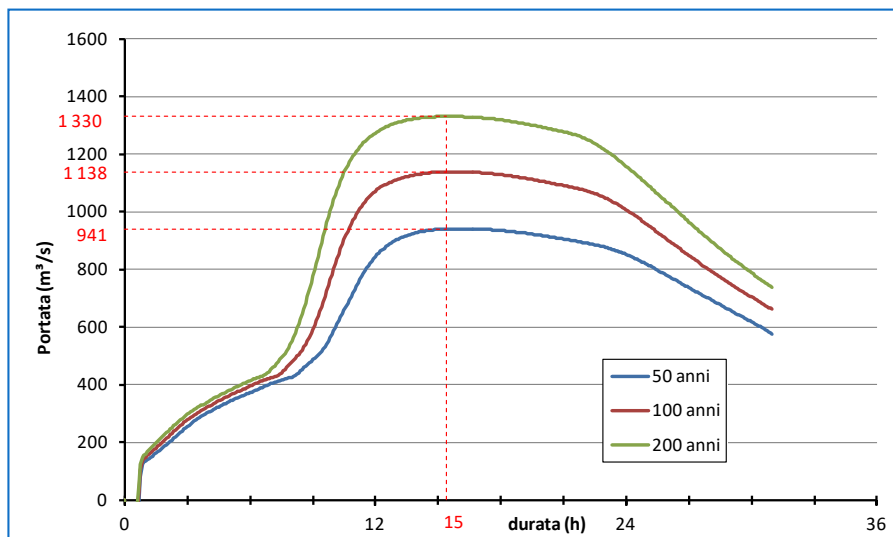


Figura 4-60- Idrogrammi di piena nel tratto di foce del fiume Pescara conseguenti all'entrata in esercizio delle vasche di laminazione (fonte Beta Studio - 2016).

4.2.7. Definizione delle portate di progetto e carta di pericolosità idraulica

La conoscenza della relazione che correla le portate al colmo degli eventi di piena con il tempo di ritorno degli stessi eventi, consente di valutare il relativo rischio idraulico.

A tal fine si deve fare riferimento alla Norme Tecniche di Attuazione del PSDA della Regione Abruzzo (2008 e s.m.i.) e relativa Relazione illustrativa (cap.2.1) in cui vengono definite:

- **Aree a pericolosità idraulica molto elevata (P4):** porzione di territorio soggette ad essere allagate per eventi di piena con tempo di ritorno inferiore o pari a 50 anni con un battente idrico (h) > 1.0 m ed una velocità della corrente (V) maggiore di 1 m/s;
- **Aree a pericolosità idraulica elevata (P3):** porzione di territorio soggette ad essere allagate per eventi di piena con tempo di ritorno di 50 anni con $0.5 < h < 1.0$ m o con tempo di ritorno di 100 anni con $h > 1.0$ m e $V > 1.0$ m/s
- **Aree a pericolosità idraulica media (P2):** porzione di territorio soggette ad essere allagate per eventi di piena con tempo di ritorno di 100 anni per $h > 0.0$ m.
- **Aree a pericolosità idraulica moderata (P1):** porzione di territorio soggette ad essere allagate per eventi di piena con tempo di ritorno di 200 anni con $h > 0.0$ m.

PERICOLOSITA' IDRAULICA	CONDIZIONI IDRAULICHE
Molto elevata	Riferimento: evento di piena con $Tr = 50$ anni $h_{50} > 1$ m oppure $v_{50} > 1$ m/s
Elevata	Riferimento: eventi di piena con $Tr = 50$ anni e con $Tr = 100$ anni $1\text{m} > h_{50} > 0.5\text{m}$ oppure $h_{100} > 1$ m oppure $v_{100} > 1$ m/s
Media	Riferimento: evento di piena con $Tr = 100$ anni $h_{100} > 0$ m
Moderata	Riferimento: evento di piena con $Tr = 200$ anni $h_{200} > 0$ m

La carta di pericolosità idraulica attualmente vigente per la zona di Pescara è costituita dall'elaborato n. 7.2.07.pe.01_AGG01, approvate con Deliberazione n.18 del 20 dicembre 2019 dalla Conferenza Istituzionale Permanente dell'Autorità di Bacino Distrettuale dell'Appennino Centrale, modificata ai sensi dell'art. 25, comma 7 delle Norme Tecniche del PSDA, a seguito delle perimetrazioni proposte ed acquisite dalla Regione Abruzzo.

Dalla data di pubblicazione dell'avviso sul BUR Abruzzo n.12 del 25 marzo 2020 è quindi vigente la nuova Carta di Pericolosità Idraulica (Tavola 7.2.07.pe.01_AGG01) con le relative norme di attuazione del PSDA (non variate).

Si riportano di seguito alcune conclusioni di rilievo relative alla carta di pericolosità idraulica tratte dal documento del Commissario liquidatore dell'Autorità dei bacini di rilievo regionale abruzzesi ed interregionale del fiume Sangro trasmesso all'ARAP dal

Dipartimento opere pubbliche, governo del territorio e politiche ambientali – Funzioni Delegate dall’Autorità di Distretto dell’Appennino Centrale (D.G.R. 06.04.2017) il 22/11/2017 (prot. n. 0298175/17).

“Gli approfondimenti hanno evidenziato una maggiore criticità (NdR rispetto alla carta del 2008) delle sezioni di deflusso del Fiume Pescara nel tratto che va dalla rotonda della Capitaneria di Porto fino al mare. In questo tratto non esistono arginature e le aree golenali risultano, quasi, alla stessa quota del pelo libero delle acque.”

“Nello stato di progetto 2 (NdR nella configurazione variata del tratto terminale del fiume Pescara così come previsto nel nuovo PRP 2008), pur migliorando notevolmente le condizioni di pericolosità idraulica, permane un allagamento generalizzato della città dovuto alla mancanza di strutture arginali nel tratto che va dalla Capitaneria di Porto alla foce.

L’allagamento previsto nello stato di progetto 2 è risultato, dunque, di minore entità rispetto allo “stato di fatto” (situazione attuale con varchi aperti) e di “progetto 1” (situazione attuale con varchi chiusi) in quanto si ha un miglioramento della capacità di deflusso delle sezioni e un aumento dell’efficienza di deflusso del corso d’acqua a causa della deviazione verso il mare aperto.

Tale configurazione, infatti, consente di ridurre gli effetti di “ostacolo” prodotti dal sovrizzo indotto dalle maree astronomiche e meteorologiche sul livello del fiume e, quindi, migliora le condizioni di deflusso dell’acqua.

La configurazione del tracciato fluviale prevista dal PRP 2008, inoltre, porta benefici sulle problematiche relative alla sedimentazione dei materiali del fiume all’interno delle darsene (rapporto tecnico-scientifico APAT).

4.2.8. Studio di compatibilità idraulica del PRP 2008

Con riferimento alla Figura 4-61, il nuovo PRP 2008 prevede la deviazione del Pescara nel tratto terminale secondo un andamento caratteristico ad "S" con un pennello finale posto in mare in sinistra idraulica fluviale. Tale soluzione consente di indirizzare in mare e verso Est i sedimenti trasportati dal fiume e le acque fluviali e di proteggere il canale dall'ingresso del moto ondoso per gli eventi provenienti dal primo quadrante. Inoltre, la nuova foce si colloca in corrispondenza della attuale scogliera distaccata caratterizzata da fondali elevati (nell’ordine dei -10.00 m s.l.m.m) e quindi tali da limitare la frequenza delle onde frangenti che si verificheranno raramente solo in corrispondenza ad eventi ondosi estremi.

Il nuovo tratto ad “S” del fiume Pescara si raccorda con l'attuale percorso del fiume nella sezione terminale (verso il mare) dell'attuale darsena del porto canale (larghezza sezione: $\approx 95,0$ m - quota fondale: -4,00 m slm), da qui devia verso sinistra restringendosi gradualmente sino all'altezza del “Ponte del mare” (larghezza sezione:

60,0 m - quota fondale: -4,00 m s.l.m.m), per poi riallargarsi dolcemente sino a raggiungere la larghezza di circa 65,0 m e mantenendosi costante nel tratto rettilineo per una lunghezza di circa 500,0 m; nell'ultimo tratto il corso devia sfociando verso Est ed allargandosi a circa 130 m per facilitare la navigabilità della nuova imboccatura portuale.

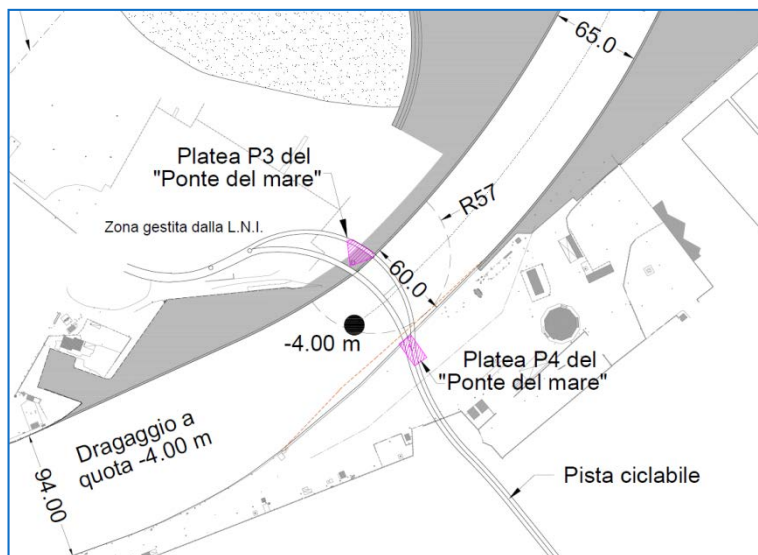
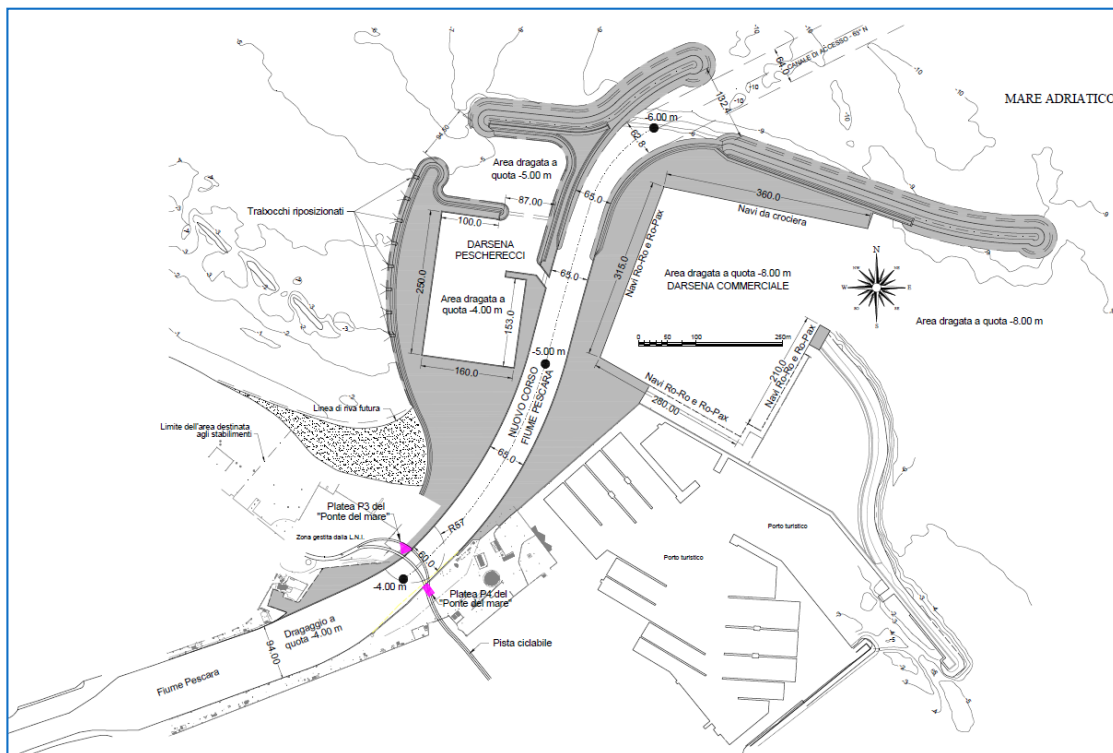


Figura 4-61 - Deviazione del tratto terminale del fiume Pescara prevista dal PRP 2008 (planimetria gen.le e dettaglio in corrispondenza dell'intersezione del fiume con il Ponte del mare).

Come accennato in precedenza, in sede di valutazione del PRP 2008 ed a seguito delle richieste del C.S.LL.PP., tale scenario è stato ampiamente indagato, prima dall'Auto-rità dei bacini di rilievo regionale abruzzesi ed interregionale del fiume Sangro, poi

dal DHI e successivamente da Beta Studio per conto del Comune di Pescara, con modelli matematici di tipo bidimensionale in moto vario in grado di simulare l'esondazione fluviale, anche al fine di determinare le nuove carte della pericolosità e del rischio idraulico nell'abitato di Pescara.

Tutti gli studi eseguiti hanno riconosciuto che la realizzazione delle opere di deviazione del fiume previste dal PRP 2008 determinano una importante riduzione delle attuali condizioni di rischio idraulico per la città di Pescara.

Si riporta di seguito la sintesi relativa allo studio di compatibilità idraulica (vedi documento [11]) redatto dalla società Beta Studio 2016 per conto del Comune di Pescara per rispondere ai quesiti posti dal Consiglio Superiore del LL.PP. in merito agli aspetti idraulici del fiume. Si rimanda al documento per i necessari dettagli.

Lo studio è stato finalizzato al confronto comparato delle seguenti configurazioni:

- (i) Stato attuale;
- (ii) Configurazione di progetto "Porte chiuse" in corrispondenza dei varchi di: Via Aterno (porta stagna già messa in opera) Via Orazio, del Museo delle Genti e del Ponte Villa Fabio (vedi Figura 4-62);
- (iii) Configurazione di progetto "PRP 2008 e condizione Porte chiuse";
- (iv) Configurazione di progetto "Vasche e condizione Porte chiuse";
- (v) Configurazione di progetto "Vasche con PRP 2008 e condizione Porte chiuse".

Lo studio condotto ha confrontato le cinque configurazioni in termini di pericolosità idraulica, tendenze evolutive morfologiche fluviali, tendenze evolutive morfologiche litoranee.

L'approccio metodologico adottato ha previsto l'utilizzo di numerosi codici di calcolo, ciascuno caratterizzato da peculiarità proprie e specifiche per le diverse tematiche trattate. In generale, a seguito dei possibili confronti che sono stati fatti nel corso dello studio, i modelli, idraulici e morfologici, sono risultati coerenti in termini di mappatura delle aree allagabili e di tendenze evolutive, e sono stati utilizzati in maniera intrecciata e coordinata al fine di rispondere al meglio alle richieste di approfondimento oggetto del presente lavoro.



Figura 4-62- Individuazione dei varchi a Pescara (TRATTA da Beta Studio 2016)

Nell'ambito dello studio sono stati raccolti e validati numerosi dati già disponibili, integrati con indagini e studi appositamente condotti per effettuare un'analisi quanto più accurata possibile. In particolare, tra questi:

- è stato condotto un rilievo topografico integrativo di 10 sezioni fluviali (comprese le batimetrie) nel tratto del fiume Pescara studiato, nel corso del quale sono stati effettuati alcuni campionamenti del materiale dello strato superficiale del fondo;
- sono state effettuate elaborazioni volte all'analisi e propedeutiche all'aggiornamento della scala delle portate di Santa Teresa;
- sono stati organizzati i dati relativi al sistema fognario per disporre di un iniziale quadro conoscitivo, fino ad oggi non disponibili, di partenza per possibili studi e sviluppi futuri.

Una volta validati, i diversi dati (rilievi topografici, batimetrie, misure idrologiche, documenti pregressi) sono stati utilizzati per lo studio.

Per quanto riguarda l'idraulica, l'analisi degli eventi di piena, svolta con un modello bidimensionale (InfoWorks ICM), condividendo la metodologia con l'Autorità di Bacino e utilizzando una base topografica aggiornata e coerente con il LiDAR del MATTM, ha mostrato i benefici che si ottengono nelle configurazioni di progetto in termini di:

- riduzione dei livelli fluviali, anche per piene inferiori a quelle associate a tempo di ritorno 50 anni (es. evento 2013);
- estensione delle aree allagabili e delle fasce di pericolosità idraulica.

La riduzione dei livelli prodotta dalle opere del PRP 2008, che si verifica soprattutto nel tratto terminale, unita alla laminazione delle piene offerte dalle vasche di laminazione in progetto, consente una riduzione apprezzabile della pericolosità idraulica (Figura 4-64).

A tal riguardo si evidenzia che da quanto riportato negli studi condotti per la predisposizione del piano regolatore portuale la portata limite al di sopra della quale si verifica l'esonazione fluviale passa da circa 500 m³/s nella configurazione attuale a circa 700 m³/s nella configurazione prevista dal PRP 2008.

Le analisi idrauliche sono state quindi estese per valutare l'effetto dell'ostruzione dei ponti dovuta al disormeggio dei natanti situati lungo il fiume a monte del porto canale. Tale problematica è stata sollevata dal Consiglio Superiore dei LL.PP. durante la fase approvativa del PRP 2008. Il risultato ha mostrato che i ponti più critici, dal punto di vista della sufficienza o meno del franco idraulico, sono Ponte del Risorgimento e Ponte Garibaldi posti a monte del porto canale dove sono ormeggiate imbarcazioni afferenti alla nautica minore e alla piccola pesca (vedi Figura 4-63) che a causa delle loro modeste dimensioni non sono in grado di costituire un pericolo dal punto di vista dell'ostruzione fluviale. A tal riguardo è da evidenziare che una volta realizzate tutte le opere previste dal PRP 2008 le imbarcazioni verranno rimosse dall'asta fluviale.

È stato inoltre effettuato, in collaborazione con il Comune di Pescara, il rilievo degli scarichi dei collettori fognari al fiume, assieme ad un inquadramento del sistema fognario complessivo, nello stato attuale e in quello di progetto previsto dal DK 15 che consente di individuare ulteriori elementi di ottimizzazione della rete a favore di una messa in sicurezza idraulica e ambientale del territorio cittadino.



Figura 4-63 -Fiume Pescara: imbarcazioni afferenti alla nautica minore ormeggiate a monte del porto canale durante la piena del 2013.

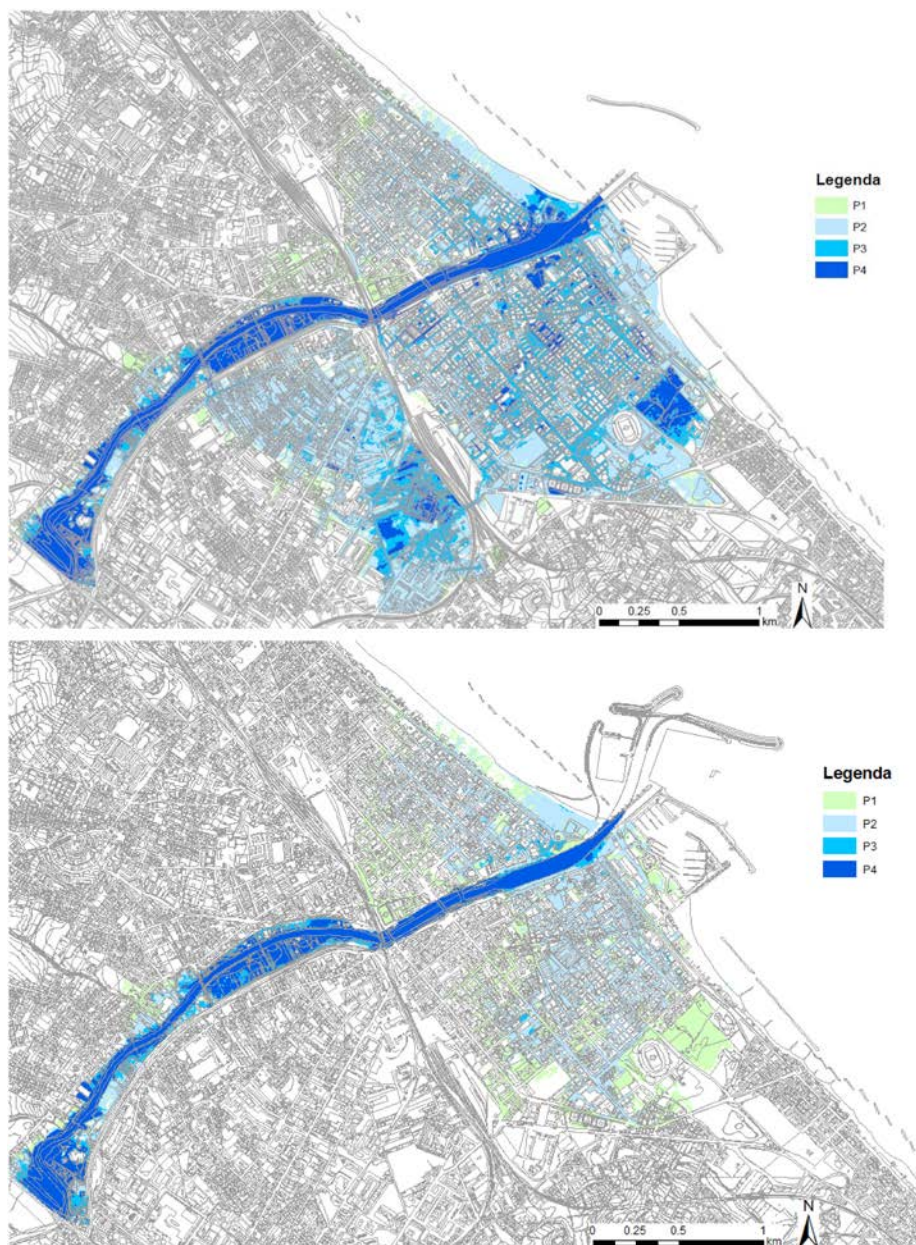


Figura 4-64 - Elaborazione dei risultati modellistici in termini di fasce di pericolosità: confronto tra i risultati della configurazione 1 “stato attuale” (in alto) e della configurazione 5 “porte chiuse + PRP + vasche” (in basso).

5. ANALISI DELLE INTERFERENZE - CONFRONTO TRA LE DIVERSE TIPOLOGIE DI OPERE

5.1. Interferenza del Ponte del Mare

Per redigere il presente progetto ci si è posti il problema di analizzare le possibili interferenze tra il nuovo tracciato del fiume Pescara e le opere esistenti.

La principale interferenza individuata è costituita dalla presenza del ponte ciclo-pedonale denominato "Ponte del Mare" che collega le sponde destra e sinistra del fiume Pescara in prossimità della sua foce.

Il Comune di Pescara ha realizzato il Ponte del Mare nel 2009, quindi in concomitanza con la presentazione del Piano Regolatore Portuale 2008.

Dall'esame degli elaborati del progetto esecutivo del Ponte, redatto dalla impresa esecutrice, non vi è alcun riferimento alla nuova configurazione della foce del fiume Pescara così come previsto nel Piano Regolatore Portuale 2008.

Invece negli elaborati grafici del PRP 2008 risulta la presenza del ponte ciclo-pedonale, tuttavia l'interferenza conseguente alla presenza delle fondazioni di tale opera con il previsto allargamento della sezione del tratto terminale del nuovo alveo del Fiume Pescara non risulta studiata.

Nella Figura 5-1 è rappresentato l'attuale tracciato fluviale e la posizione del Ponte del Mare.

Il nuovo tracciato fluviale previsto dal PRP 2008 riportato in Figura 5- prevede che il fiume continui a passare tra le due spalle del ponte e che in corrispondenza dell'intersezione tra il tracciato del ponte e il nuovo tracciato fluviale si realizzi la curva che consente al fiume di deviare verso Ovest.

La larghezza utile per il deflusso delle acque del nuovo tracciato fluviale prevista dal PRP 2008 in corrispondenza dell'intersezione con l'asse longitudinale del ponte risulta di circa 60,0 m, ovvero maggiore rispetto a quella attuale (pari a circa 44,0 m) di circa 16,0 m.

La variazione planimetrica del fiume accompagnata dal previsto allargamento dell'alveo fluviale costituisce una importante interferenza con le fondazioni del ponte, di cui come detto, il progetto esecutivo del ponte non sembra aver tenuto conto.

Di conseguenza è stato necessario affrontare questa problematica, evidentemente sottovalutata in ogni sede, analizzando l'interferenza tra il nuovo tracciato fluviale e le fondazioni del ponte.

5.1.1. Interferenza del Ponte del Mare – scelta della sezione idraulica

Per analizzare l'interferenza si è pensato in primo luogo di verificare se è possibile limitare l'allargamento dell'asta fluviale nella zona di intersezione con il ponte, modificando leggermente il tracciato fluviale rispetto alla previsione del nuovo PRP 2008.

Sostanzialmente, quindi, ci si è posto il problema di analizzare dal punto di vista idraulico la compatibilità di un diverso tracciato fluviale rivolto a contenere il più possibile l'interferenza con le fondazioni del ponte limitando la larghezza dell'alveo fluviale nella zona di intersezione tra il fiume e il ponte.

In questo contesto nello studio commissionato al Prof. Ing. De Girolamo sono state individuate tre soluzioni alternative (rif. Studio [3] per il tracciato fluviale, per ciascuna delle quali è stato eseguito uno studio di **compatibilità idraulica** descritto nel documento allegato dal titolo "*Interferenza tra l'alveo fluviale e il Ponte sul Mare: verifica idraulica delle condizioni di deflusso per soluzioni alternative*".

Si riporta, di seguito, la sintesi delle analisi eseguite e dei risultati ottenuti, rimandando all'allegato per i necessari approfondimenti.

Preliminarmente, per studiare le configurazioni alternative dell'alveo fluviale da analizzare, L'ARAP ha acquisito dal Comune di Pescara i disegni tecnici relativi alla perizia di variante e agli atti contabili dell'appalto per la costruzione del "*Ponte del Mare*", procedendo anche ad eseguire ad aprile 2017 un rilievo topografico di dettaglio relativo alla posizione della platea di fondazione del ponte posta in sponda sinistra fluviale e denominata P3 (vedi Figura 5-) nella citata perizia di variante.

Il rilievo topografico dell'ARAP non ha riguardato la posizione della platea di fondazione del ponte denominata P4 (*interferenza 2*) posta in destra fluviale (in quanto interrata al di sotto della pavimentazione portuale) riportata sempre nella Figura 5-, pertanto per la sua posizione ha fatto riferimento ai disegni relativi alla citata perizia di variante.

Il rilievo ha mostrato che la distanza tra l'attuale sponda in destra fluviale e la platea di fondazione P3 (*interferenza 1*) posta in sinistra fluviale è di circa 57,0 m, coerentemente con le previsioni del PRP che prevede anche l'arretramento del filo banchina nel lato destro fluviale di circa 2÷3 m ottenendo di conseguenza una larghezza complessiva di circa 60,0 m. Tuttavia, tenendo conto della geometria delle fondazioni dei piloni del ponte riportate dalla citata perizia di variante e dello spazio necessario per realizzare le opere del nuovo banchinamento fluviale, l'ARAP, qualora fosse possibile demolire tratti delle banchine esistenti fino alle fondazioni delle pile del Ponte, si riuscirebbe ad ottenere una larghezza utile idraulica in corrispondenza dell'intersezione con il ponte non superiore a circa 55,0 m, che risulta quindi di poco inferiore rispetto a quella prevista dal PRP.

Per tale motivo è stato ritenuto necessario far eseguire una nuova verifica idraulica del deflusso fluviale in condizioni di piena con una sezione idraulica con larghezza dell'alveo fluviale ridotta a 55,0 m rispetto a 60,00 prevista dal PRP, mantenendo la stessa profondità di dragaggio dell'alveo di -4,0 m prevista dal PRP 2008.

Dall'esame di questa soluzione, denominata **Soluzione A** nello studio, sono emerse possibili significative interferenze con le strutture fondali del ponte, come successivamente confermato anche nello studio specialistico affidato al progettista del Ponte del Mare.

Pertanto, in alternativa, si è voluta indagare una ulteriore soluzione che prevede di non modificare in corrispondenza dell'intersezione tra il nuovo tracciato fluviale e l'asse longitudinale del ponte l'attuale larghezza del fiume.

Quindi in questa soluzione, denominata **Soluzione B**, la larghezza del fiume risulta quella attuale pari a circa 44,0 m mentre, per quanto riguarda la profondità del fiume, in questa soluzione è stato previsto di mantenere la stessa profondità di dragaggio prevista dal PRP 2008 pari a 4,0 m.

Infine, è stata studiata una terza soluzione, denominata **Soluzione C**, che presenta una larghezza dell'alveo coincidente con quella prevista dalla Soluzione B (44,0 m) ma con una profondità di dragaggio maggiore di 1,0 m e quindi con profondità finita del canale di -5,0 m s.l.m. in corrispondenza della sezione del Ponte del Mare.

Oltre alle tre configurazioni alternative individuate, le verifiche idrauliche eseguite nell'ambito dello studio allegato [18] hanno riguardato anche la configurazione delle opere previste dal PRP 2008 che è stata utilizzata:

- per confrontare i risultati ottenuti nei precedenti studi idraulici richiamati in precedenza;
- per la "calibrazione" dei parametri idraulici da utilizzare per la valutazione delle tre soluzioni alternative dell'ARAP;
- a titolo di confronto rispetto alle configurazioni alternative proposte.



Figura 5-1 - Attuale tracciato del Fiume Pescara

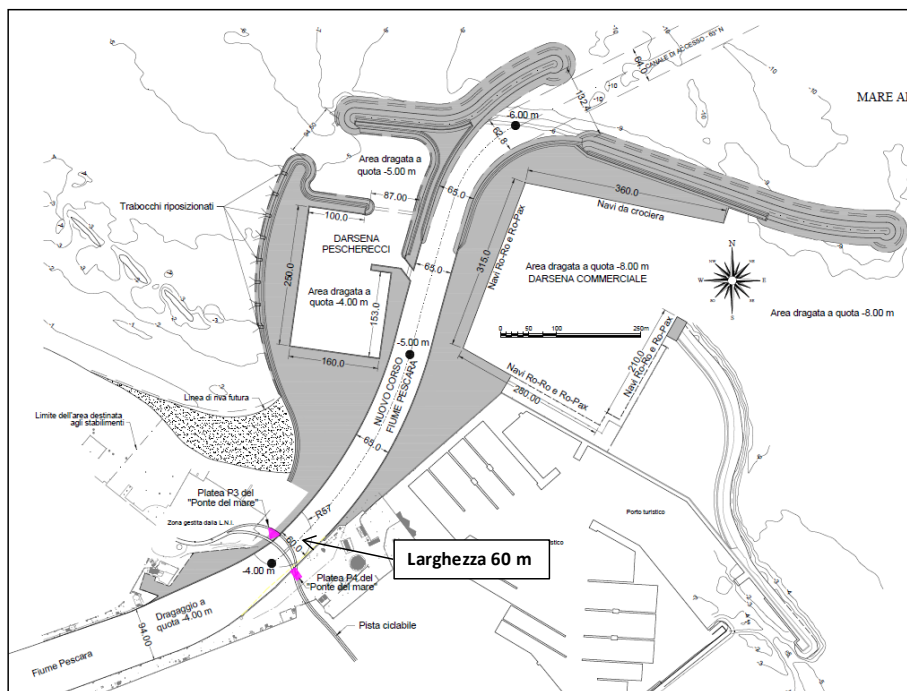


Figura 5-2 - Nuovo tracciato fluviale previsto dal PRP 2008

Le simulazioni eseguite (in condizioni di moto permanente e a fondo fisso) hanno consentito di valutare per le tre portate esaminate (caratterizzate dai tempi di ritorno di 50, 100 e 200 anni) e per ciascuna delle tre configurazioni prese in esame, le caratteristiche della corrente idrica, l'andamento dei livelli e i relativi battenti di esondazione rispetto alle attuali quote di banchina e l'andamento della velocità media della corrente idrica lungo l'asta fluviale.

A scopo cautelativo le simulazioni numeriche sono state condotte delimitando le sezioni soggette ad esondazione con pareti verticali atte a riprodurre eventuali argini rivolti ad evitare le esondazioni fluviali in pieno centro cittadino.

Nel tratto oggetto della deviazione fluviale la corrente idrica è risultata sempre contenuta all'interno del nuovo alveo fluviale con un franco minimo di circa 1,0 m.

L'esondazione fluviale avviene, come già mostrato dai precedenti studi idraulici, nella zona che attualmente non presenta arginature, ovvero quella in cui l'alveo fluviale attuale si allarga (vedi area di espansione **Errore. L'origine riferimento non è stata trovata.**) che risulta compresa tra la Capitaneria di Porto e l'inizio del tratto deviato del fiume dove verranno realizzate le nuove opere di arginatura e di risagomatura dell'alveo fluviale.

I risultati dello studio eseguito mostrano chiaramente che la conservazione della sezione idraulica attuale in corrispondenza del Ponte del Mare (**Sol B**), **presenta delle sensibili criticità** in quanto incrementa i livelli di monte e le velocità nella sezione ristretta. L'aumento delle velocità comporta una maggiore estensione della zona del canale da proteggere, mentre l'aumento dei livelli determina un incremento di quota

dell'arginatura da prevedere per evitare l'esondazione del fiume nel tratto compreso tra la sede della Capitaneria di porto e il Ponte del Mare.

Relativamente alle soluzioni A e C, nei limiti delle simulazioni monodimensionali e a fondo fisso eseguite, non si riscontrano sostanziali variazioni rispetto alla configurazione di PRP 2008 sia in termini di velocità media che di livelli.

Va però evidenziato che con le nuove soluzioni è impossibile raggiungere in pieno i risultati di miglioramento del deflusso idraulico del fiume in tal senso attesi con la progettazione del P.R.P. poi approvato dal Consiglio Regionale d'Abruzzo.

La sopra prospettata soluzione è comunque subordinata alla preventiva approvazione degli Organi amministrativi preposti, cui si rimanda per competenza ai fini della necessaria presa d'atto della condizione suesposta.

Relativamente alla **soluzione C**, apparsa la più sostenibile dal punto di vista tecnico-economico, l'Arap ha affidato al Prof. Ing. Mario De Miranda [19], progettista del Ponte del Mare, uno studio specialistico finalizzato ad approfondire l'interazione tra il nuovo alveo con le fondazioni del Ponte del Mare e verificarne la fattibilità tecnica.

La soluzione progettuale prospettata nello studio del Prof. Ing. De Miranda ha concepito un sistema strutturale costituito da una paratia realizzata con micropali tirantati integrati nella muratura delle banchine esistenti (destra e sinistra).

Tale soluzione lascia invariata l'attuale larghezza della sezione idraulica di 44,0 m in corrispondenza del ponte, e garantisce, allo stesso tempo, il sostegno delle banchine e l'assenza di decompressioni del terreno in corrispondenza delle palificate pur con il fondale abbassato di quota.

Considerata come estremamente delicata l'interferenza del Ponte del Mare con il previsto nuovo tracciato dell'alveo del fiume Pescara previsto nel P.R.P. 2008 l'Arap ha ritenuto opportuno far eseguire uno studio numerico integrativo incaricando l'Università dell'Aquila – Dipartimento di Ingegneria – Laboratorio di Idraulica Ambientale e Marittima (LIAM) - di redigere lo "*Studio numerico dell'idrodinamica e della morfodinamica della foce fluviale* [18]".

Esso prende in esame tutto il tratto terminale del fiume Pescara con dominio che si estende da una sezione di monte posta a circa 150 m dal ponte ferroviario fino ad una sezione di valle, in mare aperto, posta a 1.000 m dalla foce in modo da simulare adeguatamente lo sbocco in mare (Figura 5-3).

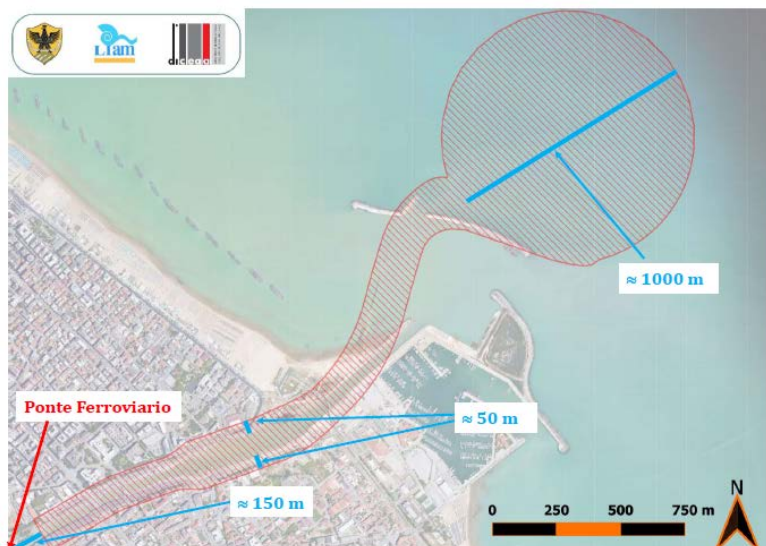


Figura 5-3. Dominio di calcolo per lo studio numerico idro - morfodinamico (Fonte LIAM)

Il dominio è suddiviso in quattro zone come evidenziato nella Figura 5-4.

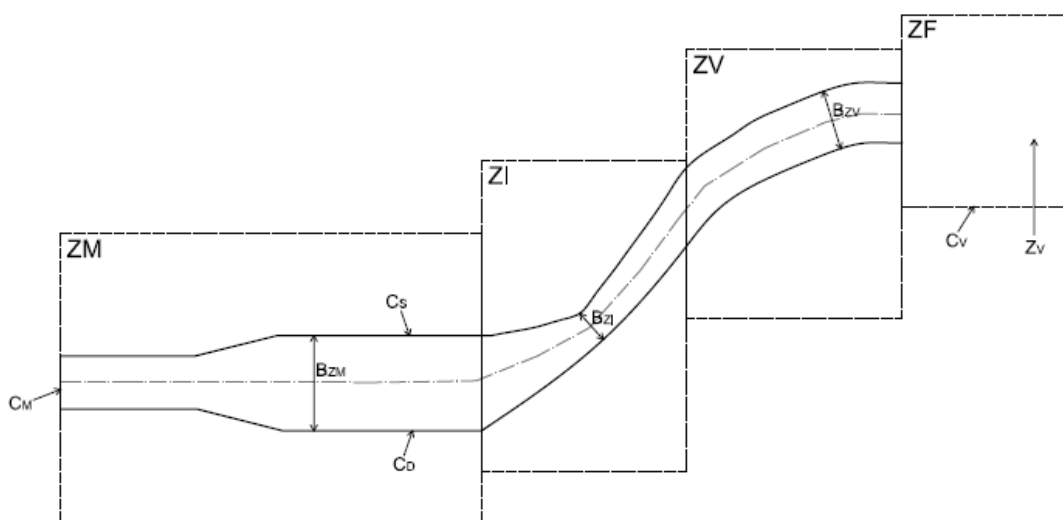


Figura 5-4. Suddivisione del dominio di calcolo

Così come richiesto, lo Studio [18] esamina l'intero tratto finale del fiume ma si sofferma in modo dettagliato sulla zona di interesse ZI ove è situata l'interferenza col Ponte del Mare.

L'obiettivo dello studio è quello di valutare gli effetti, sia sull'idrodinamica, sia sulla morfodinamica, dei parametri che definiscono la configurazione della zona di interesse (es. la larghezza dell'alveo, la profondità, l'andamento planimetrico, etc...).

Più nel dettaglio, lo studio mira a quantificare, con un approccio comparativo tra diverse configurazioni:

- l'entità delle variazioni di profondità idrica e di velocità del deflusso in corrispondenza della sezione di interesse e nel tratto immediatamente a monte;
- l'entità delle modifiche batimetriche in corrispondenza della zona di interesse.

Come detto, lo studio è di tipo comparativo tra (Figura 5-5):

- Soluzione base, costituita dalle previsioni del P.R.P. 2008;
- Soluzione A, costituita da una larghezza dell'alveo pari a 55 m ed una profondità di - 4,00 m in corrispondenza della sezione di interferenza col Ponte;
- Soluzione C, costituita da una larghezza dell'alveo pari a 44 m ed una profondità di - 5,00 m.

La soluzione B ipotizzata nello studio [3] non risulta neppure presa in considerazione.

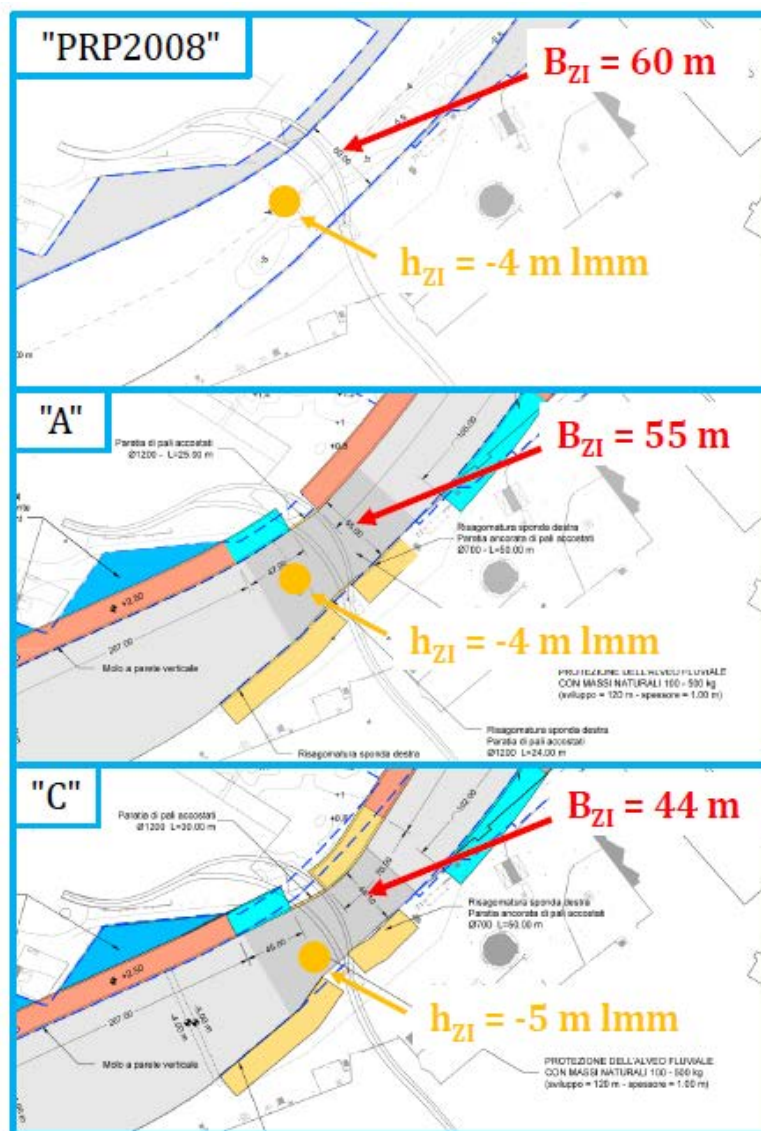


Figura 5-5 - Soluzioni a base dell'analisi comparativa

Ciò premesso, la riproduzione dell'idrodinamica secondo un approccio bidimensionale è utile alla quantificazione degli effetti idrodinamici della variazione dei parametri geometrici della foce fluviale. In particolare, con riferimento allo schema di Figura 5-5, lo studio [19] è finalizzato a quantificare l'influenza dei seguenti parametri:

- larghezza dell'alveo (BZI) in corrispondenza della curva planimetrica che caratterizza la zona di interesse (ZI);

- quota del fondo dell'alveo (zZI) in corrispondenza della curva planimetrica che caratterizza la zona di interesse (ZI);
- configurazione della curva planimetrica che caratterizza la zona di interesse (ZI).

L'influenza dei parametri geometrici della zona di interesse sull'idrodinamica del deflusso fluviale è stata verificata in relazione ad eventi non frequenti. In accordo con il dettato delle norme di attuazione del Piano Stralcio Difesa Alluvioni della Regione Abruzzo le portate considerate per le simulazioni numeriche sono associate a tempi di ritorno pari a 20, 50, 100, 200 e 500 anni (per un totale di cinque scenari di simulazione per ognuna delle configurazioni considerate). Si osserva che gli stessi tempi di ritorno sono stati considerati anche per la definizione della condizione al contorno di valle, costituita dalla marea meteorologica, ipotizzando ragionevolmente che in concomitanza di portate eccezionali si abbiano anche condizioni atmosferiche tali da indurre un sovrizzo del livello medio marino di eguale eccezionalità statistica.

La Tabella 5-1 contiene i valori numerici delle portate (Q), del livello di marea astronomica (η_a), del livello della marea meteorologica (η_m) e del livello totale (η_{tot}) al variare del tempo di ritorno (T_r).

I valori di portata considerati sono quelli relativi alla presenza delle vasche di laminazione. I valori di portata contrassegnati da un asterisco (*), poiché non presenti negli studi relativi alle vasche di laminazione, sono stati desunti applicando il coefficiente riduttivo medio relativo agli altri tempi di ritorno.

Il livello di marea astronomica considerato corrisponde alla media delle alte maree sizigiali.

Il livello di marea meteorologica non contiene il contributo dovuto al moto ondoso, ritenendo ragionevolmente trascurabile l'influenza del fenomeno di frangimento a profondità così elevate (pari a circa 10m in corrispondenza dell'area di foce). Il valore della marea meteorologica contrassegnato da due asterischi (**), è stato desunto per interpolazione lineare tra i dati disponibili, non essendo dichiarato esplicitamente nello studio a supporto del Progetto della Deviazione del Porto Canale di Pescara.

T_r (anni)	20	50	100	200	500
Q (m ³ /s)	701* (700)	941 (950)	1138 (1200)	1330 (1350)	1572* (1600)
η_a (m)	0.15				
η_m (m)	0.73	0.80	0.86	0.95**	1.04
η_{tot} (m)	0.88	0.95	1.01	1.10	1.19

Tab. 5-1. Portate e livelli di marea per i diversi valori del tempo di ritorno dell'evento

Per gli ulteriori dettagli relativi all'impostazione dello Studio [18] si rimanda alla lettura dello stesso che costituisce allegato al presente progetto.

5.1.2. Studio numerico idrodinamico e morfodinamico con Soluzione C - Analisi dei risultati

In linea generale, il deflusso idrico nel dominio di calcolo presenta le seguenti caratteristiche generali.

- Già per la portata con tempo di ritorno pari a 20 anni, la sezione idraulica a monte dell'allargamento risulta insufficiente a contenere il deflusso. Tale aspetto, seppur non inquadrabile nelle finalità di questo studio, trova riscontro negli studi precedenti che valutano la capacità idraulica della sezione (ristretta) a monte dell'allargamento tra i 500m³/s e i 750m³/s;
- Per portate superiori, e fino a tempi di ritorno pari a 500 anni, l'insufficienza idraulica si estende verso valle fino ad interessare l'area dell'allargamento a monte della zona di interesse;
- La zona a valle della zona di interesse risulta idraulicamente sufficiente al deflusso delle portate anche con tempi di ritorno molto elevati (anche pari a 500 anni);
- Il deflusso avviene in regime sostanzialmente monodimensionale nell'allargamento (a monte della zona di interesse) con una superficie libera sostanzialmente orizzontale;
- In corrispondenza della zona di interesse, la superficie libera è inclinata a causa dell'andamento curvilineo delle sponde. La differenza di quota della superficie libera tra il lato interno e il lato esterno raggiunge mediamente i 0.15 m;
- Il deflusso si verifica con un numero di Froude (locale) generalmente sempre inferiore all'unità. In linea di principio, tale osservazione implica che la modifica della geometria della zona di interesse non influenza significativamente le caratteristiche idrodinamiche del deflusso a valle. D'altra parte, può essere fonte di disturbo per il deflusso a monte;
- Le zone caratterizzate dal più alto numero di Froude si concentrano in corrispondenza delle sponde, ove il deflusso viene convogliato nell'alveo principale, ed in corrispondenza della sezione di monte dell'allargamento;
- Le velocità raggiungono valori elevati in corrispondenza della sezione di monte dell'allargamento con valori compresi tra circa 4 m/s (tempo di ritorno 20 anni) e circa 6.0 m/s (tempo di ritorno 500 anni).

Pag.
119

Relativamente allo studio morfodinamico condotto in parallelo allo studio idrodinamico cui si è fatto brevemente cenno, oltre a rimandare all'elaborato completo che fa parte del presente progetto, si esplicitano le considerazioni conclusive da esso ricavate e testualmente riportate come segue:

“Gli obiettivi dello studio illustrato in questa relazione possono essere sintetizzati come segue:

- *lo studio è finalizzato alla stima delle scale di deflusso solido e alla stima dell'evoluzione del fondo a seguito del verificarsi dell'evento ventennale;*

- lo studio **non** ha l'obiettivo di valutare l'efficacia della configurazione prevista dal PRP2008 (peraltro già ampiamente indagata con numerosi studi a supporto della soluzione adottata e approvata), nè tanto meno quella di rappresentare uno studio di interrimento dell'asta fluviale finalizzato alla valutazione degli oneri di manutenzione del tratto focale del Fiume (in quanto oggetto di numerosi studi pregressi);
- lo scopo dello studio è di effettuare un'analisi comparativa in grado di valutare quantitativamente l'influenza della geometria della zona di interesse sull'evoluzione del fondo nell'area di interesse;
- la configurazione prevista dal Piano Regolatore Portuale (PRP2008) è presa a riferimento per l'analisi comparativa;
- oltre alla configurazione di riferimento, sono considerate le due configurazioni "A" e "C", così come denominate nel progetto.

I risultati dello studio, in termini morfologici medi annui, possono essere sintetizzati come segue:

- **l'analisi delle scale di deflusso solido evidenziano una zona di deposito in corrispondenza dell'allargamento e una zona di erosione in diretta corrispondenza dell'area di interesse;**
- in generale, il trasporto solido stimato per la configurazione di riferimento (PRP2008) è superiore a quello relativo alle configurazioni "A" e "C" sino alla sezione immediatamente a monte dell'area di interesse;
- in diretta corrispondenza dell'area di interesse, il trasporto solido valutato per la configurazione di riferimento risulta inferiore a quello delle configurazioni modificate;
- sino alla sezione immediatamente a monte dell'area di interesse, il deposito relativo alla configurazione di riferimento risulta superiore rispetto a quello delle configurazioni "A" e "C".
- nell'area di interesse il tasso erosione relativo alla Configurazione "C" risulta il più grande tra le configurazioni testate, a causa dell'elevato valore delle velocità. Tale aspetto giustifica l'armatura del fondo prevista nel progetto;
- a causa dell'aumento della velocità del deflusso indotto dalla presenza del restringimento nella zona di interesse, rispetto alla configurazione di riferimento, i risultati numerici suggeriscono che, per entrambe le configurazioni modificate ("A" e "C"), il deposito in corrispondenza della zona di monte tenda a diminuire passando da circa 20'000m³/annui a circa 12'000m³/annui;
- **in corrispondenza della zona di interesse, si osserva un'erosione con valori massimi stimati per la configurazione "C" (ottenuti trascurando l'effetto dell'armatura del fondo).**

In relazione agli effetti morfodinamici dell'evento ventennale, i risultati dello studio possono essere sintetizzati come segue:

- continua ad osservarsi un deposito nella zona di monte, che raggiunge un valore di 15'500 m³ per la configurazione di riferimento, e che diminuisce a 11'000 m³ per la configurazione "A" e a 12'400 m³ per la configurazione "C";
- in assenza di armatura del fondale, si osserva uno scavo nell'area di interesse che, pari a 4'500 m³ per la configurazione di riferimento, aumenta a circa 5'300m³ per la configurazione "A" e a circa 4'000m³ per la configurazione "C";
- riproducendo l'effetto dell'armatura del fondale, come atteso, si verifica uno scavo immediatamente a valle della protezione."

Pag.

5.1.3. Scelta della tipologia costruttiva delle opere di protezione delle sponde del fiume in corrispondenza della sezione ristretta del Ponte del Mare

120

L'interferenza costituita dalla presenza del Ponte del Mare e, in particolare, dalle relative fondazioni che non consentono di realizzare l'allargamento dell'alveo del fiume come previsto nel P.R.P., sono state sviluppate due soluzioni progettuali che consentono l'approfondimento dell'alveo fino alla quota di -5,00 m s.l.m. senza produrre effetti sulle fondazioni stesse.

Le due soluzioni sono poi state poste a confronto per la scelta di quella definitiva.

Il primo studio specialistico è stato commissionato al Prof. Ing. Mario De Miranda [19], progettista del Ponte del Mare, che ha individuato un sistema strutturale costituito da una paratia realizzata con micropali tirantati integrati nella muratura delle banchine destra e sinistra esistenti.

Nello studio si evidenzia che tale soluzione garantisce, allo stesso tempo, il sostegno delle banchine pur con il fondale del canale abbassato di quota e l'assenza di decompressioni del terreno in corrispondenza delle palificate delle fondazioni delle pile del Ponte del Mare, in quanto i tiranti sono stati previsti di tipo attivo, ossia pretensionati.

La soluzione, per la cui migliore descrizione si rinvia all'elaborato specifico, ha individuato la seguente struttura:

- micropali affiancati, da realizzare in perforazione del muro esistente, fino ad una quota di circa -12,00 m dal piano di campagna;
- travi di ancoraggio e collegamenti dei micropali;
- tiranti di ancoraggio;
- nuove travi di coronamento ed opere di finitura.

Nelle seguenti figure sono riportate le soluzioni individuate nello studio:

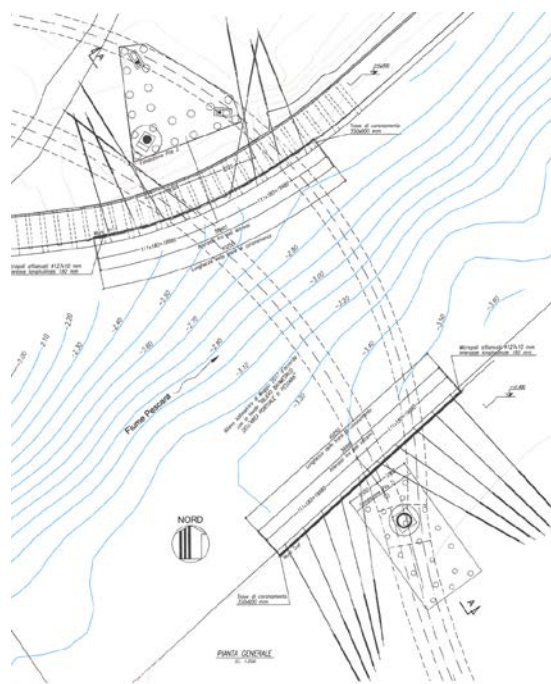


figura 5-6 - Pianta generale

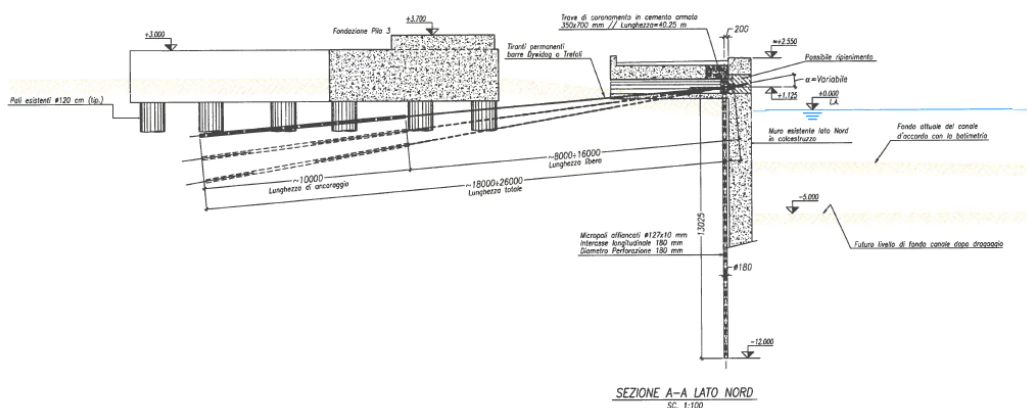


Figura 5-7 – sezione sponda sinistra

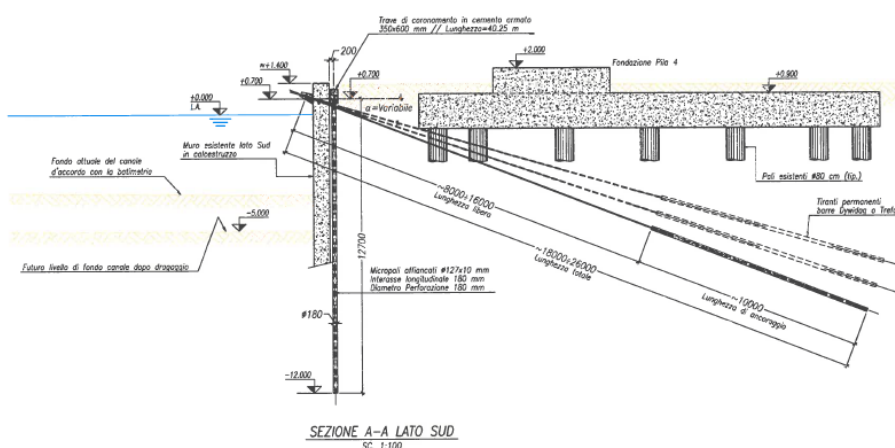


Figura 5-8 – sezione sponda sinistra

Il secondo studio, commissionato allo studio geotecnico AGIS Ingegneria di Roma, ha fornito una soluzione leggermente diversa che consente di consolidare le banchine esistenti senza prevedere la realizzazione di tiranti pretensionati.

Nello studio sono state studiate le sezioni tipo strutturali da realizzare sia sul lato sx che sul lato dx delle sponde in corrispondenza del Ponte del Mare, denominate con S1 ed S2, sul lato sx, e D1 e D2 sul lato dx.

Dal confronto tra le due soluzioni progettuali, in questa fase, è emerso che la soluzione migliore è risultata essere quella del secondo studio, dal momento che non prevede la realizzazione di tiranti pretensionati, più sensibili alla corrosione, e consente di consolidare le banchine senza ridurre la larghezza attuale della sezione del fiume in corrispondenza del ponte, consentendo di rispettare la sezione idraulica presa a riferimento nello studio idraulico-marittimo dell'interferenza.

Si ritiene, in ogni, caso che, con l'avanzamento delle fasi di attuazione della deviazione del porto canale di Pescara possano essere comunque condotte ulteriori indagini conoscitive sull'effettiva consistenza delle banchine attuali che potranno consentire anche un ulteriore miglioramento della soluzione progettuale prescelta.

Nel successivo capitolo descrittivo delle opere previste nel presente progetto sono illustrate le caratteristiche delle opere di consolidamento progettate in corrispondenza delle fondazioni del Ponte del Mare.

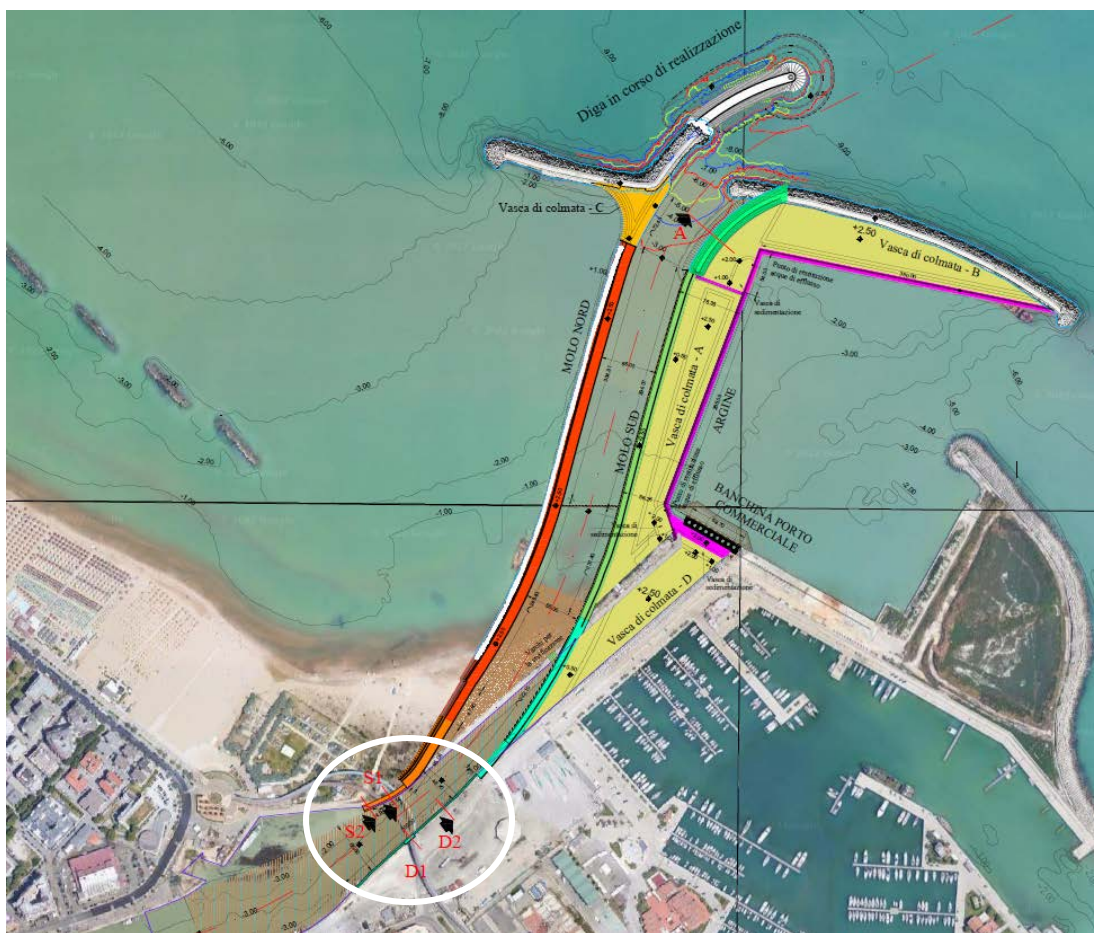


Figura 5-9 – Planimetria con Sezioni S1, S2, D1, D2

5.2. Nuove banchine – Confronto delle tipologie realizzative

Le opere oggetto del presente progetto, dal punto di vista planimetrico, sono esattamente quelle individuate dal PRP 2008 e, pertanto, l'analisi delle alternative progettuali ha riguardato la scelta della tipologia realizzativa delle opere.

Il PRP 2008 suggeriva di utilizzare per la realizzazione della deviazione fluviale una soluzione a cassoni dotati di celle anti-riflettenti.

La funzione delle celle, localizzate nei cassoni di sponda, sarebbe stata quella di garantire l'attenuazione del moto ondoso che penetra all'interno del porto canale.

Tuttavia, le simulazioni numeriche eseguite in relazione alla penetrazione del moto ondoso nel canale, come descritto nella presente relazione e negli studi specialistici allegati al presente progetto, hanno mostrato che il moto ondoso viene completamente annullato lungo lo stesso canale a partire dalla sezione posta a circa 200,0 m

dalla foce anche in presenza di opere di delimitazione delle nuove sponde fluviali senza celle antiriflettenti.

Infatti, l'attenuazione delle onde è causata dalle opere a gettata di delimitazione dell'imboccatura portuale e dalla giacitura ad S del canale deviato.

Pertanto, come descritto in dettaglio nei paragrafi seguenti, essendo venuta meno la necessità di utilizzare celle antiriflettenti, si è ritenuto opportuno mettere a confronto la soluzione a cassoni con quella a paratie in acciaio o in calcestruzzo.

Rimandando ai paragrafi seguenti per il confronto puntuale, si premette che la soluzione con paratie offre nel caso di Pescara l'indubbio vantaggio, rispetto a quella a cassoni, di non richiedere l'esecuzione di scavi per l'imbasamento delle opere e quindi di ridurre considerevolmente il volume dei sedimenti da gestire rispetto a quelli strettamente necessari per i sedimenti dragati per il nuovo alveo, riducendo la necessità di volumi di stoccaggio che, peraltro, dovrebbero essere disponibili fin dall'inizio della realizzazione delle opere, quando non sono state ancora realizzate le necessarie vasche di colmata o disponibili altri volumi dove collocarli.

In conclusione, queste, oltre alle altre ragioni di seguito esposte, hanno portato a preferire la soluzione con paratie.

5.2.1. Banchine (palancole o cassoni)

Per definire la tipologia costruttiva ottimale per la deviazione del tratto terminale del fiume Pescara, occorre che la soluzione scelta soddisfi almeno i seguenti requisiti:

- ridotta permeabilità trasversale per separare le acque del Pescara da quelle portuali (darsena pesca e darsena commerciale);
- garantire al piede dell'opera delle profondità minime (come previste nelle tavole progettuali) necessarie al transito delle piene;
- garantire la stabilità delle opere anche in caso di escavazioni del fiume in occasione delle piene;
- garantire una continuità del fronte banchina al fine di evitare discontinuità idrauliche, e al fine di evitare possibili escavazioni o depositi localizzati;
- utilizzare per quanto possibile il materiale proveniente dai dragaggi per realizzare il nuovo percorso fluviale;
- costi ridotti per la manutenzione del fiume.

A tale fine sono state analizzate due soluzioni alternative, che prevedono:

- a. cassoni di calcestruzzo armato con celle antiriflettenti e terrapieno retrostante (soluzione proposta nel PRP 2008);
- b. doppia paratia di acciaio (palancole) o di pali collegate in sommità con tiranti di acciaio.

Queste due soluzioni sono rappresentate nella Figura 5-10 e nella Figura 5-11.

La prima soluzione (a) prevede le seguenti lavorazioni:

- dragaggio della cunetta di imbasamento dei cassoni a quota variabile tra -4.50 m e -6.50 m slm pari a 0.5 m sotto la profondità di progetto del canale;
- la posa in opera di cassoni prefabbricati con cella antiriflettente e successivo riempimento con materiale arido;
- rinfiaccio a tergo con un primo strato di materiale arido 5-50 kg;
- realizzazione della trave di coronamento;
- formazione del piazzale retrostante con tout-venant di cava (o materiale proveniente dal dragaggio), protetto, nel lato della darsena pescherecci, da un doppio strato di massi naturali di pezzatura 1-3 t, con interposto uno strato filtro di pietrame 100-500 kg;
- la sezione si completa in sommità a quota +2.50 m slm con pavimentazione flessibile.

La seconda soluzione (b) invece si configura come un “cofferdam”, caratterizzato da:

- doppia paratia di palancole metalliche di cui una posta a delimitare il nuovo corso del fiume Pescara e la seconda come ancoraggio e come filo banchina della nuova darsena pescherecci;
- rinfiaccio con tout-venant (TV) di cava per entrambe i palancolati con larghezza in sommità tale da consentire il passaggio dei mezzi di cantiere;
- realizzazione delle due travi di coronamento;
- riempimento tra i due rilevati di TV con materiale proveniente da dragaggi o eventualmente da TV;
- attesa che il materiale posto in colmata espleti i cedimenti attesi;
- posa in opera dei tiranti di acciaio che collegano le due palancole;
- posa dello strato finale in TV e successiva realizzazione della pavimentazione di sommità.

La soluzione scelta è stata la b) in quanto:

1. assicura una minore permeabilità trasversale, grazie alla conformazione dei gargami delle palancole presenti tra l'altro su entrambi i lati del nuovo molo;
2. è progettata per resistere ad almeno 1,0 m di scalzamento al piede dell'opera in occasione delle piene, sotto l'azione del terremoto e di un sovraccarico in banchina di 1,2 t/m²;
3. entrambe le soluzioni garantiscono un fronte continuo lungo il fiume senza discontinuità importanti;
4. permette di depositare al suo interno maggiore quantità di materiale proveniente dai dragaggi, se idoneo;
5. ha costi di manutenzione minori, tenendo presente che le palancole sono dimensionate con uno spessore sacrificale per tener conto dell'eventuale corrosione.

SOLUZIONE A CASSONI

Scala 1:200

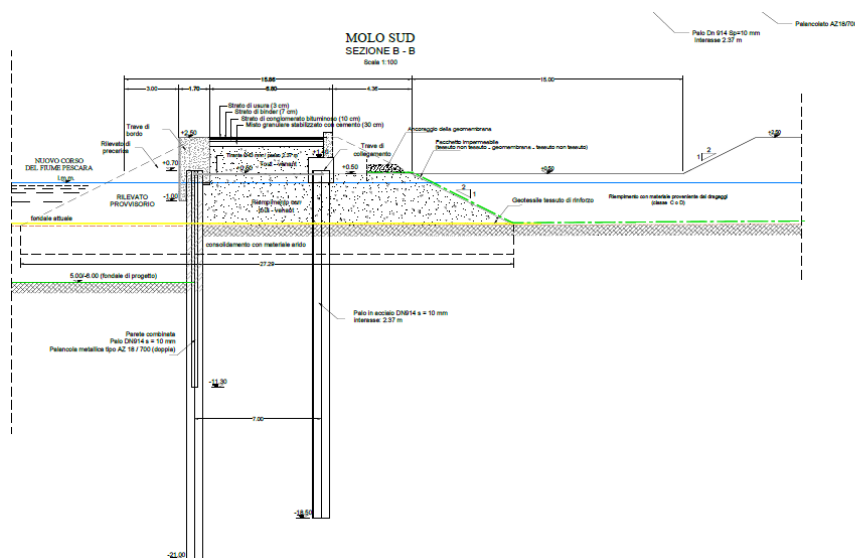
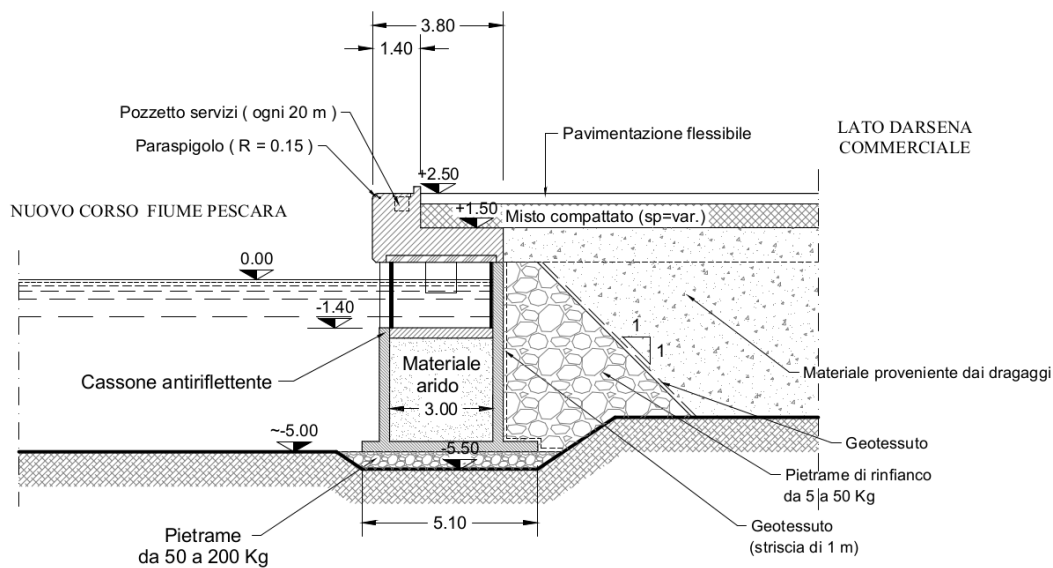


Figura 5-11. Soluzione a cassoni e con doppia paratia in acciaio poste a confronto
Lato darsena commerciale

5.3. Raccordo Molo Nord – Diga foranea

Nella prima versione del progetto per il raccordo del nuovo Molo Nord con la diga foranea esistente era stata ipotizzata la realizzazione di un'opera a gettata, di tipo classico, con nucleo costituito in parte dalla scogliera sommersa già realizzata dal Provveditorato ed in parte completato con tout-venant, strati filtro con massi 0.3/0.7 t e 100/500 kg, una mantellata di protezione di pezzatura 3-7 t kati fuyne Oescara ed 1-3 t lato mare, con sovrastruttura in c.a. con quota di sommità a + 2,50 m s.l.m.

Per raggiungere il fondale di progetto, che per il nuovo alveo del fiume Pescara è previsto a - 6,00 m s.l.m., e poter garantire cedimenti limitati nel tempo, per poter realizzare la scogliera di raccordo era anche previsto un dragaggio del fondale in corrispondenza della cunetta di imbasamento dell'unghia al piede (-7,00 m s.l.m.) e sia del restante corpo diga (- 3,50 m s.l.m.).

Le indagini geotecniche hanno mostrato che i sedimenti per una potenza di almeno 5,00 m sono costituiti da sabbie limose inconsistenti o poco consistenti, per le quali, prima della caratterizzazione di luglio 2021, era stato ipotizzato un possibile riutilizzo.



Figura 5-12 – Planimetria raccordo Molo Nord – Diga foranea

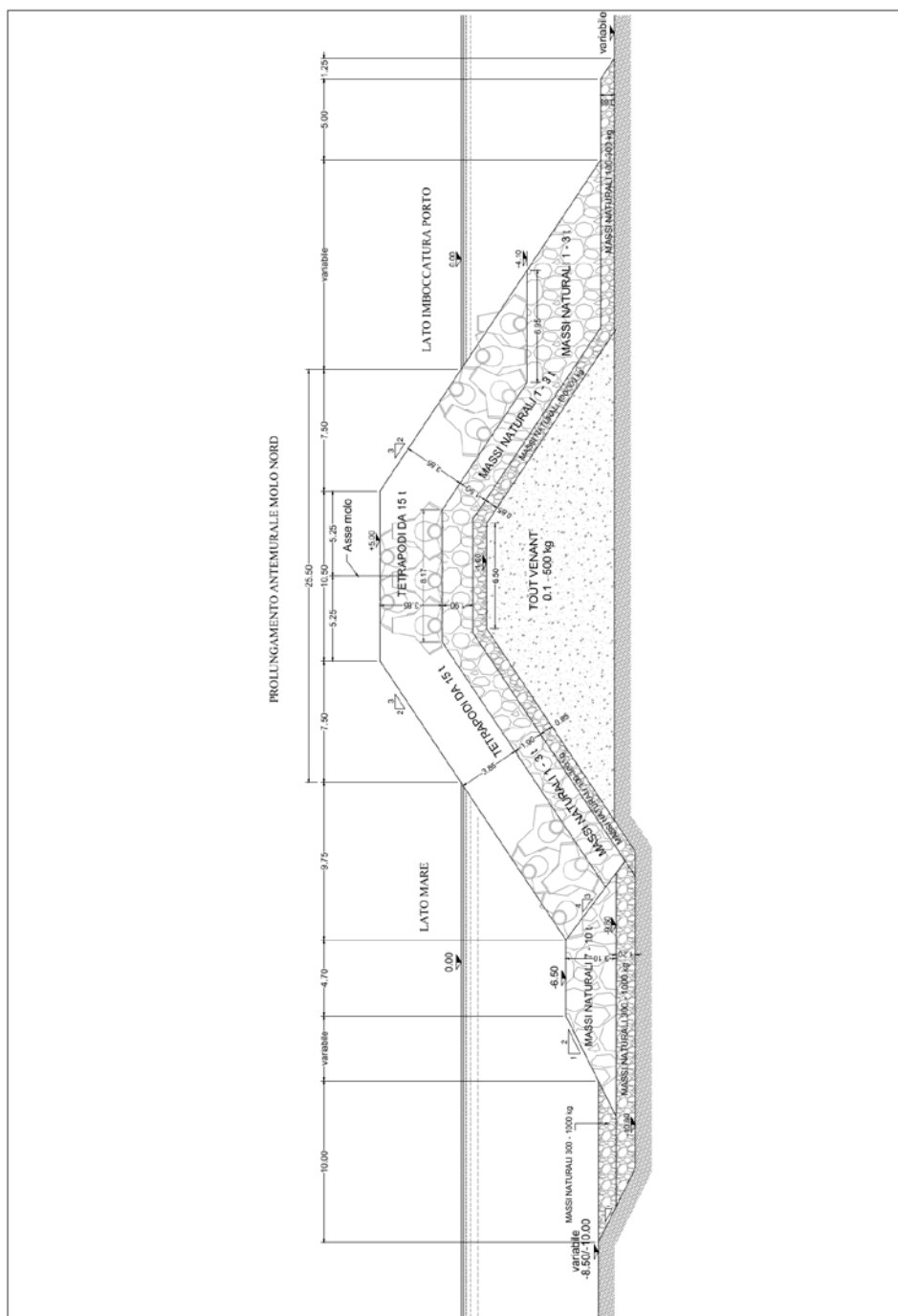


Figura 5-14 - Pennello di foce

5.5. Scarico di emergenza della fognatura comunale

Con riferimento alla **Errore. L'origine riferimento non è stata trovata.**, il terrapieno posto in sinistra idraulica a monte del Ponte del Mare che si viene a creare a seguito della risagomatura spondale colmerà l'area a forma triangolare che attualmente è soggetta a rilevanti interrimenti dovuti al trasporto solido fluviale.

In questa area è localizzato lo scarico di emergenza della fognatura del quale si sta occupando con diverso progetto l'ERSI che, tramite il Gestore del Servizio Idrico ACA S.p.A. ha già appaltato la realizzazione di una vasca di prima pioggia.

5.6. Piano Demaniale Comune di Pescara – Area Dunale - WWF

Le opere da realizzare ricadono in aree ricomprese nel Piano Demaniale Marittimo del Comune di Pescara, approvato con delibera di Consiglio Comunale n. 164 del 12.11.2007 e con delibera di Consiglio Comunale n. 150 dell' 08-10-2008, e del Piano Demaniale Marittimo della Regione Abruzzo.

Il piano demaniale marittimo del Comune prevede, nella suddivisione dell'arenile, un ambito definito come "arenile della Madonnina", dove è prevista la realizzazione di un parco naturalistico dell'ambiente della sabbia e delle dune, con un'area di nidificazione del Frattino.

La delimitazione di tale area dovrà essere effettuata garantendo le aree per la realizzazione delle opere previste nel nuovo Piano Regolatore Portuale di Pescara.

Nella fase di acquisizione delle autorizzazioni gli Enti competenti potranno rilasciare le eventuali prescrizioni ambientali per tutelare tali aree, compatibilmente con la realizzazione delle opere, che saranno integralmente recepite nei successivi livelli di progettazione.

5.7. Trabocchi Molo Nord esistenti

La realizzazione delle opere di progetto interferiscono con i n. 9 trabocchi presenti nel Molo Nord attuale.

Per la realizzazione delle opere previste nella prima FASE A i trabocchi non sono interferenti.

Per la realizzazione delle opere previste nella successiva FASE B risultano interferenti gli ultimi quattro trabocchi, che dovranno pertanto essere rimossi per consentire la realizzazione della cassa di colmata A.

Per la realizzazione delle restanti opere previste nell'ultima FASE C risultano interferenti tutti i trabocchi, per cui dovranno essere preventivamente rimossi prima di poter avviare l'esecuzione delle opere.

Allo stato attuale il nuovo PRP 2008 prevede che i trabocchi siano collocati sul lato nord della banchina del nuovo bacino pescherecci, opera che non risulta ancora programmata e finanziata.

Per tale motivo, quando si giungerà a dover avviare le opere di FASE B non sono disponibili le aree del nuovo piano regolatore portuale dove poter ricollocare, anche in via provvisoria, i quattro trabocchi interferenti.

In questa fase è stato previsto che, prima dell'avvio dei lavori di FASE B, le concessioni demaniali dovranno essere revocate e le costruzioni interferenti dovranno essere preliminarmente rimosse.

Si ritiene opportuno evidenziare che, sulla base degli attuali cronoprogrammi, l'inizio dei lavori della FASE B è previsto quando la costruzione del Molo Nord della FASE A è ultimata, per cui le Autorità competenti possono prendere in considerazione la possibilità di un ricollocamento in via provvisoria dei trabocchi sul Nuovo Molo Nord.

6. PROGETTO DELLA DEVIAZIONE DEL PORTO CANALE

6.1. PREMESSA

Dopo la concessione dei finanziamenti descritti nel primo capitolo l'Arap ha proceduto prima a redigere il progetto di fattibilità tecnica ed economica della deviazione del porto canale, FASE 1 di attuazione del Piano Regolatore Portuale e, successivamente, ha individuato le prime opere da realizzare con le risorse finanziarie messe a disposizione.

Il progetto di fattibilità tecnica ed economica, elaborato dall'ufficio tecnico dell'Arap, con il supporto di specialisti esterni, è stato approvato con deliberazione del C.d.A. n. 94 del 11/05/2020 e prevedeva un quadro economico di spesa complessivo di € 52.200.000,00.

La prima versione del progetto aveva individuato le seguenti opere per realizzare la deviazione del fiume Pescara:

- due nuovi moli guardiani (Nord e Sud) disposti con giacitura curvilinea a forma di S;
- un pennello di foce posto in sinistra idraulica del canale deviato;
- protezione spondale atta a preservare l'integrità strutturale del Ponte del Mare;
- un terrapieno posto in destra idraulica destinato ad accogliere "tout venant" e materiale proveniente dai dragaggi;
- un terrapieno posto in sinistra idraulica eventualmente destinato ad accogliere "tout venant";
- dragaggio del nuovo tracciato fluviale fino a raggiungere le quote di progetto;
- protezioni del fondale necessarie per contenere i fenomeni di escavazione del nuovo alveo fluviale durante le piene;
- demolizione del tratto di sponda sinistra dell'attuale canale di accesso al porto intercettato dai due nuovi moli guardiani

Le opere progettate, come previsto dal PRP 2008, consentivano di raggiungere l'obiettivo di spostare la foce fluviale oltre la diga foranea esistente per ottenere i seguenti vantaggi:

- eliminare il problema della sedimentazione nella darsena commerciale separando idraulicamente il porto commerciale dall'asta fluviale consentendo l'esercizio in sicurezza della stessa darsena commerciale;
- bloccare i sedimenti movimentati dal trasporto solido longitudinale costiero proveniente da Ovest affinché non si mescolino con quelli fini e parzialmente inquinati provenienti dal trasporto solido fluviale;
- eliminare l'impatto del "plume" fluviale sulle coste adiacenti per consentire alle attività;

- turistico-balneari una buona qualità delle acque marine;
- garantire l'accesso in sicurezza ai pescherecci e alla nautica minore nel porto canale.

In mancanza di un aggiornato piano di caratterizzazione dei sedimenti provenienti dai dragaggi del nuovo alveo il progetto aveva concepito due moli guardiani in grado di accogliere al loro interno parte del materiale di dragaggio non utilizzabile a scopo di ripascimento, in particolare quello limoso presente a ridosso della diga foranea, in corrispondenza della nuova foce.

Il progetto è stato sottoposto all'esame della Conferenza di servizi preliminare ex Art. 14 bis della L. n. 241/1990 e s.m.i., convocata con nota prot. n. 1758 del 13/03/2020.

Come previsto dall'art. 7 della Legge 14 giugno 2019, n. 55, applicabile pro-tempore, il progetto, essendo di importo inferiore ad € 75.000.000, è stato trasmesso anche al competente Provveditorato Interregionale per le OO.PP. Lazio, Abruzzo e Sardegna per il parere di cui all'art. 215, comma 3, del D.Lgs. n. 50/2016.

In sede di conferenza sono stati acquisiti i pareri preliminari del Servizio del Genio Civile regionale di Pescara, prot. n. 94314 del 06/04/2020, dell'Autorità di Sistema Portuale del Mare Adriatico Centrale prot. n. 2985 del 28/04/2020, della Capitaneria di Porto di Pescara prot. n. 9475 del 17/04/2020 dell'ARTA Abruzzo acquisita al prot. dell'Ente al n. 2631 del 04/05/2020.

Nel frattempo sono state avviati i procedimenti per caratterizzare i sedimenti da dragare per realizzare le opere necessarie per la deviazione del porto canale.

La campagna di indagini geologiche e di caratterizzazione dei sedimenti è stata conclusa nel mese di luglio 2021, condotta con il supporto dell'ARTA, Agenzia Regionale per la Tutela dell'Ambiente.

Dalla caratterizzazione è emerso che la tipologia dei sedimenti, stimati in circa 203.000 m³, è costituita per circa 36.000 mc da sedimenti di classe A, per circa 2.000 mc di sedimenti di classe B, per circa 34.000 mc di sedimenti di classe C e per circa 125.000 mc di sedimenti di classe D.

Ulteriori 8.000 mc circa di sedimenti sono risultati di classe E, per i quali, quindi, si dovrà prevedere la completa rimozione ed il successivo smaltimento in discariche autorizzate.

Il presente aggiornamento progettuale si è reso così necessario per adeguare le previsioni progettuali ai risultati della caratterizzazione geotecnica ed ambientale completata a luglio 2021, soprattutto per quanto riguarda la gestione dei sedimenti, risultati peggiori delle iniziali previsioni, e per tenere conto delle problematiche ambientali e geotecniche derivanti dalla gestione di tale tipo di sedimenti.

Una specifica attenzione, in particolare, è stata posta al controllo ed alla soluzione preventiva dei problemi di interazione degli scavi con le banchine in destra e sinistra idraulica, a ridosso delle quali ricadono anche gli appoggi del Ponte del Mare, al fine di rendere gli interventi compatibili con la funzionalità delle opere.

Dopo diversi approfondimenti progettuali e confronto tra le diverse possibili soluzioni, condotti in collaborazione con l’Autorità di Sistema Portuale di Ancona, con il supporto di società di ingegneria specializzate in opere marittime e del Laboratorio di Idraulica Marittima e Ambientale dell’Università dell’Aquila, per contenere l’incremento dei costi ed ottenere una maggiore sostenibilità economica ed ambientale, sono state introdotte nel progetto delle vasche di colmata, previste all’interno del porto di Pescara, dove è stato previsto di collocare i sedimenti risultanti di classe C e D provenienti dal dragaggio ed escavo del nuovo alveo del fiume.

Il progetto mira, quindi, a smaltire e ricollocare i materiali in esubero derivanti dai dragaggi nelle vasche di colmata previste nell’ambito portuale commerciale e, nello stesso tempo, contenere al massimo l’impiego di materiale inerte di cava, reimpiegando il materiale derivante dalla demolizione del tratto di banchina intercettato dal nuovo tracciato fluviale.

Le vasche di colmata sono state ubicate nelle aree dove il PRP prevede, in futuro, la realizzazione delle banchine della nuova darsena commerciale.

L’assetto delineato dall’attuale progetto costituisce quindi punto intermedio tra lo stato attuale e la configurazione finale del porto prevista nel nuovo Piano Regolatore Portuale.

L’anticipazione dei terrapieni nell’area retro-banchina della darsena commerciale, in conformità alle previsioni del P.R.P., consente infatti di realizzare quattro vasche di colmata impermeabilizzate, identificate in progetto con le lettere “A”, “B”, “C” e “D”, che, complessivamente, sono in grado di contenere circa 160.000 mc di sedimenti di scarsa qualità, volume risultato compatibile con quelli provenienti dalle attività di escavo del nuovo alveo del fiume.

Un ulteriore aspetto analizzato ha riguardato la definizione dei volumi da conferire nella zona da adibire a “colmata” nella fascia compresa tra il nuovo Molo Sud e l’allineamento interno della futura Darsena Commerciale.

Anche in questo caso, i potenziali problemi di cedimento originati dalla elevata compressibilità dei terreni alluvionali profondi, impone che già in questa fase preliminare vengano compiutamente tracciate le linee progettuali di indirizzo per una corretta gestione dei sedimenti di dragaggio in colmata che eviti impropri effetti al contorno sulle opere già realizzate.

Una ricognizione di carattere generale sulle principali problematiche geotecniche e sulla modellazione dei terreni è riportata in una specifica Relazione Geotecnica ed alla quale si rinvia.

Si evidenzia, comunque, che nel mese di settembre 2023 sono state ripetute le caratterizzazioni dei sedimenti di due delle aree caratterizzate a luglio 2021, denominate P37 e P40S, in quanto interferenti con la realizzazione del MOLO NORD, previsto nella prima FASE A di competenza dell'Arap.

Nella precedente caratterizzazione i sedimenti di queste due celle erano risultati di classe E, mentre nella nuova caratterizzazione, conclusa a settembre 2023 e validata dall'Arta Abruzzo, i sedimenti sono risultati di classe migliore e tali da non richiedere la loro preventiva rimozione e trasporto a discarica per realizzare il MOLO NORD.

A seguito dei risultati della nuova caratterizzazione dei sedimenti prelevati nelle aree denominate P37 e P40S, validate dalla competente ARTA Abruzzo con nota prot. n. 608 del 09/01/2024, e delle conclusioni degli studi idraulici condotti dall'Università dell'Aquila redatti in data 24/02/2024 e relativi agli effetti idraulico-marittimi conseguenti alla realizzazione del tratto di collegamento tra il nuovo Molo Nord e l'esistente diga foranea, sono stati ridefiniti gli obiettivi del progetto, in particolare quelli della prima FASE A, come meglio di seguito descritto.

Nella prima FASE A, già appaltata dall'Arap mediante l'istituto dell'appalto integrato, è prevista la realizzazione del nuovo MOLO NORD, senza il tratto di collegamento con l'esistente molo Nord, e la realizzazione delle opere di raccordo del nuovo MOLO NORD con l'esistente diga foranea.

Con la realizzazione delle opere ricomprese nel progetto della FASE A, denominato "DEVIAZIONE DEL PORTO CANALE DI PESCARA (CUP D24B16000260001)" – "COMPLETAMENTO DEI NUOVI MOLI GUARDIANI (CUP D21C18000210001)": FASE A: REALIZZAZIONE DEL MOLO NORD, la cui attuazione è di competenza dell'ARAP, la configurazione intermedia del porto risulterà essere quella riportata nella seguente figura:



Figura 6-1 - Configurazione Porto Pescara dopo la realizzazione delle opere di FASE A

L'opera di raccordo alla diga foranea è stata prevista con un sistema combinato palopanacola, posto in opera con formazione di celle antiriflettenti, sistema che consente di ottenere l'assorbimento delle onde come previsto negli studi di propagazione del moto ondoso nel canale evitando o, comunque, eliminando l'esecuzione di costosi dragaggi in questa specifica fase.

Dopo la realizzazione delle opere della FASE A il progetto prevede la realizzazione delle opere previste nella successiva FASE B, già finanziate in favore dell'Autorità di Sistema Portuale.

Il progetto della FASE B, denominato "INTERVENTI DI DEVIAZIONE DEL PORTO CANALE (CUP J24E21001210006)", prevede la realizzazione del MOLO SUD, tranne il tratto di raccordo con l'esistente molo Nord, la realizzazione della vasca di colmata A e la realizzazione del primo tratto del nuovo alveo del fiume, i cui sedimenti saranno collocati all'interno della vasca A.

Prima dell'avvio delle operazioni di dragaggio, previste nella FASE B e nella FASE C, si procederà alla nuova caratterizzazione dei sedimenti dei tratti interessati dai dragaggi, al fine di acquisire le autorizzazioni di cui all'art. 109 del D.Lgs. n. 152/2006 e s.m.i. e permettere di individuare la migliore gestione dei sedimenti dal punto di vista della sostenibilità economica ed ambientale.

Dopo la realizzazione delle opere previste nella FASE B la configurazione intermedia del Porto di Pescara sarà quella riportata nella seguente figura:



Figura 6-2 - Configurazione Porto Pescara dopo la realizzazione delle opere di FASE B

Per ridurre eventuali impatti e migliorare le caratteristiche ambientali dello specchio d'acqua ricompreso tra il nuovo MOLO NORD ed il nuovo MOLO SUD è previsto, nella FASE B, di realizzare dei collegamenti idraulici tra l'attuale tratto finale del fiume e lo specchio di acqua ricompreso tra i due nuovi tratti di Molo Sud e Molo Nord, definiti collegamenti di vivificazione.

L'ultima FASE C, che la Regione Abruzzo sta programmando negli interventi 2021/2027, prevede la realizzazione di tutte le restanti opere necessarie per deviare il porto canale verso la nuova foce e per raggiungere il primo obiettivo del nuovo Piano Regolatore Portuale.

Ultimate le opere della FASE C si raggiungerà l'obiettivo della fase 1 del PRP (deviazione del Porto canale di Pescara) e la configurazione del porto sarà quella riportata nella seguente figura:

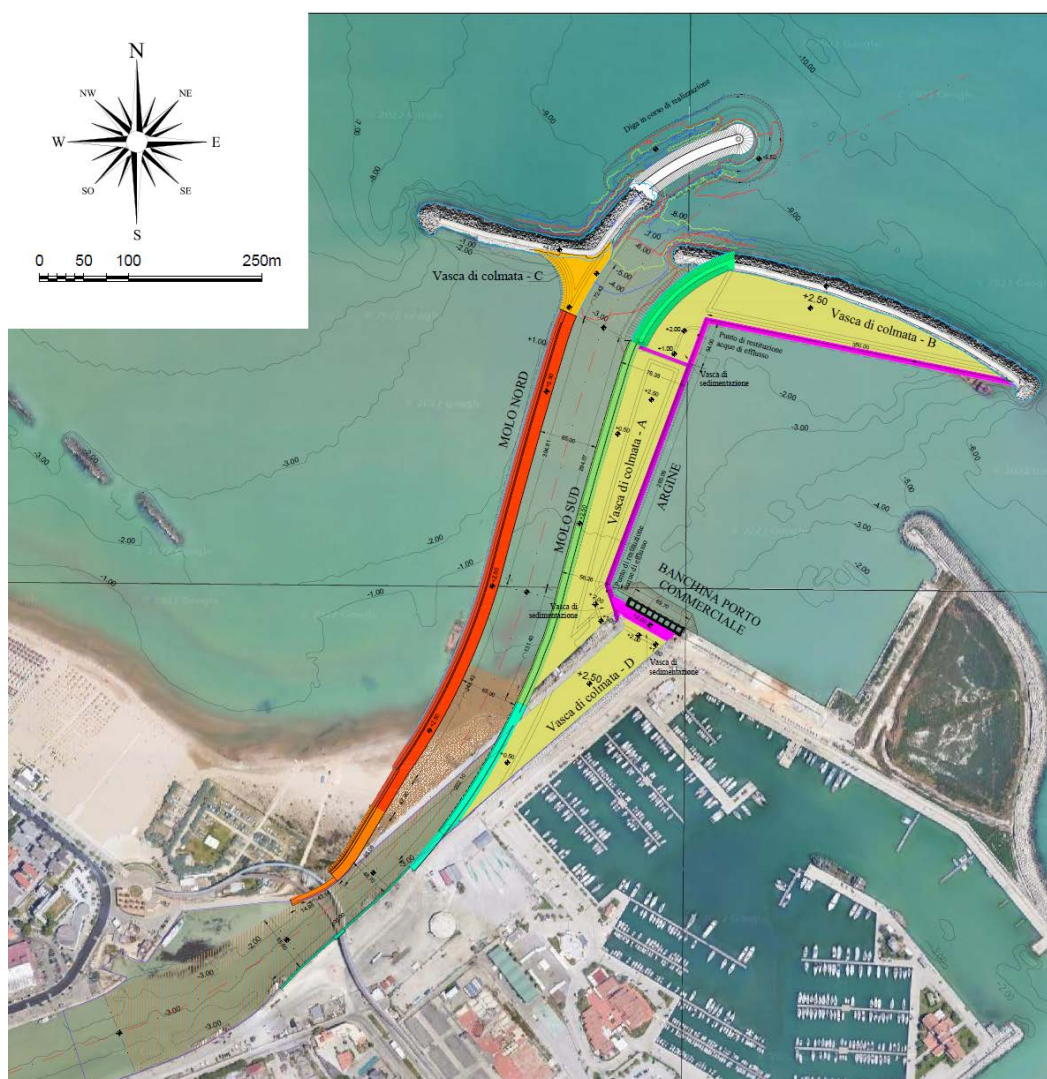


Figura 6-3 - Configurazione Porto Pescara dopo la realizzazione delle opere di FASE C

Tale configurazione è funzionale alla realizzazione dei piazzali e delle banchine della nuova darsena commerciale prevista nel Piano Regolatore Portuale.

Realizzate le opere si prevede un attività di monitoraggio post-operam delle vasche di colmata come descritte nel piano di monitoraggio.

Le vasche di colmata A, B e D sono state previste impermeabilizzate in questa fase progettuale in considerazione dei risultati della caratterizzazione effettuata a luglio 2021.

In conclusione, con l'introduzione delle nuove opere e con l'aggiornamento dei prezziari regionali di riferimento il costo complessivo del progetto di fattibilità tecnica ed economica della deviazione del porto canale di Pescara è stato aggiornato in € 81.600.000,00, con il seguente quadro economico di spesa di massima:

PROGETTO DEVIAZIONE DEL PORTO CANALE DI PESCARA		FASE A	FASE B	FASE C	TOTALE FASI A+B+C
		PFTE	PFTE	PFTE	PFTE
A	Stima lavori in appalto	16.310.692,31	15.365.300,00	29.144.700,00	60.820.692,61
B	Somme a disposizione	4.089.307,39	5.834.700,00	10.855.300,00	20.779.307,39
TOTALE GENERALE PROGETTO		20 400 000,00	21 200 000,00	40 000 000,00	81 600 000,00
	Fin.to residuo Masterplan (ARAP) – FASE A	4 400 000,00	-	-	4 400 000,00
	Fin.to FSC - CIPE (ARAP) – FASE A	16 000 000,00	-	-	16 000 000,00
	Fin.to MIT (ADSP) – FASE B	-	21 200 000,00	-	21 200 000,00
	Fin.to (DA PERFEZIONARE) - FASE C	-	-	40 000 000,00	40 000 000,00
	TOTALE FINANZIAMENTI	20 400 000,00	21 200 000,00	40 000 000,00	81 600 000,00

L'aumento del costo rispetto alla stima effettuata a marzo 2020 è sostanzialmente dovuto alle nuove opere (vasche di colmata, prolungamento banchina di riva nella darsena commerciale) ed all'incremento dei prezziari regionali (2023 rispetto al 2020).

6.2. DESCRIZIONE DEGLI INTERVENTI

L'opera, nel complesso, pone alcune delicate problematiche progettuali e costruttive direttamente od indirettamente legate ad aspetti geotecnici, ambientali, idraulico fluviali-marittimi e di modularità costruttiva.

L'obiettivo progettuale è stato quello di rendere operativi i nuovi moli guardiani Nord e Sud.

La presenza di terreni di scadentissime caratteristiche geotecniche ha reso necessario prevedere una opportuna procedura costruttiva per fasi, con realizzazione di rilevati di lavoro che, associati all'adozione di specifici accorgimenti, permetteranno di accelerare i cedimenti durante la costruzione delle opere.

L'accertata presenza di un potente banco di terreni compressibili in profondità ha inoltre consigliato l'adozione di speciali soluzioni a "cofferdam" di dimensioni trasversali compatte ed inferiori a quelle proposte in passato, in modo da evitare indesiderati cedimenti in esercizio.

La realizzazione del Molo Nord come prima opera, prevista nella FASE A, permetterà, tra l'altro, di avere una possibile soluzione provvisoria per l'eventuale spostamento dei trabocchi presenti sull'attuale Molo Nord, nel caso in cui le Autorità competenti volessero prevederne lo spostamento e non la semplice rimozione.

Per completare la deviazione del Fiume Pescara e, in particolare, l'escavo del nuovo alveo, sono state previsti nell'ultima FASE C specifici interventi di presidio dei tratti di banchina esistenti in prossimità del "Ponte del Mare" che dovranno anticipare i più estesi e definitivi lavori di dragaggio dei fondali.

Infatti, a risoluzione di una delle principali interferenze con opere esistenti, è stata posta una specifica attenzione al controllo ed alla soluzione preventiva dei problemi di interazione degli scavi con le banchine in destra e sinistra idraulica a ridosso delle quali ricadono anche gli appoggi del "Ponte del Mare", al fine di rendere gli interventi compatibili con la funzionalità delle opere.

Per contenere al massimo l'impiego di materiale inerte di cava, è stato previsto il reimpiego del materiale derivante dalla demolizione del tratto di banchina del Molo nord esistente intercettato dal nuovo tracciato fluviale.

Per la definizione dei volumi da conferire nella zona da adibire a "colmata" nella fascia compresa tra il nuovo Molo Sud e l'allineamento interno della futura Darsena Commerciale, sono stati affrontati e risolti i potenziali problemi di cedimento originati dalla elevata compressibilità dei terreni alluvionali profondi, tracciando le linee progettuali di indirizzo per una corretta gestione dei sedimenti di dragaggio in colmata che evitino impropri effetti al contorno sulle opere già realizzate.

Una ricognizione di carattere generale sulle principali problematiche geotecniche e sulla modellazione dei terreni, comunque, è riportata nella specifica Relazione Geotecnica alla quale si rinvia.

Di seguito si riporta l'elenco delle opere che sono state previste nelle tre distinte fasi di attuazione del progetto di "DEVIAZIONE DEL PORTO CANALE DI PESCARA (CUPD24B16000260001) e COMPLETAMENTO DEI NUOVI MOLI GUARDIANI (CUP D21C18000210001): FASE A: REALIZZAZIONE DEL MOLO NORD" – "FASE B: INTERVENTI DI DEVIAZIONE DEL PORTO CANALE (CUP J24E21001210006)" – "FASE C: INTERVENTI DI COMPLETAMENTO":

- **Opere previste nella prima fase A denominata "DEVIAZIONE DEL PORTO CANALE DI PESCARA (CUP D24B16000260001)" – "COMPLETAMENTO DEI NUOVI MOLI GUARDIANI (CUP D21C18000210001)": FASE A: REALIZZAZIONE DEL MOLO NORD, la cui attuazione è di competenza dell'ARAP:**
 - Realizzazione del nuovo Molo guardiano Nord;
 - Realizzazione dell'opera di raccordo tra il nuovo Molo Nord e l'esistente diga foranea, tramite banchina completamente riflettente ed annessa vasca di colmata "C";

- **Opere previste nella seconda FASE B denominata "INTERVENTI DI DEVIAZIONE DEL PORTO CANALE (CUP J24E21001210006)", la cui attuazione è di competenza dell'Autorità di Sistema Portuale del Mare Adriatico Centrale di Ancona:**
 - Realizzazione del nuovo Molo guardiano Sud, con esclusione della scogliera di raccordo con la diga foranea;
 - Realizzazione della vasca di colmata A attraverso la realizzazione degli argini di conterminazione nella darsena commerciale, della impermeabilizzazione e dei manufatti di sedimentazione, controllo e scarico delle acque in esubero;
 - Realizzazione delle opere di vivificazione delle acque marine intercluse tra i nuovi moli guardiani Nord e Sud, con ripristino delle aperture esistenti sull'attuale sponda sinistra, con salpamento dei massi della mantellata esistente (cubi di cls) ed eventuale realizzazione dei collegamenti idraulici;
 - Dragaggio del nuovo canale, fase 1, per realizzare la nuova foce a partire dalla diga foranea. I sedimenti (previsti di classe C e D) saranno collocati nella vasca di colmata "A", con un primo trattamento di consolidamento e gestione delle acque di esubero.

- **Opere previste nella FASE C denominata "INTERVENTI DI COMPLETAMENTO", fase attualmente in programmazione 2021-2027 da parte della Regione Abruzzo:**

- Salpamento parziale diga foranea per il completamento dell'apertura prevista nel P.R.P. e realizzazione della scogliera di raccordo del nuovo molo guardiano Sud con l'esistente diga foranea;
- Realizzazione della vasca di colmata B attraverso il completamento degli argini di conterminamento nella darsena commerciale e realizzazione dell'impermeabilizzazione e dei manufatti di sedimentazione, controllo e scarico delle acque in esubero;
- Dragaggio del nuovo canale - fase 2 – tratto a mare (sedimenti tipo "C" o "D"). I sedimenti (previsti di classe C e D) saranno collocati nella vasca di colmata "B", con un primo trattamento di consolidamento e gestione delle acque di esubero;
- Dragaggio del nuovo canale – fase 3 - zona attuale arenile (sedimenti tipo A o B) e gestione dei sedimenti (previsti di classe A e B);
- Completamento molo guardiano Nord: Opere di consolidamento e presidio delle banchine esistenti con rifodero della sponda sinistra in corrispondenza del Ponte del Mare;
- Completamento del nuovo Molo guardiano Sud (di fase B): collegamento con il Molo Nord esistente;
- Apertura dello sbocco a mare del nuovo alveo con demolizione del tratto di Molo Nord esistente interferente (tratto compreso tra i due nuovi moli guardiani);
- Completamento del nuovo molo guardiano Sud: Opere di consolidamento e presidio delle banchine esistenti con rifodero della riva destra in corrispondenza del ponte del Mare;
- Deviazione del fiume attraverso la realizzazione della nuova sponda destra di raccordo del nuovo molo guardiano Sud con attuale molo Sud;
- Realizzazione dell'argine della vecchia foce per la realizzazione della vasca di colmata "D" e prolungamento delle banchine della darsena commerciale;
- Dragaggio del nuovo canale: ultima fase 4 – approfondimento fondo alveo a -5,00. I sedimenti (previsti di classe D) saranno collocati nella vasca di colmata "D", con un primo trattamento di consolidamento e gestione delle acque di esubero;
- Realizzazione delle opere di protezione del fondo alveo con massi naturali nel tratto in corrispondenza del Ponte del Mare, per circa 120 ml;
- Opere finali di completamento.

Le opere previste nel presente progetto andranno ad integrare gli interventi già eseguiti da parte del Provveditorato Interregionale per le OO.PP. del Lazio, Abruzzo e Sardegna in anticipazione di alcune opere previste dal PRP 2008, e quello in corso di

attuazione e parzialmente realizzato da parte di ARAP, già descritti nei paragrafi precedenti 1.1. ed 1.2.

Si descrivono, di seguito, le caratteristiche delle opere, rispettivamente distinte in:

- **OPERE A MARE**
- **OPERE DI PRESIDIO BANCHINE ESISTENTI**
- **INTERVENTI DI TAGLIO E RACCORDO ALLE BANCHINE ESISTENTI.**

6.3. OPERE A MARE: Moli Guardiani

I due nuovi Moli Guardiani (Nord e Sud) disposti con giacitura curvilinea a forma di S costituiscono parte integrante della deviazione del F. Pescara; il Molo Nord costituisce la sponda sinistra del fiume deviato e si sviluppa per circa 700 m a partire dalla fine della scogliera di raccordo, mentre il Molo Sud per circa 430 m a partire dalla fine della scogliera di raccordo fino alla sede degli attuali "trabocchi".

Le opere dimensionate ai sensi delle Norme Tecniche vigenti di cui al D.M. 17-01-2018 sono in grado di resistere a un sovraccarico variabile uniformemente distribuito applicato sulla sovrastruttura in c.a. di banchina in sommità di intensità pari a 10 kN/m²; la massima quota di progetto dei fondali dragati al piede del muro di banchina previsto per il nuovo corso del fiume Pescara è pari a -6.00 m s.l.m. e la quota di sommità è pari a +2.50 m s.m.m..

6.4. FASE A – Molo Nord

Il nuovo Molo Nord ricade per lo più lungo l'allineamento della barriera di radica-mento sopraelevata a quota +1.40 m slm, che collega la spiaggia con la scogliera di raccordo di progetto tra il molo nord e la diga foranea. Per la sua realizzazione sarà adottata una opportuna procedura costruttiva per fasi che permetta il reimpiego dei massi costituenti la mantellata esterna esistente durante la costruzione.

In una prima fase è prevista l'infissione della parete combinata esterna in corrispondenza del limite funzionale di piano, con realizzazione di un rilevato di lavoro a tergo a forma trapezoidale di larghezza di base superiore pari a 3 metri, e 7 metri nel tratto immerso e fino ad una quota pari a circa -2.5 m s.l.m., con pendenza 4:3.

Nelle fasi successive è previsto il salpamento della parte sommitale della attuale mantellata esterna di protezione e il sovrizzo della parte interna con tout venant in modo da consentire la preparazione del piano di lavoro a +0.5 m slm da cui infiggere i pali di ancoraggio. Dopo il collegamento dei pali in acciaio in sommità è previsto il riempimento del nucleo interno con tout venant di cava e/o idoneo materiale sabbioso proveniente dal dragaggio. A completamento dell'opera è prevista la realizzazione di

un piano di imposta del pacchetto di pavimentazione finale del piazzale al finito alla quota di + 2,50 m s.l.m. e fondazione in tout venant, oltre ad un muro paraonde in c.a. La scogliera esterna è costituita da una mantellata in massi naturali di pezzatura di 3^a e 2^a categoria, strato filtro 100-300 kg e nucleo interno in tout venant, con quota sommitale +3.30 m slm. La pendenza delle sponde è prevista $b/h=4/3$.

Lo schema strutturale previsto per il Molo Nord è il seguente:

1. paramento esterno della banchina realizzato con una paratia di acciaio combinata pali-palancole così costituita:
 - pali tubolari con diametro esterno $\phi_{ext} = 914$ mm e spessore costante $s = 10$ mm e lunghezza $L = 10$ m, posti ad interasse trasversale $i = 2.37$ m (parallelamente al filo banchina) ed infissi alla quota di -20 m s.m.m (top +0.7 m slm, lunghezza totale 20.7 metri);
 - palancole di tipo AZ 18/700 ($s = 9$ mm, doppie $D=1.4$ m) intestate alla profondità di -11.3 m s.m.m. (lunghezza 12 metri);
2. lato terra, pali di ancoraggio e fondazione del tipo tubolari in acciaio di diametro $\phi_{ext} = 914$ mm e spessore $s = 10$ mm con una lunghezza di 15.7 m, infissi alla quota di -15 m s.m.m, disposti ad interasse longitudinale $i = 2.37$ m (parallelamente al filo banchina) e trasversale 12 metri;
3. sistema di ancoraggio costituito di barre in acciaio (tiranti di ancoraggio) di diametro 43 mm, poste ad interasse orizzontale di 2.37 m (parallelamente al filo banchina), collegate ai due allineamenti in corrispondenza della testa dei pali in acciaio; i tiranti di ancoraggio sono posti alla quota di +0.50 m sul l.m.m..
4. Struttura di coronamento comprendente: la trave in c.a. di coronamento della parete combinata di dimensioni rettangolari fino a quota +2.50 m slm, con veletta esterna fino a quota -1.0 m slm; sulla trave di coronamento interna a geometria quadrata di lato 1.4 m, spicca il muro paraonde di larghezza 50 cm fino a quota +3.3 m slm.

Nelle figure seguenti si riportano alcune sezioni tipologiche della banchina del Molo Nord:

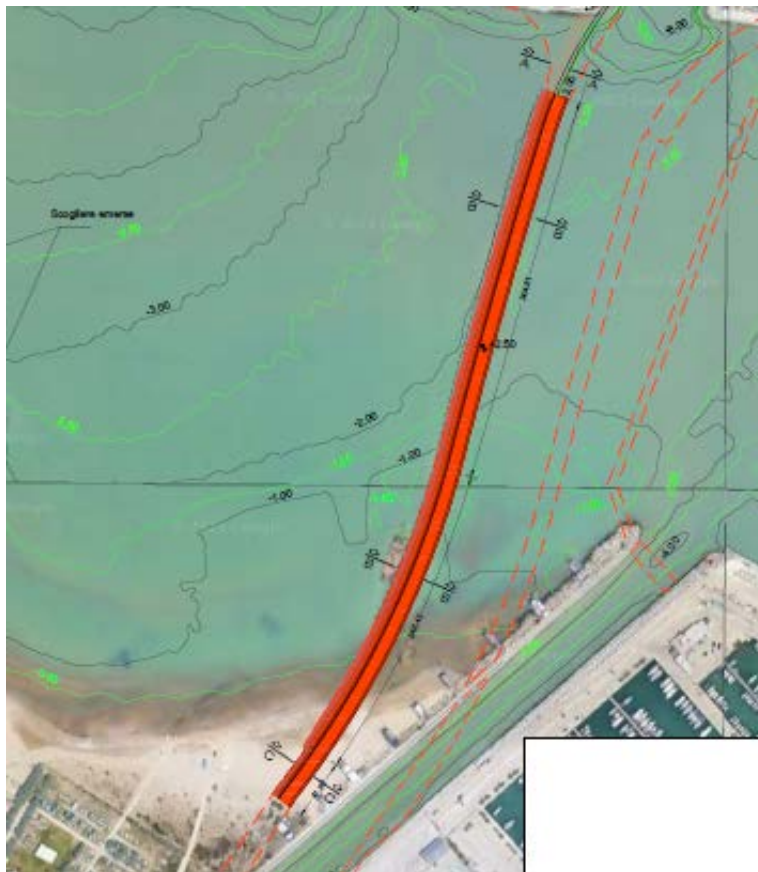


Figura 6-5 - Planimetria con inquadramento delle sezioni del Molo Nord

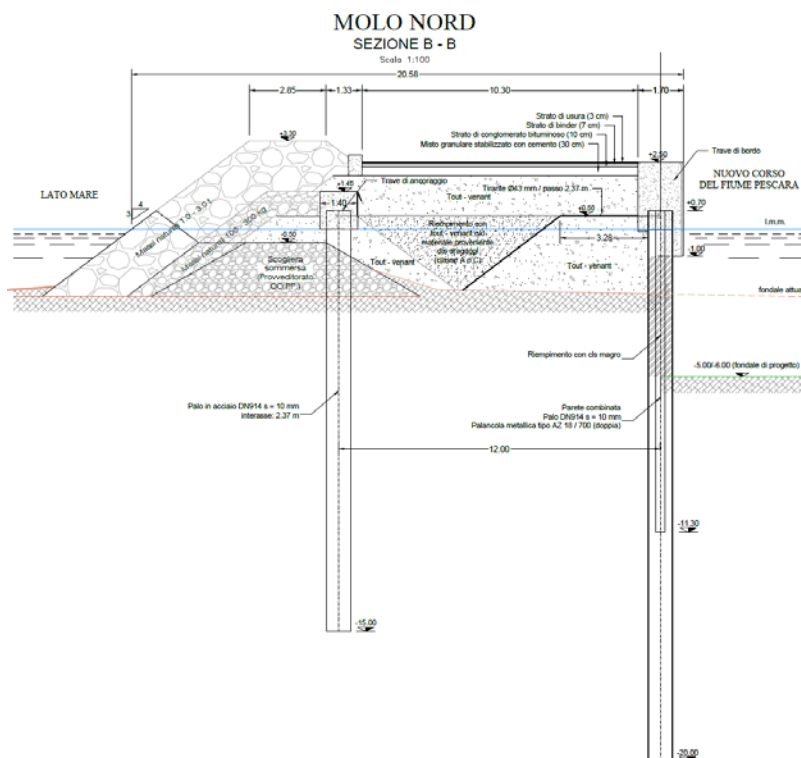


Figura 6-6 - Molo Nord Sezione B-B

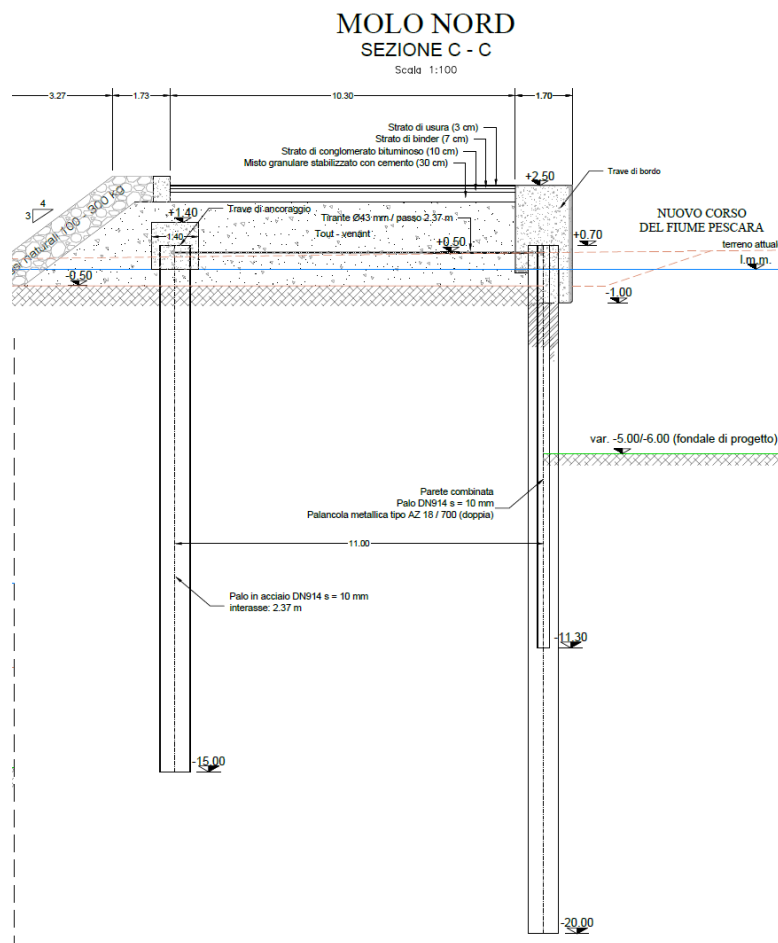


Figura 6-7 - Molo Nord Sezione C-C

6.4.1. Verifiche idrauliche lato mare del nuovo Molo Nord

Il nuovo molo (lunghezza complessiva 631 m) è realizzato con una paratia metallica (acciaio: S355) di tipo combinata (palo palancola: DN914.4 sp = 10 mm – AZ18/700 in configurazione doppia), collegata in sommità con una trave di coronamento di c.a. (classe di resistenza e ambientale: C35/45 XS3 – larghezza: 1.70 m; quota di sommità: +2.50 m s.l.m.) ed ancorata con barre di acciaio ad una serie di pali (DN914.4 -sp = 10 mm – i = 2.37 m) sempre di acciaio posti ad una distanza di circa 11.0 – 12.0 m; la trave di coronamento determina la nuova riva sinistra del fiume Pescara.

I primi 5 m (da quota: -6.00 m s.l.m. a -1.00 m s.l.m.) di ciascun palo (lato fiume Pescara) verranno riempiti con calcestruzzo (C25/35), al fine di evitare i fenomeni di imbozzamento della struttura metallica.

La trave di coronamento di c.a. si estende da quota -1.00 m s.l.m. per proteggere la paratia metallica nella zona di maggiore esposizione alla corrosione (zona di splash) a quota +2.50 m s.l.m. che rappresenta il piano di calpestio finale del nuovo molo. L'incidenza di acciaio di armatura è stata assunta pari a 60 kg/m³, valore tipico per una trave di coronamento.

Il rinfiacco della struttura è in tout-venant con la possibilità di utilizzare in parte anche il materiale sabbioso (se risulti non adatto al ripascimento) proveniente dagli scavi della parte radicata a terra.

Il volume del tout-venant è stato incrementato del 10% per tenere conto dell'ingozzamento del materiale lapideo con l'attuale fondale.

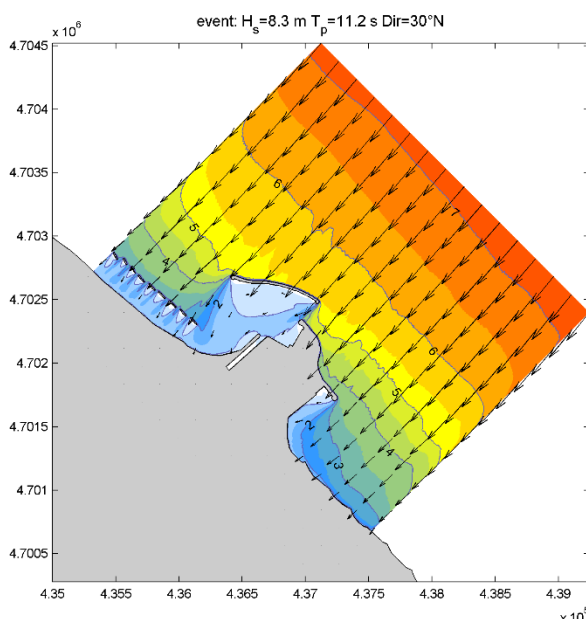
Una pavimentazione flessibile (materiale bituminoso – Larghezza 9.0 m) chiude il nuovo molo nella parte sommitale.

Il lato mare del nuovo molo è costituito da una scogliera in parte già esistente ed in parte in fase di completamento, la cui berma di sommità verrà portata a quota +3.30 m s.l.m. utilizzando sempre massi naturali con pezzatura da 1.0 – 3.0 t e prevedendo un sottostante filtro da 100 – 300 kg.

Di seguito si riporta la soluzione tipologica adottata.

6.4.2. Dimensionamento idraulico della mantellata Molo Nord

Per il dimensionamento della mantellata del radicamento in massi naturali, è usuale ricorrere a formulazioni di comprovata validità scientifica e tecnica, ottenute sulla



base di numerose esperienze di laboratorio; In particolare, nella sezione corrente è utilizzata la formula di Van Der Meer, nella quale il diametro nominale dei massi è legato all'altezza d'onda significativa dalle seguenti espressioni:

Per onda con frangente tipo plunging ($\xi_m < \xi_{cr}$):

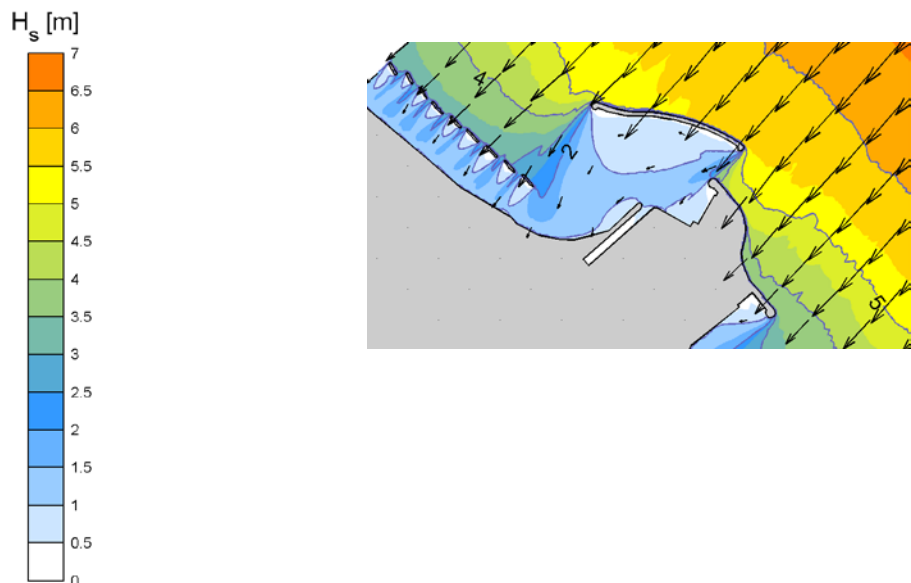
$$\frac{H_s}{\Delta \cdot D_{n50}} = c_{pl} \cdot P^{0.18} \left(\frac{S}{\sqrt{N}} \right)^{0.2} \cdot \xi_m^{-0.5}$$

Per onda con frangente tipo surgung ($\xi_m \geq \xi_{cr}$):

$$\frac{H_s}{\Delta \cdot D_{n50}} = c_s \cdot P^{-0.13} \left(\frac{S}{\sqrt{N}} \right)^{0.2} \cdot \sqrt{\cot \alpha} \cdot \xi_m^P$$

dove:

$H_s = 1.70$ m - altezza d'onda significativa al piede dell'opera (Studio meteomarinario ;



ξ_m = parametro di surf o numero di Iribarren relativo al periodo medio T_m ;

$$\xi_m = \frac{g \cdot T_m^2}{2\pi \cdot H_s} \cdot \tan\alpha$$

$\cot\alpha = 4/3$ - pendenza della mantellata;

Il parametro critico di surf (ξ_{cr}) per paramenti ripidi (per pendenze $\cot\alpha < 3$) è calcolato come:

$$\xi_{cr} = \left[\frac{c_{pl}}{c_s} \cdot P^{0.31} \sqrt{\tan\alpha} \right]^{\frac{1}{P+0.5}}$$

$\Delta = (\rho_m / \rho_w - 1) = 1.524$ - densità relativa del masso (con $\rho_m = 2600 \text{ kg/m}^3$ peso specifico di volume dei massi naturali e $\rho_w = 1030 \text{ kg/m}^3$ peso specifico dell'acqua marina);

$M_{50} = 2.0 \text{ t}$ (pezzatura da 1.0 – 3.0 t) valore del peso corrispondente al 50% nella curva di distribuzione;

$D_{n50} = 0.916 \text{ m}$ - diametro nominale del masso, $D = (M_{50}/\rho_m)^{1/3}$;

$P = 0.4$ - coefficiente di permeabilità della struttura (scogliere convenzionali);

$c_{pl} = 6.2$;

$c_s = 1.0$;

$N = 7500$ – numero di onde (si è assunto il massimo valore proposto da Van der Meer, in quanto incrementando il numero delle onde non si determina un aumento del danno; per la scogliera, le altezze d'onda sono limitate dal frangimento a causa dei bassi fondali (-2.50 m s.l.m.), pertanto l'onda di progetto potrà verificarsi più volte);

Il livello di danneggiamento della scogliera S è pari a 1.57; tale parametro è inferiore a quello ammissibile per inizio del danno che dipende direttamente dalla pendenza del paramento della mantellata.

Per una mantellata costituita da due strati di massi naturali è possibile fare riferimento ai valori di S riportati nella tabella seguente al variare della pendenza $\cot\alpha$.

Pendenza $\cot(\alpha)$	Livello di danno S		
	Danno iniziale	Danno intermedio	Danno totale
1.5	2	3÷5	8
2	2	4÷6	8
3	2	6÷9	12
4	3	8÷12	17
6	3	8÷12	17

Livelli di danno per mantellate in doppio strato in funzione della pendenza

6.4.3. Problematiche geotecniche connesse con gli interventi e criteri progettuali

Come descritto nella Relazione Geotecnica di progetto, le buone caratteristiche di resistenza al taglio e modesta compressibilità dei terreni sabbiosi di imposta consentono di affermare che non si incontreranno particolari problemi geotecnici durante la costruzione dell'opera.

Tuttavia, stante l'estrema dinamicità deposizionale dell'area, soprattutto nella porzione più esterna a ridosso della barriera, non è possibile escludere a priori la presenza di sacche di materiali limosi-organici di scadenti caratteristiche geotecniche.

Escludendo la pratica possibilità di bonifiche, durante la fase di messa in opera dei materiali di rinfianco si potrà operare analogamente a quanto previsto per il Molo Sud, prevedendo una percentuale di compenetrazione del materiale arido pari a circa il 20-25% dello spessore complessivo del rilevato. A questo punto si potrà procedere con le operazioni di finitura del molo aggiungendo materiale fino al raggiungimento delle quote di progetto con un opportuno sovrizzo al fine di compensare i cedimenti dovuti all'applicazione del carico aggiuntivo. Dopo circa 2/3 mesi sarà possibile eseguire la riprofilatura finale secondo la sezione di progetto.

Pag.
149

6.5. FASE A – Opera di raccordo tra Molo Nord e Diga foranea: Banchina completamente riflettente

Nella prima versione del progetto l'opera di raccordo tra il nuovo Molo Nord e la diga foranea esistente era stata ipotizzata con un'opera a gettata, di tipo classico, con nucleo costituito in parte dalla scogliera sommersa già realizzata dal Provveditorato ed in parte completato con tout-venant, strati filtro con massi 0.3/0.7 t e 100/500 kg,

una mantellata di protezione di pezzatura 3-7 t e 1-3 t lato mare, con sovrastruttura in c.a. con quota di sommità a + 2,50 m s.l.m.

Per raggiungere il fondale di progetto alla quota – 6,00 m s.l.m. garantendo cedimenti limitati nel tempo di raccordo era stato previsto il dragaggio del fondale in corrispondenza della cunetta di imbasamento dell'unghia al piede (-7,00 m s.l.m.) e del restante corpo diga (- 3,50 m s.l.m.).

Le indagini geotecniche hanno mostrato che i sedimenti per una potenza di almeno 5,00 m sono costituiti da sabbie limose inconsistenti o poco consistenti, per le quali, prima della caratterizzazione di luglio 2021, era stato ipotizzato un possibile riutilizzo.

La caratterizzazione di luglio 2021 ha mostrato che i sedimenti sono prevalentemente di classe scadente (C, D ed anche E), e per tale motivo si è proceduto ad individuare una diversa soluzione che, al tempo stesso, assicura il rispetto dei risultati degli studi di propagazione del moto ondoso nel nuovo canale fluviale ed evita di effettuare costosi dragaggi invece necessari per raggiungere la quota di imbasamento della scogliera (circa – 7,00 s.l.m.).

Dal confronto tra le due soluzioni è emerso che la soluzione migliore è quella che prevede una sezione tipo realizzata sempre con il sistema combinato palo-palancole, poste in opera con formazione di celle antiriflettenti che assicurano l'assorbimento delle onde ed evitano i dragaggi.

Tale soluzione si basa sulla tipologia costruttiva già utilizzata con successo in altri Porti sia per la forma che per le dimensioni trasversali, dimensionato con una quota di progetto al piede idonea per la profondità del nuovo alveo (-6,00 m s.l.m.) e quota di sommità di +2,50 m s.l.m, in continuità con la banchina del Molo Nord, da raccordare nella parte finale alla diga foranea la cui quota di sommità è +4,50.

Lo schema strutturale previsto dal progetto è il seguente:

1. paramento esterno della banchina realizzato con una paratia di acciaio combinata pali-palancole così costituita:

- pali tubolari con diametro esterno $\phi_{ext} = 914$ mm e spessore costante $s = 10$ mm e lunghezza $L = 10$ m, posti ad interasse longitudinale $i = 2.37$ m (parallelamente al filo banchina) ed infissi alla quota di –20 m s.m.m (top +2.70 m slm, lunghezza totale 22.7 metri);
- palancole di tipo AZ 18/700 ($s = 9$ mm, doppie $D=1.4$ m) intestate alla profondità di – 13.3 m s.m.m. (lunghezza 12 metri) con quota di sommità a – 1.30 m s.l.m., venendo così a formare una finestra delimitata: ai due lati dai pali; in basso dalla sommità della palanca; in alto dalla trave di coronamento; tale configurazione consente al moto ondoso di entrare all'interno della cella e dissiparsi a ridosso della scogliera;

2. lato terra, paratia combinata palo – palancole con la duplice funzione di ancoraggio/fondazione e di separazione della cella antiriflettente dal retrostante terrapieno ed è costituita da:
 - pali tubolari in acciaio di diametro $\phi_{ext} = 914$ mm e spessore $s = 10$ mm con una lunghezza di 17.7 m, infissi alla quota di -15 m s.m.m, disposti ad interasse longitudinale $i = 2.37$ m (parallelamente al filo banchina) e trasversale 7.0 m;
 - palancole di tipo AZ 18/700 ($s = 9$ mm, doppie $D=1.4$ m) intestate alla profondità di -6.30 m s.m.m. (lunghezza 9 m) con quota di sommità a $+2.70$ m s.l.m.
3. sistema di ancoraggio costituito da barre in acciaio (tiranti di ancoraggio) di diametro 43 mm, poste ad interasse orizzontale di 2.37 m (parallelamente al filo banchina), collegate ai due allineamenti in corrispondenza della testa dei pali in acciaio; i tiranti di ancoraggio sono posti alla quota di $+2.70$ m sul l.m.m.
4. Struttura di coronamento comprendente: trave in c.a. di coronamento della parete combinata di dimensioni rettangolari fino a quota $+3.50$ m slm, con veletta esterna fino a quota -1.0 m slm; trave di coronamento interna a geometria quadrata di lato 1.4 m; soletta di collegamento di c.a. di 30 cm.

Nella zona compresa tra i due palancole, verrà realizzata la cella antiriflettente completa di una scogliera in massi naturali con pezzatura di prima categoria.

Nella zona retrostante, invece, sono costruiti gli argini di delimitazione della vasca di colmata C, meglio descritta nel successivo paragrafo 6.7) e destinata ad ospitare i sedimenti dragati per la realizzazione del nuovo alveo con classe ambientale fino a C.

Si riporta, di seguito, una sezione tipo di riferimento dell'opera che è stata prevista progettualmente per collegare il Molo Nord con la diga foranea, proprio del tipo con le celle antiriflettenti.

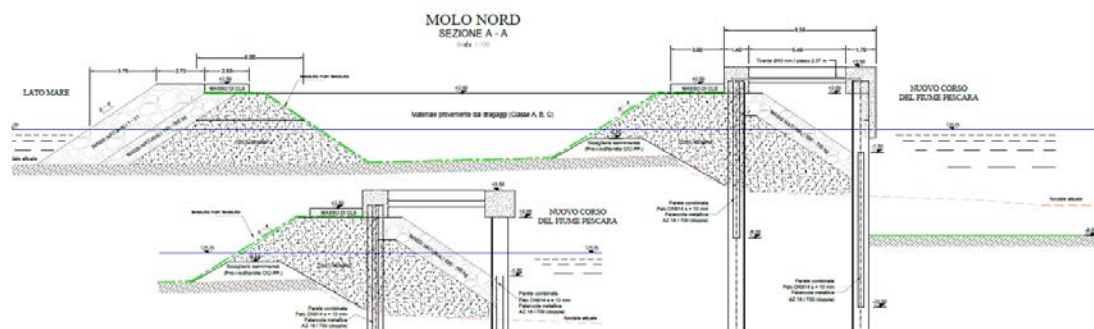


Figura 6-9 – Sezione tipo opera di raccordo Molo Nord – Diga Foranea

6.6. FASE B - Molo Sud e vasca di colmata A

Un analogo schema a “cofferdam” è ipotizzato per il Molo Sud dove è prevista la realizzazione di un rilevato di lavoro associata ad un precarico e ad un preventivo consolidamento dei fanghi di fondale come meglio rappresentato in seguito.

Lo schema strutturale è il seguente:

1. paramento esterno della banchina realizzato con una paratia di acciaio combinata pali-palancole così costituita:
 - pali tubolari con diametro esterno $\phi_{ext} = 914$ mm e spessore costante $s = 10$ mm e lunghezza $L = 10$ m, posti ad interasse trasversale $i = 2.37$ m (parallelamente al filo banchina) ed infissi alla quota di -21 m s.m.m (top $+0.7$ m slm, lunghezza totale 21.7 metri);
 - palancole di tipo AZ 18/700 ($s = 9$ mm, doppie $D=1.4$ m) intestate alla profondità di -11.3 m s.m.m. (lunghezza 12 metri);
2. lato terra, pali di ancoraggio e fondazione del tipo tubolari in acciaio di diametro $\phi_{ext} = 914$ mm e spessore $s = 10$ mm con una lunghezza di 19.2 m, infissi alla quota di -18.5 m s.m.m, disposti ad interasse longitudinale $i = 2.37$ m (parallelamente al filo banchina) e trasversale 12 metri;
3. sistema di ancoraggio costituito da barre in acciaio (*tiranti di ancoraggio*) di diametro 43 mm, poste ad interasse orizzontale di 2.37 m (parallelamente al filo banchina), collegate ai due allineamenti in corrispondenza della testa dei pali in acciaio; i tiranti di ancoraggio sono posti alla quota di $+0.50$ m sul l.m.m..
4. Struttura di coronamento comprendente: la trave in c.a. di coronamento della parete combinata di dimensioni rettangolari fino a quota $+2.50$ m slm, con veletta esterna fino a quota -1.0 m slm; la trave di collegamento dei pali interni è a geometria quadrata di lato 1.4 m.

I pali e le palancole saranno infissi direttamente da un rilevato di lavoro che verrà realizzato a partire dalla zona a terra, di larghezza di base pari a circa 15 metri, e tale da raggiungere una quota sommitale alla $+0.5$ m s.l.m., con pendenza 2:1. La porzione più interna del rilevato verrà a costituire di fatto il cuneo di spinta del cofferdam, mentre la spalla esterna verrà salpata ed i materiali ritenuti idonei riutilizzati nell'ambito delle lavorazioni. Nelle figure seguenti sono riportate le sezioni tipologiche dell'opera.

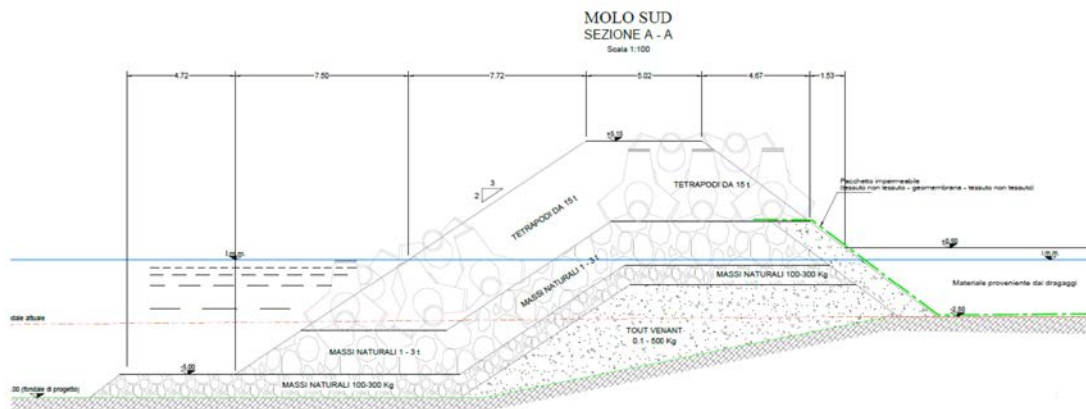


Figura 6-10 – Molo Sud sezione A-A

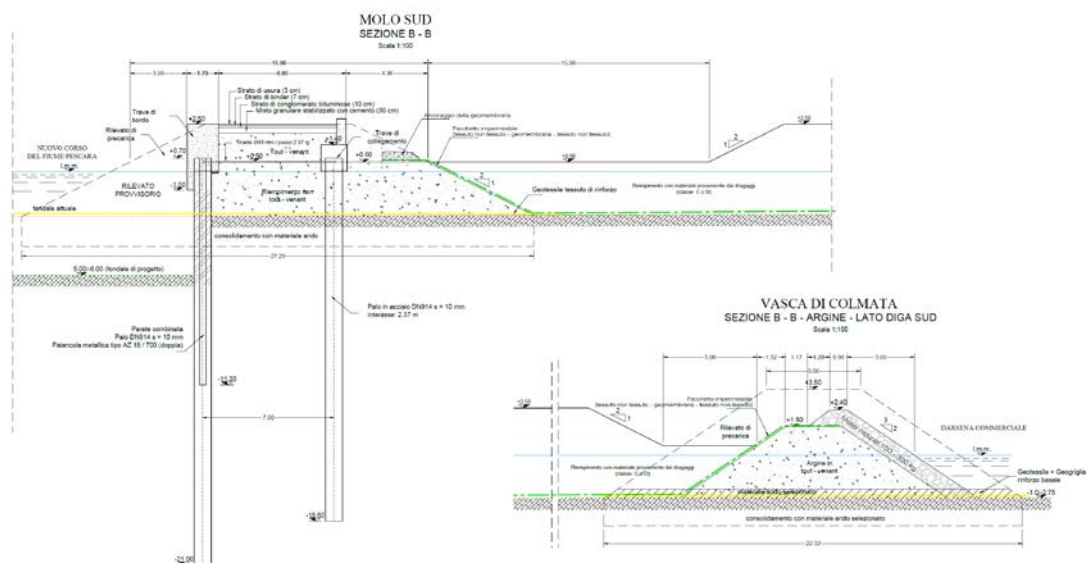


Figura 6-11 – Molo Sud sezione B-B con argine vasca di colmata

In questa fase sarà realizzata anche la **vasca di colmata denominata A**, delimitata dal nuovo molo SUD e da argini in tout-venant sul lato della darsena commerciale, dove saranno collocati i sedimenti provenienti dal dragaggio del primo tratto del nuovo alveo.

Agli argini perimetrali in tout venant della nuova cassa di colmata A è affidata l'importante funzione di contenimento e tenuta dei sedimenti provenienti dragati per cui in progetto è prevista l'adozione di specifici accorgimenti accompagnati da ipotesi di fasi realizzative che consentano di garantire idonee condizioni di stabilità e ridurre i cedimenti comunque attesi in fase di colmamento.

A tal fine, in associazione al consolidamento dei terreni di fondale, in progetto è previsto uno specifico intervento di rinforzo basale mediante impiego di una geogriglia performante da 300 kN/m appositamente studiata per la costruzione di rilevati su terreni di scarsa portanza. Preventivamente sul fondale consolidato è prevista la posa

di un sintetico tessuto non tessuto avente funzione di filtro e separazione (TNT) di medio peso (almeno ≈ 500 gr/mq).

Dopo la posa in opera del geotessuto e della geogriglia (entrambi disposti con la parte più resistente in direzione perpendicolare all'asse principale della pista) si procederà al versamento in acqua di materiale arido per strati successivi dello spessore di 50 cm, eventualmente da compattarsi alla superficie, fino ad una quota di +3.50 m s.l.m, in modo da costituire un precarico dell'ordine dei 40 kPa.

In questa fase saranno realizzati anche tre collegamenti idraulici fiume-mare per la vivificazione.

Dopo aver raggiunto la stabilizzazione dei cedimenti è prevista la risagomatura dell'argine nella configurazione finale e la successiva realizzazione della colmata.

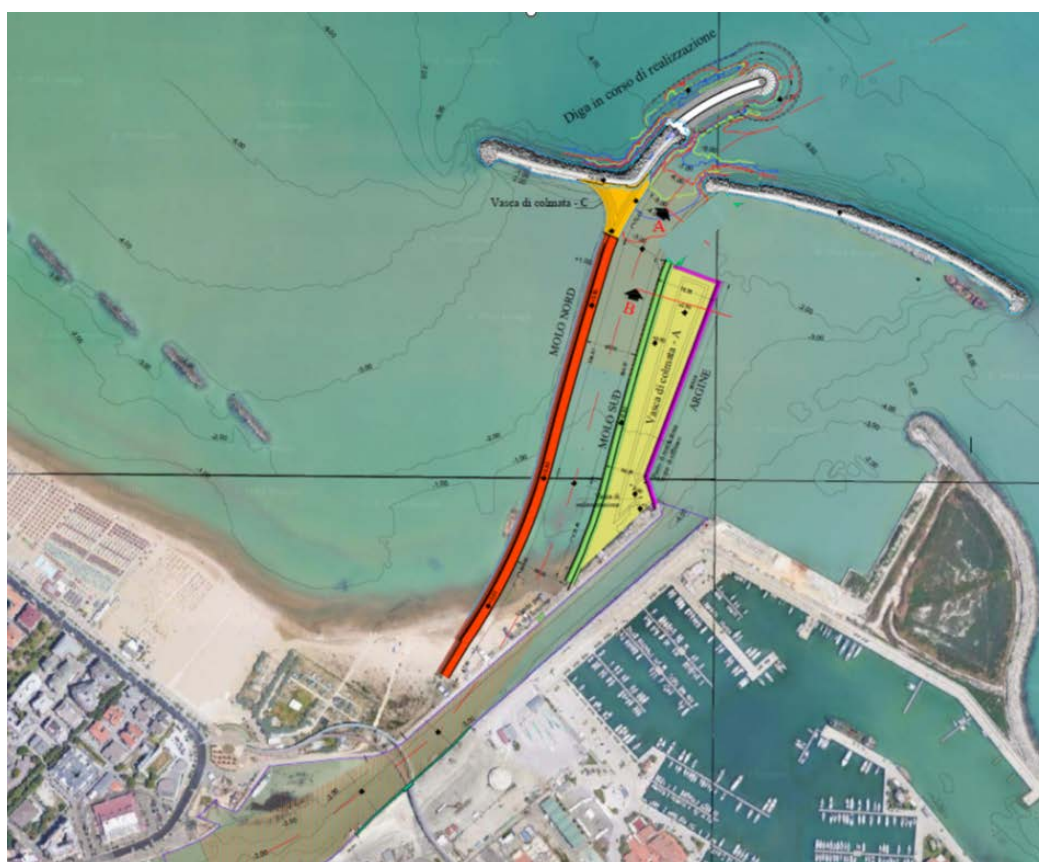


Figura 6-12 – Planimetria con inquadramento delle sezioni Molo Sud

6.7. FASE B / FASE C - Vasche di colmata A, B, C e D

L'intervento di dragaggio è finalizzato a rendere funzionale il nuovo corso del fiume Pescara nella zona fociale, secondo le previsioni del Piano Regolatore Portuale, attraverso anche un approfondimento degli attuali fondali con quote variabili tra -6.00 m s.l.m. in corrispondenza della zona fociale e -4.00 m s.l.m. nella zona dell'attuale corso

del fiume in prossimità della Madonna. Si riportano di seguito i quantitativi previsti per singole aree di dragaggio sulla base di rilievo batimetrico:

	Quota dragaggio	Volume sedimenti marini in banco
	m s.l.m.	m ³
Nuovo corso del fiume	--6.00 ÷ -5.00	154.000,00
Nuovo corso del fiume – spiaggia emersa	0.50	4.000,00
Attuale corso del Pescara	--5.00 ÷ -4.00	45.000,00
	TOTALE	203.000,00

Il quantitativo di sedimenti da dragare o da scavare ammonta a circa 203.000 m³.

La zona da dragare e quella dove si prevede di conferire il materiale sono caratterizzate ambientalmente secondo il DM 173/2016 ed i risultati sono riportati nella relazione “Attività svolte e risultati della caratterizzazione e classificazione dei sedimenti del porto di Pescara - Relazione tecnica” – 2021 – ARTA ABRUZZO.

Nella tabella seguente si riporta la distribuzione dei sedimenti da dragare in funzione della classe ambientale.

Volume	A	B	C	D	E
Volume di escavo nuovo corso del fiume 154000,00 m ³	32420	1825	33888	84090	3745
Volume di escavo attuale corso del fiume 45000,00 m ³				40300	4700
Volume escavo spiaggia emersa 4000,00 m ³	4000				
totale 203000,00	36420	1825	33888	124390	8445
Volume	17,9%	0,9%	16,7%	61,3%	4,2%

I sedimenti di classe:

- A e B saranno destinati al ripascimento emerso o sommerso.
- C e D saranno conferiti nelle casse di colmate realizzate all’interno del Porto di Pescara e conterminate con un pacchetto di impermeabilizzazione.
- E saranno rimossi e portati in discarica.

In definitiva le casse di colmata impermeabilizzate devono essere in grado di contenere circa 118.000 m³ (nuovo corso del fiume) +40.000 m³ (attuale percorso del fiume Pescara).

Con il presente progetto, oltre alla deviazione del fiume Pescara, verranno realizzate n.4 vasche di colmata nelle zone destinate dal PRP a futuri piazzali portuali.

Pag.
155

In particolare, le vasche indicate nel progetto con le lettere A, B e C sono delimitate dal nuovo molo SUD, dalla diga foranea e da argini in tout-venant nella darsena commerciale.

E’ stato stimato che le vasche di colmata di progetto sono in grado contenere circa 98.000 m³, considerando la quota finita della vasca par a +2.50 m sl.m.

La vasca D è ricavata sbarrando l’attuale corso del fiume Pescara in corrispondenza dell’attuale foce.

La capacità di detta vasca D è stimata in circa 39.000 m³, volume che sarà disponibile solo dopo che è stata effettuata la deviazione del fiume Pescara.

Per tale motivo nel presente progetto è stato previsto di collocare nella vasca D i sedimenti provenienti dal dragaggio dell'attuale corso del fiume Pescara, che deve essere portato ad un fondale di - 5,00 m s.l.m..

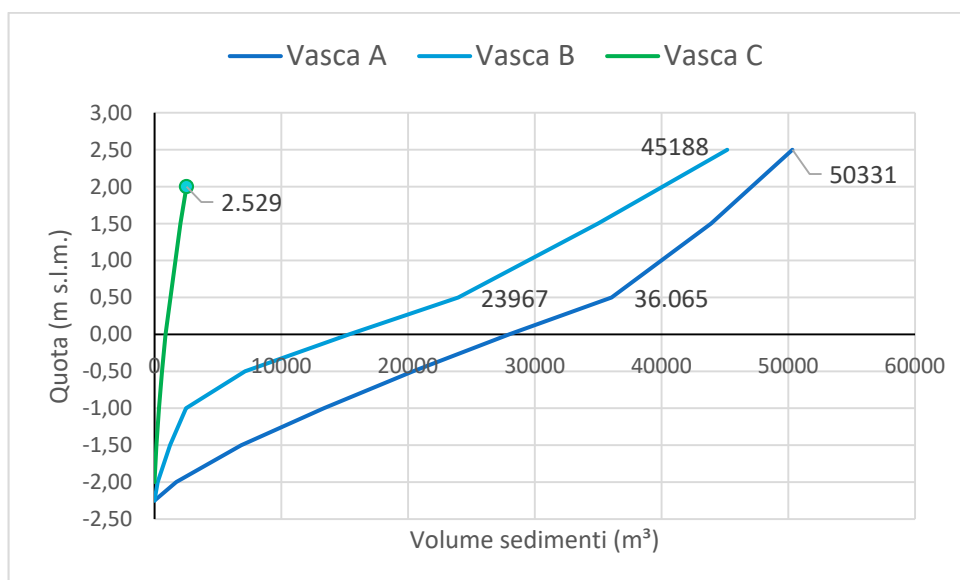
Considerando la natura compressibile dei sedimenti da conferire nella casse e del fondale di base delle stesse casse, si può ragionevolmente assumere una riduzione del volume dei sedimenti dragati del 20%, portandosi da 118.000 a 98.300 m³ e da 40.000 a 33.400 m³.

Pertanto, le vasche A, B e C nel loro complesso sono al limite della capacità per la gestione dei sedimenti che provengono dal dragaggio del nuovo corso del fiume 98.000 (capacità) contro 98.300 m³.

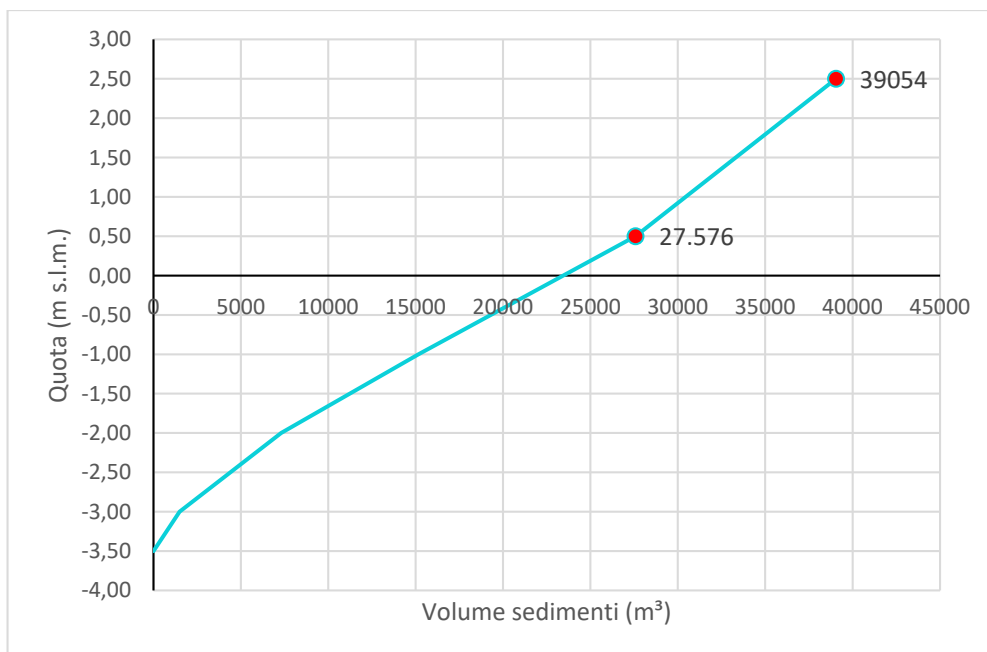
L'ultima vasca di colmata denominata D appare sufficiente per contenere i sedimenti provenienti dal dragaggio dell'attuale corso del fiume, il cui volume è stimato in circa 33.400 m³ contro i circa 39.000 m³ di capacità della vasca.

Al fine di consentire la contrazione del volume dragato nel limite del 20 % è necessario che:

- il dragaggio ed il conferimento nelle casse sia di tipo meccanico; tale metodo consente di mantenere sostanzialmente il contenuto d'acqua dei sedimenti dragati e permette il conferimento nelle vasche con tempi sufficientemente lunghi;
- nelle vasche siano attuate tecniche che consentano il drenaggio delle acque riducendo il contenuto d'acqua.



Volume disponibile nelle Vasche A, B e C



Volume disponibile nella Vasca D

Maggiori dettagli costruttivi ed approfondimenti geotecnici relativi alla realizzazione delle vasche di colmata sono riportati nella relazione geotecnica.

6.7.1. Problematiche geotecniche connesse agli interventi e criteri progettuali

Nelle scelte progettuali è stata posta particolare attenzione al controllo e soluzione preventiva dei problemi di stabilità derivanti dagli inevitabili cedimenti del corpo rilevato.

Per limitare l'entità e l'evoluzione dei cedimenti legati alla elevatissima "compressibilità" intrinseca dei fanghi di fondale di imposta, in particolare, è stata prevista una procedura costruttiva per fasi che permetta lo smaltimento dei cedimenti durante la costruzione dell'opera.

In particolare, in una prima fase di lavoro è previsto di realizzare un preventivo consolidamento della porzione sommitale dei terreni a diretto contatto con il rilevato, consistente nella compenetrazione forzata di uno strato di materiale ghiaioso di specifica pezzatura e altezza, preventivamente disposto in modo uniforme sul fondale da trattare, all'interno della matrice limo sabbiosa poco consistente.

Viste le limitazioni di carattere ambientale, tale operazione potrà avvenire sfruttando proprio il peso del rilevato di lavoro successivamente precaricato sovrastante che ne favorirà la stessa compenetrazione.

Escludendo la pratica possibilità di bonifiche, durante la fase di messa in opera dei materiali di rinfilanco si potrà operare prevedendo una percentuale di compenetrazione del materiale arido pari a circa il 20-25% dello spessore complessivo del rile-

vato. A questo punto si potrà procedere con le operazioni di finitura del molo aggiungendo materiale fino al raggiungimento delle quote di progetto con un opportuno sovrizzo al fine di compensare i cedimenti dovuti all'applicazione del carico aggiuntivo. Dopo circa 3 mesi sarà possibile eseguire la riprofilatura finale secondo la sezione di progetto.

Anche in questo caso si rimanda alla specifica Relazione Geotecnica per maggiori indicazioni. In particolare sulla base delle caratteristiche di consolidazione attese, si ritiene che dopo quattro mesi di permanenza in opera del precarico possa essere raggiunto il 90% del cedimento di consolidazione teorico. L'andamento del cedimento nel tempo verrà comunque misurato a mezzo di sezioni sperimentale costituite da assestimetri a piastra e l'asportazione della precarica verrà decisa soltanto in base all'andamento dei cedimenti effettivamente registrato.

6.8. FASE C: SALPAMENTO DIGA FORANEA E REALIZZAZIONE DELL'OPERA DI RACCORDO DEL MOLO SUD CON LA DIGA FORANEA

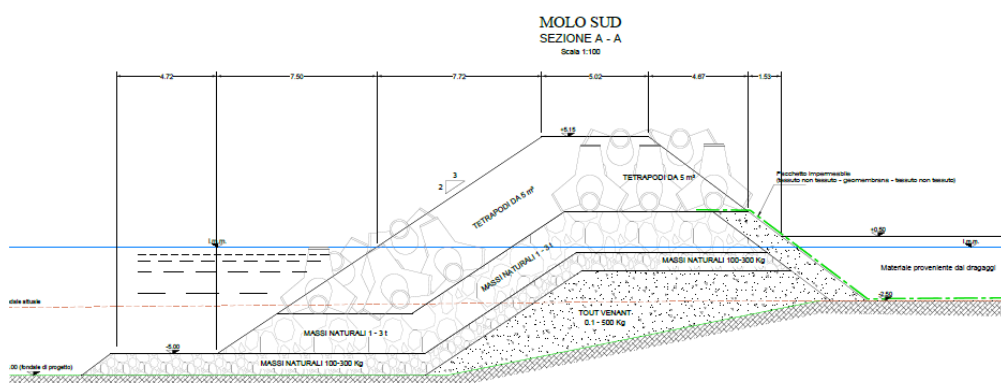
La prima opera prevista nella FASE C è la scogliera di collegamento del nuovo Molo Sud con l'esistente diga foranea, previo completamento dell'apertura della diga foranea in conformità a quanto previsto dal vigente Piano Regolatore Portuale, attraverso lavorazioni di salpamento e recupero del materiale proveniente dalla demolizione nella nuova scogliera.

La scogliera di raccordo, nel suo insieme, è di tipo classico, ossia ha un nucleo costituito in parte da Tout-venant e in parte dalla sommersa in corso di realizzazione da parte del Provveditorato, strati filtro con massi 0.3/0.7 t e 100-500 kg, una mantellata di protezione di pezzatura 3-7 t lato fiume Pescara e 1-3 t lato mare, con una sovrastruttura di c.a. con quota di sommità +2.50 m s.l.m.

Per poter raggiungere il fondale di progetto, previsto per il nuovo corso del fiume Pescara (-6.00 m s.l.m.) e per poter garantire dei cedimenti limitati nel tempo, si prevede il dragaggio del fondale sia in corrispondenza della cunetta di imbasamento dell'unghia al piede (- 7.00 m s.l.m.) e sia del restante corpo diga (-3.50 m s.l.m.).

Dalla recente campagna geologica è emerso che tali sedimenti per una potenza di almeno 5,0 m sono costituiti da sabbie limose inconsistenti o poco consistenti che si ipotizza possano essere utilizzate per il terrapieno del molo Nord

Completeranno le opere di questa fase lavorativa la realizzazione della vasca di colmata B, ricompresa tra la scogliera di raccordo sud, la diga foranea esistente ed un argine realizzato nella darsena commerciale, dove saranno collocati i sedimenti provenienti dal dragaggio del secondo tratto del nuovo alveo del fiume, previsto fino alla zona arenile.



Sezione scogliera di raccordo

6.9. FASE C - Opere di presidio e consolidamento delle banchine esistenti

6.9.1. Sezione speciale S1 a ridosso delle fondazioni del Ponte del Mare

Sulla base del confronto tra le diverse soluzioni strutturali elaborate è stata prescelta, per questa fase di progettazione, la soluzione elaborata dallo studio di ingegneria AGIS.

La soluzione prescelta è stata progettata tenendo conto anche delle residue incertezze riguardo alla completa conoscenza della modalità realizzativa dell'esistente banchina.

Le ipotesi progettuali potranno in ogni caso essere oggetto di verifica e revisione nelle successive fasi progettuali quando sarà stata completata la demolizione del tratto di banchina nord interferente con il nuovo alveo.

La soluzione progettuale ha previsto la realizzazione di una sezione speciale in corrispondenza della fondazione della pila del ponte, dove i pali di ancoraggio risulterebbero sovrapposti al plinto.

In questo tratto, considerando anche il vincolo di natura idraulica connesso con la necessità di non ridurre la sezione di deflusso minima del fiume, è stata prevista una variazione locale consistente nella realizzazione di una barriera di pali affiancati D800, posizionati tra le file di pali esistenti, e collegati a pali D800 discontinui ($i = 2.40$ m), rivestiti da un tubolare metallico D812 sp.10 mm, posti a tergo ad una distanza d'asse di 7.0 m, che fungono da ancoraggio al fine di ottenere un comportamento complessivo a telaio. Il trasverso di collegamento risulterebbe infatti costituito da una struttura "scatolare" composta da una soletta inferiore ed una superiore, collegate anch'esse ogni 2.40 m da setti verticali di irrigidimento.

Lo schema previsto riproduce, in sostanza, quanto già realizzato in passato nell'adiacente tratto di banchina in sinistra, anche al fine di uniformarne i prospetti.

In tal modo, sarà possibile ottenere un'opera la cui stabilità nei confronti di potenziali effetti indotti dal dragaggio dei fondali risulterà garantita dal comportamento tridimensionale nella connessione alle opere attigue.

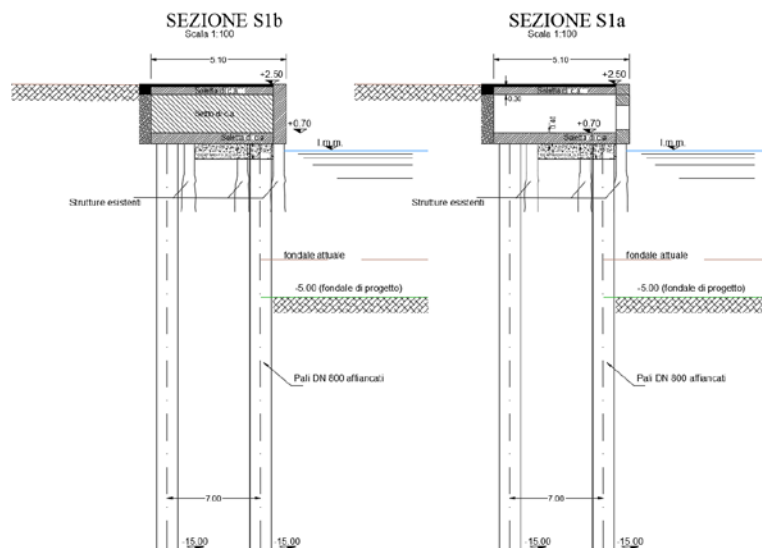


Figura 6-13 – Planimetria con Sezioni S1, S2, D1, D2

Una volta oltrepassata l'interferenza con la fondazione della pila del ponte, il tracciato del nuovo molo Nord prevede l'allargamento verso Nord.

6.9.1.1. Sezione corrente D2 a ridosso delle fondazioni del Ponte del Mare

In sponda destra è previsto un intervento di consolidamento e rinforzo della banchina attuale, che sarà soggetta ad inevitabili effetti connessi con il dragaggio fino alla quota di -5.0 m slm dei fondali antistanti.

L'intervento di consolidamento proposto consiste, essenzialmente, nell'inglobare le opere spondali esistenti in una nuova banchina, realizzando una paratia di pali $\phi 800$ accostati di lunghezza pari a 15 m, solidarizzati ai pali di sostegno dell'attuale filo spondale mediante una trave sommitale ed ancorati a tergo grazie alla disposizione di tiranti a 4 trefoli caratterizzati da una lunghezza libera di 16 m e da un tratto di fondazione di 12 m, posizionati ad interasse di 2.40 m.

A completamento, a tergo dell'opera potranno essere effettuati i necessari ripristini delle preliminari demolizioni locali e quindi realizzata una pavimentazione flessibile per la sistemazione della sovrastruttura di banchina.

Dal momento che i nuovi pali saranno realizzati a tergo dei pali esistenti, tale soluzione permetterà di mantenere inalterate sia le geometrie della sezione di deflusso idraulico, sia l'estetica del prospetto della banchina.

Pag.

161

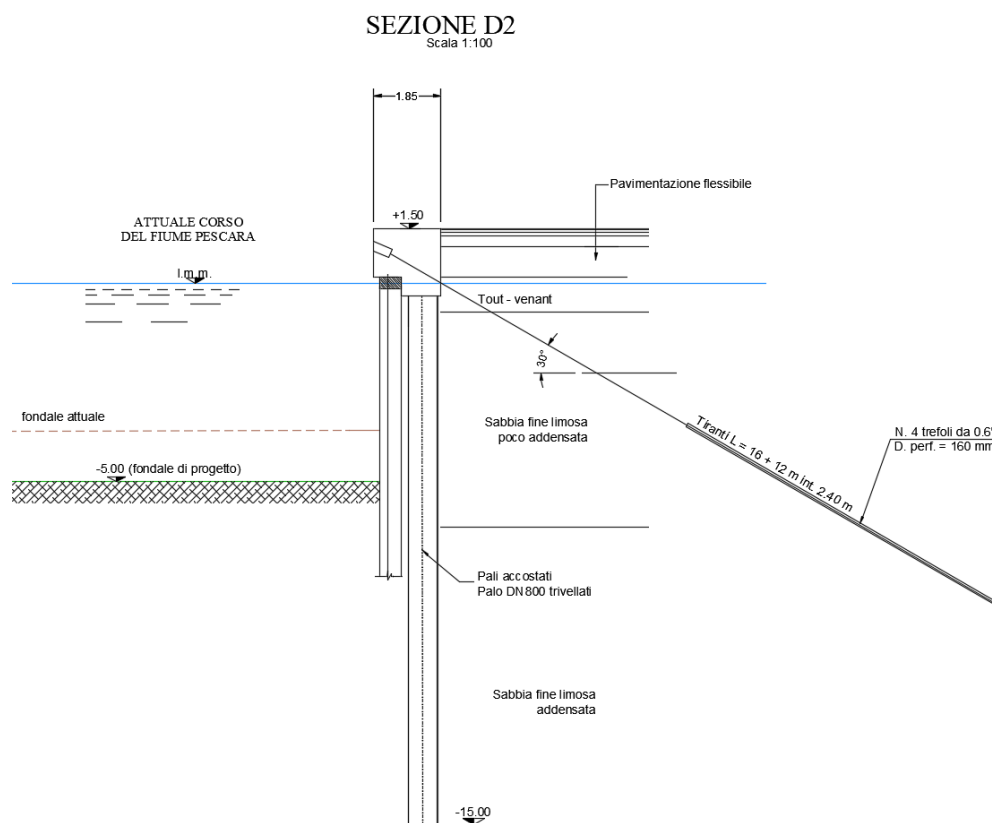


Figura 6-14–Sezione D2

6.9.2. Sezione speciale D1 a ridosso delle fondazioni del Ponte del Mare

Seguendo le modalità già descritte nel caso della sezione S2, anche la sezione tipologica D2 subirà una modifica locale in corrispondenza della fondazione della pila in sponda destra del Ponte del Mare.

In questo caso la presenza del plinto comporta la necessità di interrompere la realizzazione dei tiranti di ancoraggio retrostanti.

Pertanto la soluzione prevederà, oltre alla realizzazione della paratia di pali accostati $\phi 800$ collegati alle fondazioni esistenti, la formazione di ulteriori pali discontinui a tergo, ad una distanza d'asse di 1.60 m, disposti ad interasse longitudinale di 2.40 m (uno ogni tre pali frontali).

L'effetto portante associato al telaio così formato risulterà utile a sostituire l'azione stabilizzante offerta dai tiranti alle azioni orizzontali.

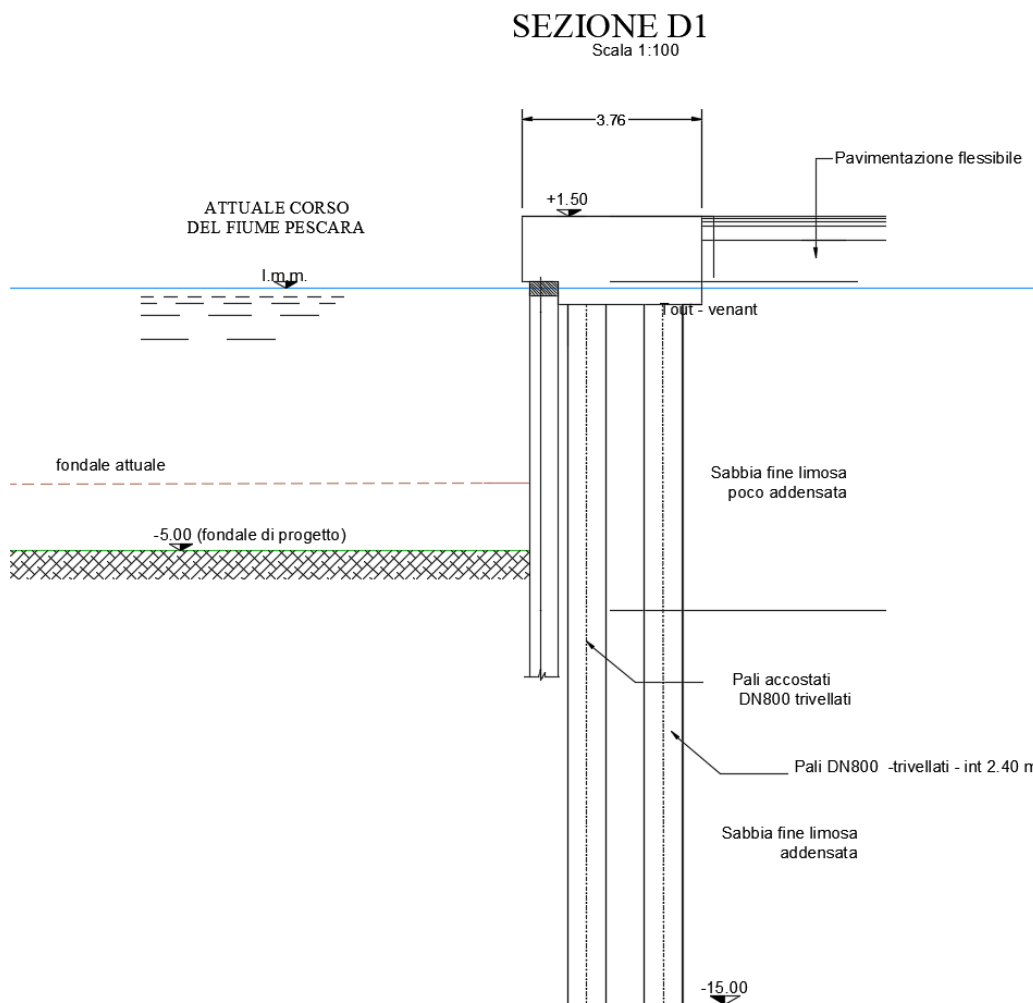


Figura 6-15– Sezione tipo D1

6.10. FASE C - Interventi di taglio e raccordo alle banchine esistenti

6.10.1. Apertura sbocco a mare con demolizione di tratto interferente dell'attuale molo Nord

In corrispondenza dell'intersezione tra il nuovo argine sud e la banchina lato nord esistente, laddove la deviazione del Pescara impone che la nuova banchina sud curvi verso nord, si renderà necessario un "taglio" della banchina esistente mediante perimetrazione di questa mediante pali trivellati $\phi 600$ affiancati, sui quali realizzare poi travi di coronamento in c.a. utili ad alloggiare una nuova soletta di calpestio.

In tal senso, i pali che delimiteranno l'area di intersezione tra banchina attuale e di progetto risulteranno necessari anche a garantire l'assenza di pratici effetti sul corpo banchina esistente dati dal dragaggio della nuova sede del fiume. Pertanto, anche questi saranno portati fino ad una quota di -15.0 m da l.m.m.

Inoltre, i pali sul lato nord saranno utili anche al fine di costituire un appoggio per la sovrastruttura che verrà realizzata nell'area di forma triangolare, di raccordo con le precedenti e successive sezioni ordinarie del molo sud. In particolare, in quest'area la banchina sul lato fiume sarà impostata su parete combinata di medesime caratteristiche delle precedenti mentre al di sopra del riempimento in tout venant sarà realizzata la sovrastruttura poggiante anche sui pali $\phi 600$ affiancati.

6.10.2. Realizzazione tratto di raccordo nuovo molo Sud con attuale molo Sud

Nel tratto corrispondente alla deviazione della sponda destra (sud), nell'area in cui il nuovo argine si porterà nell'alveo attuale del fiume, le opere risulteranno analoghe a quelle previste nella sezione corrente, con infissione di pareti combinate sia sul lato fiume che sul lato terra, collegate in testa mediante appositi tiranti così da risultare stabili nella successiva progressiva fase di riempimento interno con materiale di cava tipo tout venant.

Una volta ultimato il cofferdam così ottenuto, potrà gradualmente essere realizzato anche il riempimento a tergo con il quale ripristinare la continuità con la banchina esistente.

In dettaglio, anche in questo caso le due pareti combinate, poste ad interasse di 12 m, saranno formate da pali metallici in acciaio S460 di diametro ϕ_{ext} 914 mm e spessore 10 mm, collegati longitudinalmente da palancole tipo "AZ 18-700". In tal modo i pali portanti, spinti da quota +1.0 m a quota -15.0 m s.l.m., presentano un interasse di circa 2.37 m. In testa, tra i pali saranno installati dei tiranti costituiti da barre gewi D43 mm S670/800, posizionati anch'essi ad un passo di 2.37 m.

6.11. FASE C: Prolungamento Banchina porto commerciale e vasca di colmata D

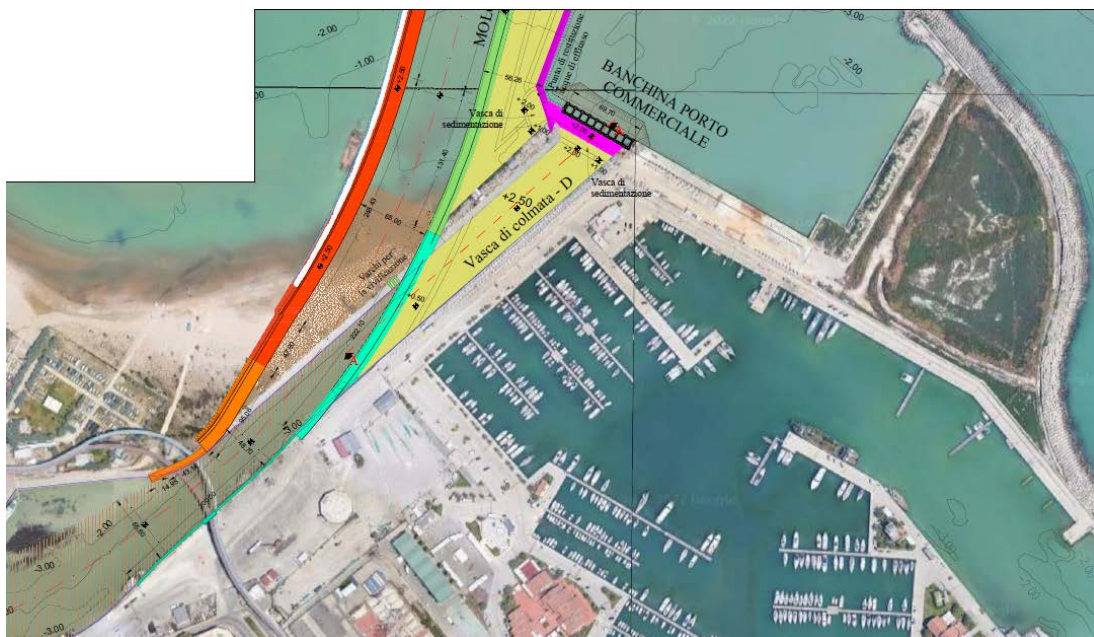


Figura 6-16 - Banchina porto commerciale

Completata la deviazione del fiume Pescara, si procederà alla realizzazione della vasca di colmata D, che dovrà ospitare i sedimenti provenienti dal dragaggio dell'attuale corso del fiume Pescara. La vasca di colmata è ricavata nel tratto terminale del f. Pescara ed è delimitata dagli attuali moli guardiani, a monte dall'opera di raccordo Molo Sud-molo Nord ed a valle dal prolungamento (circa 70 m) della banchina della darsena commerciale.

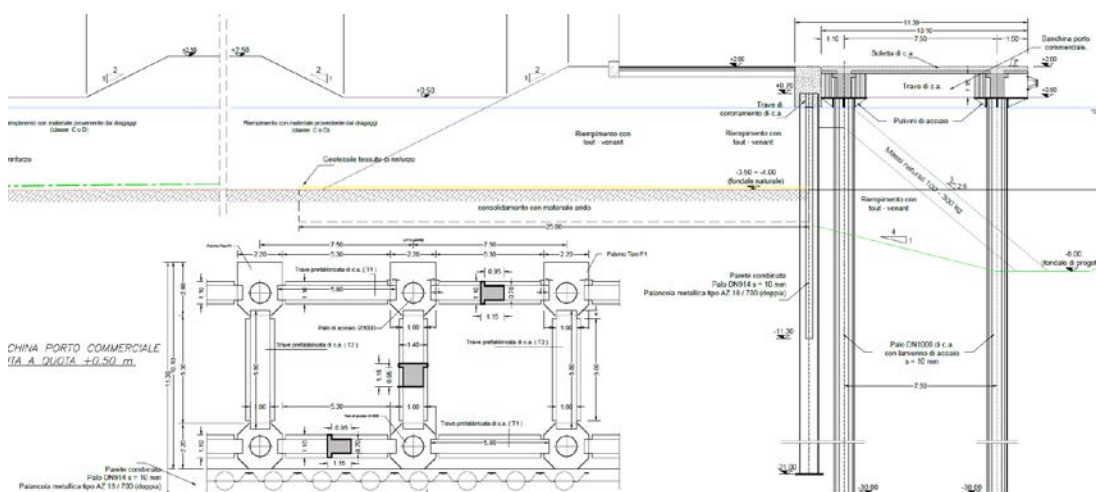


Figura 6-17 - Banchina a giorno

La banchina commerciale è del tipo a giorno, costituita da:

1. Parete combinata palo (DN 914 e s=10 mm) e palanca (AZ18-700 doppia), con la funzione di sostenere il terrapieno (argine) retrostante la banchina e che delimita la vasca di colmata D.

2. Escavo del fondale della darsena commerciale in corrispondenza della nuova struttura fino a quota -8.00 m s.l.m.
3. Elementi prefabbricati (travi e predalles) di c.a. integrati da getto di completamento in opera (nodi strutturali travi-pulvino-pali e soletta per l'impalcato), che poggiano su pali di c.a. trivellati DN1000, imbasati alla quota -30.00 m s.l.m. e dotati di camicia metallica di spessore 10 mm.
4. Scogliera in massi naturali con pezzatura di prima categoria, posta sul fondale dragato a ridosso della paratia metallica ed al di sotto dell'impalcato della banchina.

La banchina è completata con una pavimentazione flessibile in materiale bituminoso che si estende nella zona retrostante la banchina, determinando una larghezza complessiva del fronte banchina di 20.0 m.

Completata la banchina sarà realizzata la vasca di colmata denominata D.

6.11.1. Completamento dragaggio alveo fiume Pescara e opere di protezione del fondale

Dopo la realizzazione delle opere descritte in precedenza è prevista l'esecuzione del dragaggio di completamento dell'alveo del fiume a partire dalla sezione a monte del Ponte del Mare, fino a raggiungere la quota di progetto di -5,00 m s.l.m. del nuovo alveo a partire dalla sezione a monte del Ponte del Mare.

I sedimenti dragati saranno collocati nella cassa di colmata denominata D, ricavata all'interno del vecchio alveo del fiume deviato.

Completate le opere di dragaggio si realizzerà l'armatura del fondale tramite opere di protezione del fondale mediante posa in opera di reti metalliche e massi naturali con peso di circa 100÷300 kg, per uno spessore di circa 1,0 m, per tutto il tratto di canale posto a cavallo della zona di restringimento localizzata in corrispondenza del Ponte del Mare.

La funzione di questa protezione è quella di garantire che durante le piene di progetto il fondo del canale non venga scalzato dalla corrente fluviale compromettendo la stabilità dei moli guardiani.

In questa sede si è stimato che la protezione del fondale coprirà un tratto complessivo di canale di lunghezza pari a circa 120,0 m.

Il dimensionamento dell'opera di protezione del fondale e della eventuale zona di transizione potrà essere approfondita ed, eventualmente, adeguata a seguito di ulteriori studi morfodinamici specialistici.

6.11.2. Modalità operative e fasi lavorative

Da un punto di vista costruttivo possono individuarsi le seguenti fasi esecutive dell'opera:

- Infissione della paratia metallica del tipo palo-palancola e realizzazione della trave di coronamento in sommità
- Realizzazione del rilevato in tout-venant nella zona retrostante il palancolato (pendenza 2 a 1), utilizzando gli stessi accorgimenti geotecnici previsti per gli argini che delimitano le altre colmate (rinforzo basale mediante impiego di una geogriglia performante da 300 kN con tessuto non tessuto; precarica con TV)
- Dragaggio del sedime portuale nella zona prospiciente la paratia (darsena commerciale sino a quota – 8.0 m.sl.m.)
- Realizzazione del rilevato in tout-venant sia nella zona retrostante (pendenza 2 a 1) che davanti al palancolato (pendenza 3 su 2.5)
- Realizzazione dei pali dei pali trivellati di c.a.;
- Posizionamento di un doppio strato di massi naturali di prima categoria al di sopra al Tout venant (lato darsena)
- posizionamento in testa ai pali dei pulvini forati al centro per consentire il passaggio della gabbia di armatura del palo;
- posizionamento sui pulvini delle travi e successivo getto dei nodi pali-travi al fine di ripristinare la continuità strutturale dell'opera;
- a maturazione del getto avvenuta, posizionamento sulle travi delle predalles;
- realizzazione del getto finale di calcestruzzo della soletta dell'impalcato;
- realizzazione pavimentazione, giunti e finiture banchine, arredi portuali.

7. CRONOPROGRAMMI DELLE FASI

Sulla base dell'avanzamento delle fasi progettuali si riportano, di seguito, i cronoprogrammi di realizzazione delle tre fasi attuative previste nel presente progetto, redatti sulla base delle seguenti ipotesi:

- I tempi previsti, al di là delle differenti FASI, sono stati considerati consequenziali senza alcuna interruzione temporale tra una sub fase e l'altra;
- Non sono stati previsti "tempi morti" tra la conclusione di una FASE e l'inizio della successiva;
- Le progettazioni hanno previsto una stesura coerente con la progettazione sviluppata nella FASE precedente, senza considerare varianti in corso d'opera ecc);
- Non sono stati previsti allungamenti dei tempi di esecuzione dei lavori;

Con le informazioni attuali, fermo restando eventuali situazioni e criticità imprevedibili in questa fase progettuale e con la condizione che il finanziamento della FASE C sia perfezionato nel corso dell'anno 2025, è possibile prevedere che la deviazione del fiume Pescara possa essere completata per l'anno 2034/2035, fermo restando che, come sopra detto, ai tempi ipotizzati potranno aggiungersi quelli difficilmente stimabili a priori e conseguenti ai punti precedentemente elencati.

7.1. Cronoprogramma FASE A

Il soggetto attuatore di questa FASE è l'ARAP ed il costo dell'intervento è stato stimato in € 20.400.000,00, già interamente finanziati. L'appalto integrato è stato aggiudicato e sono attualmente in corso le attività di predisposizione dello studio di impatto ambientale esteso a tutte e tre le FASI A, B e C per l'istanza di Valutazione di Impatto Ambientale **unitaria** in sede Ministeriale.

FASE A		Realizzazione Molo Nord – Opera di raccordo del nuovo Molo Nord con la diga foranea		
Descrizione attività	STATO	Previsione		
		inizio	durata	fine
Progettazione (PFTE DLgs 50)	Concluso	07/03/2020		30/7/2022
Appalto integrato	Concluso			
Progettazione definitiva (Dlgs 50)	Affidato Da perfezionare dopo VIA	06/06/23		01/05/25
VIA ministeriale	Da avviare	01/07/24	270	28/03/25
Ottemperanza e CDS	Da avviare	28/03/25	60	27/05/25
Progettazione esecutiva (DLgs 50)	Da avviare	27/05/25	30	26/06/25
Autorizzazione Idraulica	Da avviare	26/06/25	45	10/08/25
Esecuzione lavori	Affidato Da avviare	10/08/25	620	22/04/27
Collaudo e chiusura concessione	Affidato Da avviare	22/04/27	180	19/10/27

7.2. Cronoprogramma FASE B

Il soggetto attuatore di questa FASE è l'Autorità di Sistema Portuale di Ancona ed il costo dell'intervento è stimato in € 21.200.000,00, già interamente finanziati.

Per questa fase è disponibile il presente progetto di fattibilità tecnica economica redatto dall'Arap ai sensi del D.Lgs. n. 50/2016, che sarà sottoposto alla Valutazione di Impatto Ambientale unitaria in sede ministeriale con i progetti delle FASI A e C.

Il cronoprogramma è stato redatto ipotizzando come prima attività dell'Autorità di Sistema Portuale l'affidamento dei servizi di ingegneria per l'aggiornamento del PFTE ai fini dell'appalto integrato, attività che potrà essere effettuata durante la fase di valutazione ambientale.

Sulla base del cronoprogramma l'avvio dei lavori della FASE B è previsto quando i lavori della FASE A saranno in fase di conclusione. Tale parziale sovrapposizione temporale dei cantieri risulta comunque compatibile con le fasi di cantierizzazione dal momento che le opere di FASE B (molo sud) non interferiscono con quelle di FASE A (molo nord).

FASE B		Realizzazione Molo Sud + dragaggio parziale + Vasca colmata A + collegamento mare fiume		
Descrizione attività	STATO	Previsione		
		inizio	durata	fine
Progettazione (PFTE DLgs 50)	Concluso	07/03/2020		30/05/24
VIA ministeriale (con FASE A)	Da avviare con FASE A	01/07/24	270	28/03/25
Affidamento servizi ingegneria (aggiornamento PFTE)	da avviare	28/03/25	90	26/06/25
Aggiornamento PFTE DLgs 50 (o 36) + verifica e validazione	Da affidare Da avviare	26/06/25	90	24/09/25
Appalto integrato su PFTE (DLgs 50 o 36) + contratto	da avviare	24/09/25	210	22/04/26
Progettazione definitiva/esecutiva	da avviare	22/04/26	90	21/07/26
CdS decisoria + Autorizzazione Idraulica	Da avviare	21/07/26	90	19/10/26
Aggiornamento PE - verifica - approvazione	da avviare	19/10/26	60	18/12/26
Esecuzione Lavori	da avviare	18/12/26	900	05/06/29
Collaudo e chiusura concessione	da avviare	05/06/29	180	02/12/29

Pag.
169

7.3. Cronoprogramma FASE C

Per questa fase la Regione Abruzzo e l'Autorità di Sistema Portuale stanno collaborando per perfezionare il finanziamento con la nuova programmazione finanziaria, comunque non ancora assegnato alla data di redazione del presente documento e, di conseguenza, deve essere ancora individuato il soggetto attuatore.

Il costo dell'intervento è stimato in € 40.000.000,00.

Per questa fase è disponibile il progetto di fattibilità tecnica economica redatto dall'Arapp ai sensi del D.Lgs. n. 50/2016, che sarà sottoposto alla Valutazione di Impatto Ambientale unitaria in sede ministeriale con i progetti delle FASI A e B.

Il cronoprogramma è stato pertanto redatto ipotizzando un periodo di perfezionamento del finanziamento di un anno e viene di seguito riportato con la precisazione di essere basata su previsioni e che dovrà essere aggiornato dopo il perfezionamento del finanziamento e sulla base dell'esito del procedimento di VIA.

Inoltre, considerato che le aree di cantiere di FASE C si sovrappongono a quelle di FASE B, l'avvio dei lavori è stato ritenuto possibile solo dopo la conclusione dei lavori di FASE B, anche alla luce della necessaria chiusura delle attività di collaudo che dovrà avvenire prima della consegna del nuovo intervento.

In aggiunta non va sottovalutata la nota carenza di aree di cantiere, aspetto che rende di fatto impossibile la contemporaneità delle due fasi.

Come risulta dal cronoprogramma ciò comporta un ritardo nell'avvio dei lavori stimato in oltre 900 giorni.

FASE C		Raccordo nuovo Molo Sud con diga foranea + vasche colmata B, C e D + residuo dragaggio + protezioni sponde ponte mare + demolizione vecchio molo Nord + nuovo argine dx		
Descrizione attività	STATO	Previsione		
		Inizio	durata	fine
Progettazione (PFTE D.Lgs. 50)	Concluso	07/03/2020		30/05/24
VIA ministeriale (con FASE A)	Da avviare con FASE A	01/07/24	270	28/03/25
Perfezionamento finanziamento	in corso	31/01/24	365	30/01/25
Affidamento servizi ingegneria per aggiornamento PFTE al D.Lgs 36/2023 + contratto	Da affidare Da avviare	30/01/25	180	29/07/25
PFTE DLgs 36/2023 + verifica + validazione	Da avviare	29/07/25	120	26/11/25
Appalto integrato su PFTE DLgs 36 + contratto	Da avviare	26/11/25	210	24/06/26
Progettazione esecutiva	Da avviare	24/06/26	90	22/09/26
CdS decisoria + Autorizzazione Idraulica	Da avviare	22/09/26	90	21/12/26
Aggiornamento PE - verifica - approvazione	Da affidare Da avviare	21/12/26	30	20/01/27
Disponibilità aree cantiere dopo conclusione lavori FASE B	Da avviare	05/06/29	180	02/12/29
Esecuzione Lavori	Da affidare	02/12/29	1350	13/08/33
Collaudo e chiusura concessione	Da affidare	13/08/33	180	09/02/34

8. CARATTERISTICHE PRESTAZIONALI DELLE OPERE E DEI MATERIALI

Le principali caratteristiche prestazionali dei materiali impiegati sono le seguenti:

- calcestruzzo armato con classe di resistenza C35/45 e di esposizione XS3;
- acciaio per le armature ad aderenza migliorata zincato tipo B450C;
- palancole di acciaio S335JR, protetto nella parte superiore a – 2,0 m s.m. con verniciatura o con rivestimento di calcestruzzo o protezione catodica attiva del palancole;

Per quanto riguarda le opere di banchina (moli guardiani Nord e Sud) queste dovranno essere in grado di sopportare i seguenti carichi accidentali:

- per la zona del molo Nord 10 KN/m² (adibita a pesca in conformità al PRP 2008);
- per la zona del molo Nord 20 KN/m² (adibita ad uso commerciale in conformità al PRP 2008).

Inoltre, tali opere saranno caratterizzate da:

- vita nominale delle opere 50 anni;
- classe d'uso, in condizioni sismiche, III.

Per quanto riguarda i massi naturali questi dovranno essere marcati CE secondo la norma armonizzata UNI EN 13383 e comunque il peso specifico minimo dei massi dovrà essere non inferiore a 2600 kg/m³.

Ovviamente dovranno essere rispettate tutte le norme previste per le costruzioni e quelle relative agli aspetti ambientali ed alle eventuali raccomandazioni che saranno impartite dagli organi ed enti preposti all'approvazione del progetto.

9. STIMA ECONOMICA DELL'INTERVENTO

Le lavorazioni sono state valutate con stime parametriche facendo riferimento a quantità di massima calcolate sulla base degli elaborati grafici allegati al progetto, a cui si rimanda per i dettagli, ed applicando prezzi unitari desunti essenzialmente dal prezzario ufficiale di riferimento della Regione Lazio (2024) e della Regione Abruzzo 2024.

Per lavorazioni non contemplate nei citati prezzari o i cui prezzi non risultano aggiornati si è fatto riferimento ad una specifica analisi dei prezzi.

A tal scopo, oltre a fare riferimento ai prezzi elementari desumibili dal prezzario regionale, si è fatto riferimento ai listini ufficiali relativi ai prezzi correnti di mercato.

Gli onorari per la progettazione, riportati nella base d'asta, sono stati stimati sulla base degli importi delle lavorazioni, comprensivi degli oneri per la sicurezza da interferenze, e valutati con il D.M. 17/6/2016 con riferimento agli importi stimati dei lavori.

Gli onorari calcolati sono stati maggiorati del 10% in quanto le prestazioni professionali dovranno essere rese utilizzando la tecnologia BIM.

Per le somme a disposizione si è fatto riferimento a percentuali di riferimento, confrontati anche con interventi della stessa natura.

Si seguito si riporta il Quadro economico di spesa dell'intervento:

PROGETTO DEVIAZIONE DEL PORTO CANALE DI PESCARA		TOTALE FASI A+B+C
		PFTE
A	Stima lavori in appalto	60.820.692,61
B	Somme a disposizione	20.779.307,39
TOTALE GENERALE PROGETTO		81 600 000,00
	Fin.to residuo Masterplan (ARAP) – FASE A	4 400 000,00
	Fin.to FSC - CIPE (ARAP) – FASE A	16 000 000,00
	Fin.to MIT (ADSP) – FASE B	21 200 000,00
	Fin.to (PROGRAMMATO DA PERFEZIONARE) - FASE C	40 000 000,00
TOTALE FINANZIAMENTI		81 600 000,00

10. Manutenzione del nuovo alveo del Fiume Pescara

Il nuovo alveo del fiume Pescara, da quanto emerso nei numerosi studi condotti, apporterà dei miglioramenti dal punto di vista idraulico sul deflusso del fiume Pescara, risultando, a parità di portate, una sensibile riduzione dei livelli idrici, pur se non dell'entità inizialmente stimata negli studi condotti durante la redazione del nuovo PRP 2008 a causa della presenza del Ponte del Mare che obbliga a realizzare una sezione ridotta.

Per assicurare il mantenimento dell'efficienza idraulica prevista con la nuova configurazione dell'alveo fluviale le Autorità competenti dovranno assicurare un rigido ed attento controllo dei fondali nelle sezioni idrauliche del nuovo alveo del fiume Pescara, in particolare a partire dal Ponte del Mare, dove sono previste profondità variabili da - 5,00 m s.l.m., a partire dalla sezione idraulica poco a monte del Ponte del Mare, fino a profondità di - 6,00 m s.l.m., prevista nella sezione idraulica in prossimità della nuova foce sulla diga foranea.

Dovrà essere sempre effettuato il controllo e la verifica del pietrame di protezione del fondo alveo, provvedendo eventualmente al suo ripristino.

I risultati numerici dello studio morfodinamico hanno evidenziato che con la configurazione della soluzione C:

- si prevede una diminuzione del deposito di sedimenti in corrispondenza della zona a monte del Ponte del Mare, che passa da valori medi di circa 20'000 m³/annui a circa 12'000 m³/annui;
- si prevede l'aumento della velocità del deflusso in prossimità del Ponte del Mare, indotto proprio dalla presenza del restringimento nella zona di interesse, con conseguente incremento del volume sedimentario rimosso nella zona del Ponte;
- si prevede un incremento del deposito di sedimenti in corrispondenza della zona immediatamente a valle del Ponte del Mare;

Pertanto, alla luce di quanto sopra, dovrà essere redatto un attento piano di manutenzione e monitoraggio dei fondali che prevedano rilievi batimetrici programmati di controllo del nuovo corso del fiume con una cadenza almeno annuale che permetta di controllare continuamente il mantenimento delle sezioni idrauliche di progetto individuando tempestivamente eventuali riduzioni dei livelli idrici e programmando e realizzando per tempo gli interventi necessari di dragaggio o di ripristino della protezione del fondo.

11. CONCLUSIONI

Le iniziali risorse concesse ad Arap nel 2018 erano ampiamente insufficienti per realizzare gli obiettivi previsti nella FASE 1 di attuazione del P.R.P. 2008, consistenti nella deviazione del porto canale di Pescara.

Come evincibile dalla stima sommaria del costo delle diverse fasi attuative dell'intervento di deviazione del porto canale, a partire dalla configurazione di riferimento descritta nei precedenti paragrafi, l'ordine di grandezza della necessaria provvista economica, inizialmente stimata in 51,2 M€, ha un costo aggiornato di 81,6 M€.

Considerando i finanziamenti concessi ad Arap e quelli disponibili all'Autorità di Sistema Portuale di Ancona le risorse già disponibili ammontano ad € 41.600.000 (20.400.000 concessi ad Arap ed € 21.200.000 concessi all'AdSP).

L'Autorità di Sistema Portuale di Ancona e la Regione Abruzzo stanno individuando le ulteriori risorse finanziarie, stimate in 40 M€, già a partire dalla prossima programmazione 2021/2027, con le quali potrà essere avviata anche l'ultima FASE C che permetterà di raggiungere la configurazione finale del Porto di Pescara con il porto canale deviato.

Per tale motivo il programma degli interventi necessari alla concretizzazione dell'obiettivo posto dal Piano Regolatore Portuale (FASE 1 – deviazione del Porto canale) si tradurrà in un arco temporale il cui orizzonte si estende ai prossimi 10-12 anni.

Tutte le opere descritte sono annoverabili come opere puntuali afferenti al nuovo Piano Regolatore Portuale di Pescara, approvato con Delibera di Consiglio Regionale n° 80/2 del 15/11/2016.

Rilevante e degno di particolare attenzione è il tema delle interferenze tra cui spicca quella esistente tra il percorso previsto dal P.R.P. per il nuovo porto canale e le strutture di fondazione del Ponte del Mare che, come descritto in precedenza, impediscono, ad oggi, la realizzazione di una sezione trasversale così come programmata nell'anno 2008 dal gruppo di lavoro incaricato della redazione del citato P.R.P. ma che potrà essere anche oggetto di revisione qualora con la nuova configurazione idraulica comunque ridotta in prossimità del ponte dovessero manifestarsi criticità.

Ciò non compromette la fattibilità e validità complessiva dell'intervento ma determina una limitazione della quale gli Enti preposti ed interessati è quantomai opportuno prendano atto per le conseguenti decisioni di competenza.

La necessità "idraulica" va quindi coniugata con quella di natura statica e per questo motivo l'A.R.A.P. ha fatto eseguire un'accurata campagna di indagini e di studi attraverso cui pervenire alla scelta della migliore sezione idraulica consentita.

In questo livello di progettazione sono state identificate due soluzioni tecnicamente realizzabili, tuttavia si ritiene che ulteriori indagini conoscitive delle banchine esistenti possano essere condotte nelle successive fasi di progettazione e realizzazione al fine di migliorare la soluzione tecnica-economica attualmente individuata in corrispondenza della sezione interferente con il Ponte del mare.

Particolare attenzione richiede la gestione della rimozione/spostamento dei trabocchi oggi esistenti sull'attuale Molo Nord.

Come evidenziato, i trabocchi devono essere rimossi prima dell'avvio delle opere previste nella FASE B.

Stante l'attuale previsione di P.R.P. un eventuale ricollocamento provvisorio dei trabocchi richiede un intervento regolatorio da parte delle Autorità ed Enti competenti.

Relativamente ad una richiesta di prevedere, in questa fase progettuale, un eventuale canalizzazione per l'allontanamento delle acque bianche, richiesto dal Comune di Pescara in occasione della conferenza di servizi decisoria tenutasi per il progetto Masterplan 1° stralcio, nessun progetto di risoluzione della possibile interferenza è stato trasmesso dagli Enti competenti in materia (Gestore dei servizi idrici/Comune).

Pertanto, considerato anche che il progetto della vasca di prima pioggia che sta realizzando in prossimità del Ponte del Mare il Gestore dei Servizi Idrici di Pescara, non prevede nessuna condotta di scarico a mare delle acque di seconda pioggia, non è stato possibile, in questa fase, prevedere o risolvere l'eventuale interferenza.

Va comunque evidenziato che eventuali condotte di scarico a mare dovranno essere preventivamente progettate ed autorizzate e difficilmente potranno essere realizzate all'interno del nuovo alveo del fiume Pescara o, addirittura, all'interno dei nuovi moli guardiani o delle scogliere di raccordo con il pennello di foce.

Oltre a quanto sopra esposto, giungendo a conclusione della presente relazione, si sottolinea la valenza del presente progetto per le finalità di programmazione degli Enti preposti che, in base alle valutazioni eseguite ed agli aspetti critici evidenziati, hanno la possibilità di procedere ad una corretta e tempestiva pianificazione dei successivi interventi necessari al perseguimento dell'obiettivo dichiarato.