



REGIONE ABRUZZO COMUNE DI ORTONA



APQ-14 INTERVENTO DT03
Finanziamento con delibera C.I.P.E n° 84-2000

PIANO REGOLATORE PORTUALE 2010



CAPITANERIA DI PORTO DI ORTONA

Titolo elaborato :

STUDIO DELL'AGITAZIONE INTERNA PORTUALE

Responsabile del Procedimento e Coordinatore Generale del P.R.P.:

Dott. Ing. Nicola PASQUINI

MINISTERO DELLE INFRASTRUTTURE E TRASPORTI

PROVVEDITORATO INTERREGIONALE ALLE OPERE PUBBLICHE PER IL LAZIO, ABRUZZO E SARDEGNA

UFFICIO 7 - OPERE MARITTIME

Progettisti:

Dott. Ing. Fabio RIVA
Dott. Ing. Luigi MINENZA

Collaboratori alla progettazione:

Geom. Massimiliano RICCI
Geom. Dario COMPAGNONE
Geom. Pietro PRATICO'

Gruppo specialistico di supporto alla progettazione:

Coordinamento tecnico-scientifico:	Prof. Ing. Alberto NOLI
Aspetti marittimi e modellistica idraulica:	Prof. Ing. Paolo DE GIROLAMO
Aspetti urbanistici:	Urb. Ivana PEDERIVA
Aspetti ambientali:	Dott. Ing. Paolo CONTINI
Aspetti socio economici, trasportistici e finanziari:	TRT- Trasporti e Territorio - Dott. Ing. Fabio TORTA

Elaborato:

S5

	Set. 2010	0	Emissione
--	-----------	---	-----------

Rif. Dis.	Data	Rev.	DESCRIZIONE
-----------	------	------	-------------

Sommario

1	Premessa, obiettivi e metodologia di lavoro.....	3
2	Esposizione meteomarina del sito.....	4
2.1	Clima di moto ondoso.....	4
3	Studio dell’agitazione interna portuale.....	8
3.1	Ipotesi di calcolo e condizioni di calcolo.....	8
4	Simulazione dello stato attuale.....	12
4.1	Schema di calcolo e condizioni al contorno.....	12
4.2	Risultati ottenuti per lo stato attuale.....	13
5	Simulazione della configurazione prevista dal P.R.P. 1969.....	14
5.1	Schema di calcolo e condizioni al contorno.....	14
5.2	Risultati ottenuti per la configurazione di P.R.P 1969.....	15
6	Simulazione della configurazione di P.R.P 2010.....	16
6.1	Schema di calcolo e condizioni al contorno.....	16
6.2	Risultati ottenuti per la configurazione di P.R.P 2010.....	17
7	Conclusioni.....	18
Appendice A	Risultati delle simulazioni relative allo Stato Attuale.....	19
Appendice B	Risultati relativi alla configurazione di P.R.P. 1969.....	27
Appendice C	Risultati relativi alla configurazione di P.R.P. 2010.....	35
Appendice D	Descrizione sintetica del modello VEGA.....	43

1 Premessa, obiettivi e metodologia di lavoro

L'Ufficio Opere Marittime del Provveditorato Interregionale alle OO.PP. per il Lazio, l'Abruzzo e la Sardegna ha conferito in data 01/02/2010 Prot. N. 3610 allo scrivente Prof. Ing. Paolo De Girolamo l'incarico di consulenza inerente gli aspetti marittimi per la redazione del Piano Regolatore Portuale del Porto di Ortona. Con riferimento al Disciplinare d'Incarico Professionale del 21/12/2009 rep.n. 26, uno degli aspetti oggetto della consulenza ha riguardato lo "Studio della agitazione interna portuale". Il presente documento costituisce il rapporto finale inerente tale argomento.

Per la redazione del presente studio il Prof. Paolo De Girolamo si è avvalso della collaborazione dell'Ing. Marco Del Bianco.

Lo studio ha come oggetto la modellazione numerica della propagazione degli stati di moto ondoso più significativi per il paraggio in esame all'interno del bacino del porto di Ortona. Per effettuare le simulazioni ci si è avvalsi del modello numerico di riflessione – diffrazione VEGA.

Il modello numerico VEGA integra in modo esatto l'equazione di Helmholtz, che consente di ricavare i valori dell'agitazione nei bacini portuali tenendo conto dei fenomeni combinati di diffrazione e riflessione, che nel caso specifico risultano dominanti dal punto di vista della penetrazione delle onde.

Per definire gli eventi di moto ondoso più significativi si è fatto riferimento all'analisi dei dati di moto ondoso registrati dall'ondametro di Ortona dal 1989 al 2007. I risultati dello studio del clima di moto ondoso sono riportati sinteticamente nel secondo capitolo, si rimanda allo studio meteomarinario per approfondire tale argomento.

Sono state analizzate e poste a confronto tre diverse configurazioni portuali, rispettivamente:

- la configurazione portuale attuale, riferita agli ultimi avanzamenti dei lavori di prolungamento della diga Nord;
- la configurazione portuale prevista dal P.R.P. del 1969, attualmente vigente, indicata P.R.P. 1969;
- la nuova configurazione portuale, indicata P.R.P. 2010.

L'applicazione del modello numerico ha consentito la verifica oggettiva delle condizioni di agitazione ondosa per le diverse configurazioni portuali considerate, fornendo un utile parametro di valutazione.

2 Esposizione meteomarina del sito

Per una completa descrizione delle condizioni meteo marine del sito si rimanda allo studio meteomarino allegato al presente Piano Regolatore Portuale. Tuttavia per i fini del presente documento risulta conveniente riportare in questa sede alcuni dati ed analisi di interesse per gli studi inerenti l'agitazione interna portuale.

2.1 Clima di moto ondoso

Al largo di Ortona è presente una boa ondometrica direzionale appartenente alla Rete Ondometrica Nazionale (R.O.N.) gestita dall'ISPRA, che ha operato con continuità dal 1989 al 2007 coprendo quindi un arco di tempo di circa 18 anni. La posizione dell'ondametro, posto su un fondale di circa 50,0 m, è riportata in Fig. 3. Dall'analisi dei dati registrati al largo con cadenza trioraria è stato possibile valutare le frequenze medie di accadimento degli eventi di moto ondoso al largo. Utilizzando il modello matematico di inversa spettrale MEROPE, la serie storica registrata dall'ondametro è stata propagata sottocosta in prossimità della nuova imboccatura portuale (punto P1). In Fig. 1 è riportata la posizione del punto P1 e la griglia di calcolo utilizzata per propagare le onde da largo (punto di misura delle onde) allo stesso punto P1. Il punto P1 è stato posizionato in prossimità dell'imboccatura portuale e di conseguenza risulta rappresentativo del moto ondoso in grado di penetrare all'interno del porto.

Nella Tab 1. è riportato il clima ondometrico medio annuale ottenuto in P1, rappresentato per classi di altezza d'onda significativa H_s e direzione di provenienza degli stati di mare. Lo stesso clima è rappresentato in forma grafica ed in termini percentuali nella rosa di moto ondoso di Fig. 2.

Nel pannello di sinistra della Tab. 3, sono riportate le frequenze di accadimento percentuali medie annue degli stati di mare caratterizzati da una H_s superiore ad alcune soglie prefissate (0.5 m, 1.0 m, 1.5 m, 2.0 m e 3.0 m) a loro volta classificate per direzioni di provenienza degli stati di mare. Nel pannello di destra è riportata la stessa tabella espressa in numero di giorni medi annui di superamento delle soglie sopra indicate.

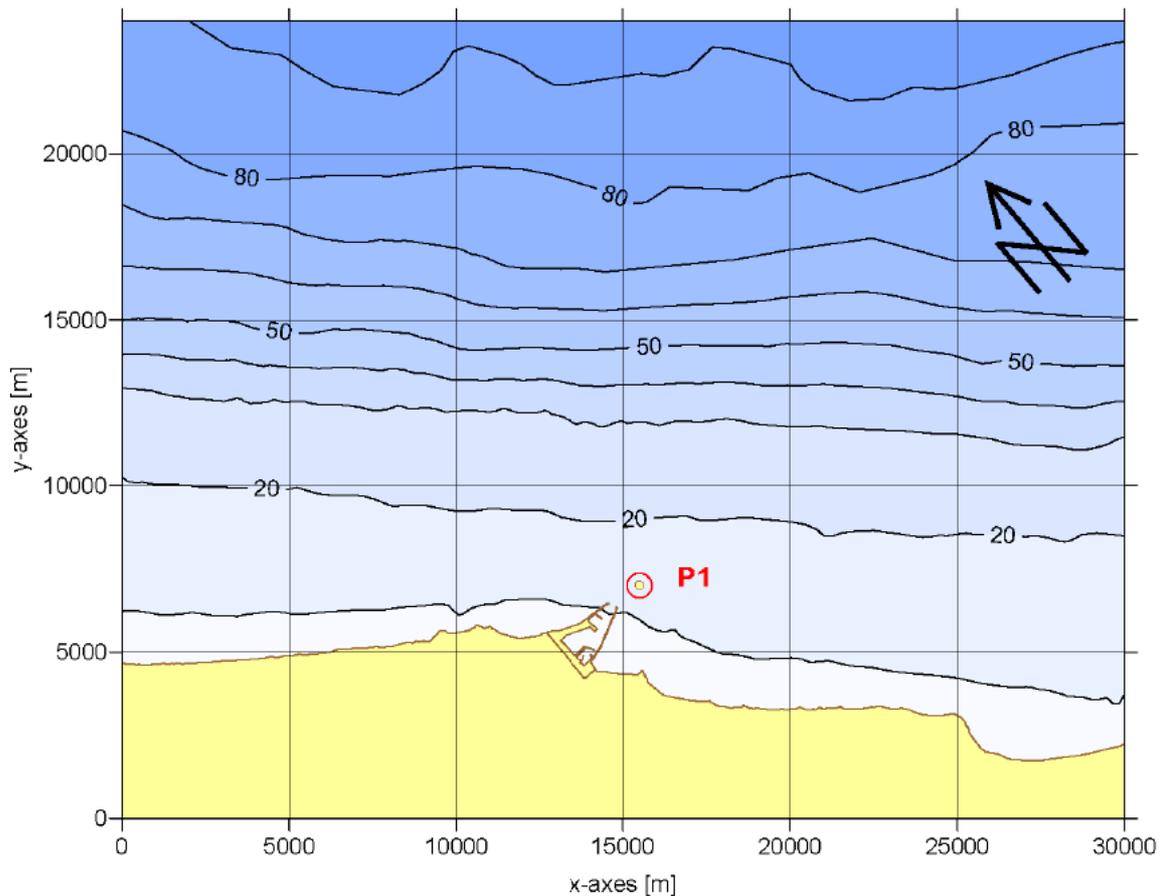


Figura 1. Griglia di calcolo utilizzata dal modello MEROPE.

Dall'analisi di tali dati si evince quanto segue per il canale di accesso al Porto di Ortona:

- il canale risulta esposto complessivamente agli stati di mare provenienti dal settore di traversia compreso tra le direzioni 330 e 120 °N;
- in relazione agli stati di mare di maggiore intensità ($H_s > 2.0$ m), il settore di traversia si restringe e risulta compreso tra le direzioni 0 e 60° N;
- il numero di giorni medio annuo in cui sono presenti stati di mare superiori alla soglia $H_s = 1,0$ m risulta pari a circa 60 che si riducono a circa 22 giorni per $H_s > 1,5$ m ed a circa 9 giorni per $H_s > 2,0$ m.

Complessivamente quindi si può affermare che l'esposizione ondometrica dell'imboccatura portuale in relazione ad eventi di moto ondoso significativi per gli aspetti connessi alla penetrazione del moto ondoso all'interno del porto, risulta prevalentemente limitata al I quadrante.

Tabella 1. Distribuzione degli eventi di moto ondoso in corrispondenza del punto di inversa spettrale P1.

Punto di inversa spettrale P1 (luglio 1989 - Dicembre 2007)

Distribuzione degli eventi di moto ondoso per classi di Hs e direzione di provenienza. ANNUALE

DIR (N)	CLASSI DI ALTEZZA D'ONDA SIGNIFICATIVA Hs (m)												Totale	%Hs>0.5
	<.25	.25÷0.5	0.5÷1.0	1.0÷1.5	1.5÷2.0	2.0÷2.5	2.5÷3.0	3.0÷3.5	3.5÷4.0	4.0÷4.5	4.5÷5.0	5.0÷5.5		
0	1954	3322	3671	1801	668	231	74	28	2	4	2	0	11757	16%
30	1522	1474	1387	791	420	275	130	99	55	17	0	1	6171	8%
60	1591	1945	1324	308	76	24	12	5	2	0	0	0	5287	4%
90	2205	3934	2473	762	143	25	9	0	0	0	0	0	9551	8%
120	1326	884	353	75	12	0	0	0	0	0	0	0	2650	1%
150	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0%
180	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0%
210	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0%
240	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0%
270	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0%
300	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0%
330	1448	1905	1238	374	60	9	0	0	0	0	0	0	5034	4%
TOT.	10046	13464	10446	4111	1379	564	225	132	59	21	2	1	40450	42%
	23510	33956	38067	39446	40010	40235	40367	40426	40447	40449	40450			

Numero di eventi validi : 40450 Numero di eventi registrabili: 48139 Rendimento: 84%

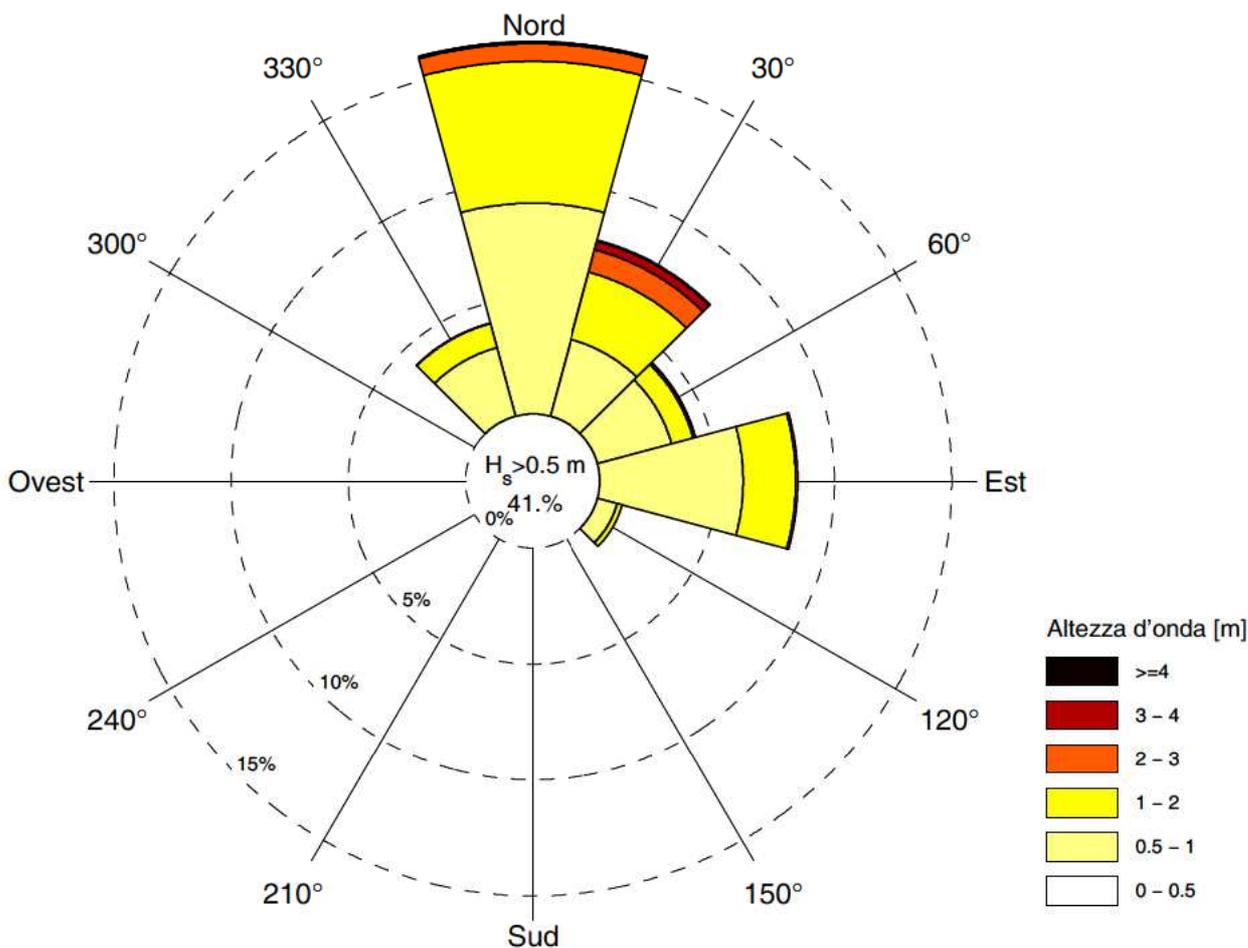


Figura 2. Rosa di distribuzione degli eventi di moto ondoso nel punto di inversa spettrale P1.

Tabella 3. Frequenza degli eventi di moto ondoso nel punto di inversa P1.

Punto di inversa spettrale P1 (luglio 1989 - Dicembre 2007)

Frequenza di accadimento degli eventi di moto ondoso per soglie di H_s e direzione di provenienza. ANNUALE

DIR (°N)	frequenza di accadimento percentuale					
	Totale	$H_s > 0.5$	$H_s > 1.0$	$H_s > 1.5$	$H_s > 2.0$	$H_s > 3.0$
0	29.07	16.02	6.95	2.49	0.84	0.09
30	15.26	7.85	4.42	2.46	1.43	0.43
60	13.07	4.33	1.06	0.29	0.11	0.02
90	23.61	8.44	2.32	0.44	0.08	
120	6.55	1.09	0.22	0.03		
150						
180						
210						
240						
270						
300						
330	12.44	4.16	1.10	0.17	0.02	
TOT.	100.00	41.88	16.05	5.89	2.48	0.53

numero di giorni medio annui					
Totale	$H_s > 0.5$	$H_s > 1.0$	$H_s > 1.5$	$H_s > 2.0$	$H_s > 3.0$
106	58	25	9	3	0
56	29	16	9	5	2
48	16	4	1	0	0
86	31	8	2	0	
24	4	1	0		
45	15	4	1	0	
365	153	59	22	9	2

3 Studio dell'agitazione interna portuale

Lo studio della penetrazione del moto ondoso all'interno dello specchio acqueo portuale è stato condotto con il modello numerico VEGA, un modello stazionario di diffrazione – riflessione del moto ondoso. VEGA è in grado di simulare la propagazione di **onde armoniche lineari** all'interno di un dominio di calcolo in presenza dei fenomeni combinati di **diffrazione** e **riflessione**, che risultano dominanti nel caso della propagazione delle onde all'interno di specchi portuali.

È possibile descrivere tali fenomeni attraverso l'equazione ellittica di Helmholtz, che viene risolta dal modello numerico VEGA con la tecnica degli elementi di contorno (boundary elements). Una descrizione sintetica di come opera il modello numerico VEGA è riportata in allegato al presente documento.

Il modello di propagazione VEGA è stato applicato per lo studio della penetrazione del moto ondoso nel porto di Ortona al fine di valutare le condizioni di agitazione interna degli specchi acquei. Sono state condotte tre serie di simulazioni per mettere a confronto lo scenario attuale con le proposte di ampliamento delle porto previste dal Piano Regolatore Vigente (1969) e dalla proposta di P.R.P. oggetto del presente studio.

3.1 Ipotesi di calcolo e condizioni di calcolo

La risoluzione dell'equazione di Helmholtz impone alcune ipotesi di calcolo semplificative. Non è possibile simulare un'onda irregolare, ma esclusivamente onde monocromatiche. Di conseguenza il modello risulta essere lineare ed è possibile utilizzarne i risultati per diverse altezze d'onda. Inoltre la propagazione delle onde riproducibile con il modello numerico avviene su fondale costante. Pertanto non è possibile simulare configurazioni caratterizzate da rilevanti variazioni di fondale.

Le simulazioni sono state pertanto condotte utilizzando una profondità costante per tutto il bacino portuale. Considerando le finalità dello studio si è scelto di assegnare al bacino la profondità di progetto del canale di ingresso al porto. Tale schematizzazione è comunque cautelativa in quanto favorisce la propagazione delle onde all'interno del dominio di calcolo.

Per l'implementazione del modello di calcolo è necessario definire delle opportune condizioni al contorno. I confini interni, rappresentativi delle opere portuali, devono essere opportunamente discretizzati. Successivamente deve essere assegnato a ciascuno elemento del contorno un coefficiente di riflessione.

I coefficienti di riflessione R dei contorni delimitanti le aree portuali interne ed esterne sono stati scelti in funzione delle caratteristiche riflettenti delle opere, secondo quanto riportato in tabella 4.

Tabella 4. Valori dei coefficienti di riflessione R adottati nelle simulazioni svolte con il modello di propagazione VEGA.

TIPOLOGIA DI CONTORNO	R
opere a pareti verticali riflettenti	0.90
banchine a parete verticale con pareti antiriflettenti	0.55
tratti rocciosi naturali ed opere a scogliera	0.35
spiagge assorbenti	0.10
confini assorbenti	0.00

Si vuole sottolineare che tali coefficienti di riflessione sono costanti, lungo tutto il perimetro di una stessa opera, effettuando, a favore della sicurezza, un'approssimazione per eccesso. Essi sono desunti dalla letteratura in base ad esperienze su modelli fisici e variano in realtà anche in funzione del periodo d'onda incidente.

Ciascun segmento è stato a sua volta suddiviso in elementi di lunghezza compresa tra $1/6$ ed $1/7$ della lunghezza d'onda propagata, assicurandosi in tal modo che in tutte le simulazioni fossero introdotti almeno 5 elementi (sorgenti) per ogni segmento considerato.

La condizione al contorno lato mare è rappresentata da un contorno generatore, in cui vengono assegnati i valori di direzione e periodo dell'onda monocromatica di altezza unitaria.

Per quanto riguarda le direzioni di provenienza delle onde, in corrispondenza dell'imboccatura portuale, sono stati individuati, compatibilmente con l'esposizione del paraggio in esame, i settori di attacco degli stati di mare più significativi ai fini dell'agitazione interna portuale (figura 3).

In particolare, per lo svolgimento delle simulazioni numeriche, sono state scelte le condizioni di moto ondoso riportate nella tabella 5.

Tabella 5. Condizioni di moto ondoso utilizzate per simulazioni effettuate con il modello VEGA.

Periodo T [s]	Lunghezza L [m]	Direzione di provenienza [°N]				
6.0	56.1	0	30	60	90	120
9.0	126.3	0	30	60	90	120
12.0	224.6	0	30	60	90	120

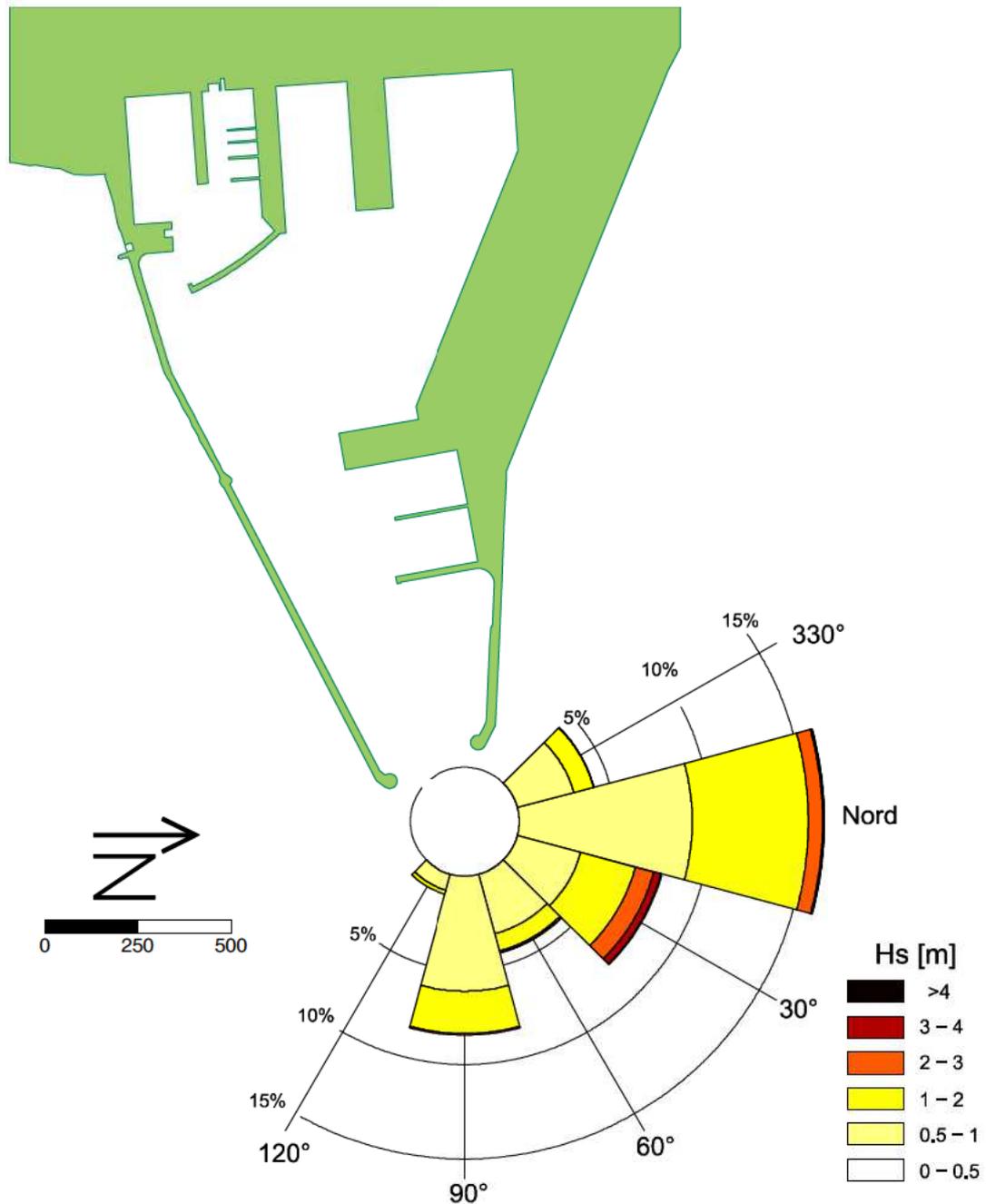


Figura 3. Rappresentazione del dominio di calcolo, relativo alla configurazione di PRP 2010, con indicazione della frequenza di accadimento degli stati di moto ondoso significativi per l'agitazione interna portuale.

Con riferimento al clima di moto ondoso del paraggio, riportato sinteticamente anche nelle tabelle 1 e 2, le condizioni di moto ondoso scelte rappresentano sia condizioni ordinarie, e perciò raggiungibili qualche volta nel corso dell'anno ($T = 6.0 - 9.0$ s), sia condizioni più rare e gravose associate a tempeste con tempo di ritorno decennale e cinquantennale ($T = 12$ s).

Le forzanti di moto ondoso sono state imposte, con riferimento all'origine della griglia di calcolo scelta per il modello VEGA (figura 4), in corrispondenza di quattro segmenti opportunamente scelti:

A-A={(2300, -1000); (2300, 2900)} → per l'onda proveniente da 0 °N;
 B-B={(150, -1785); (3600, 1115)} → per le onde provenienti da 30 e 60 °N;
 C-C={(-750, -10); (2550, -10)} → per l'onda proveniente da 90 °N;
 D-D={(-1800, 1115); (1650, -1785)} → per l'onda proveniente da 120° N.

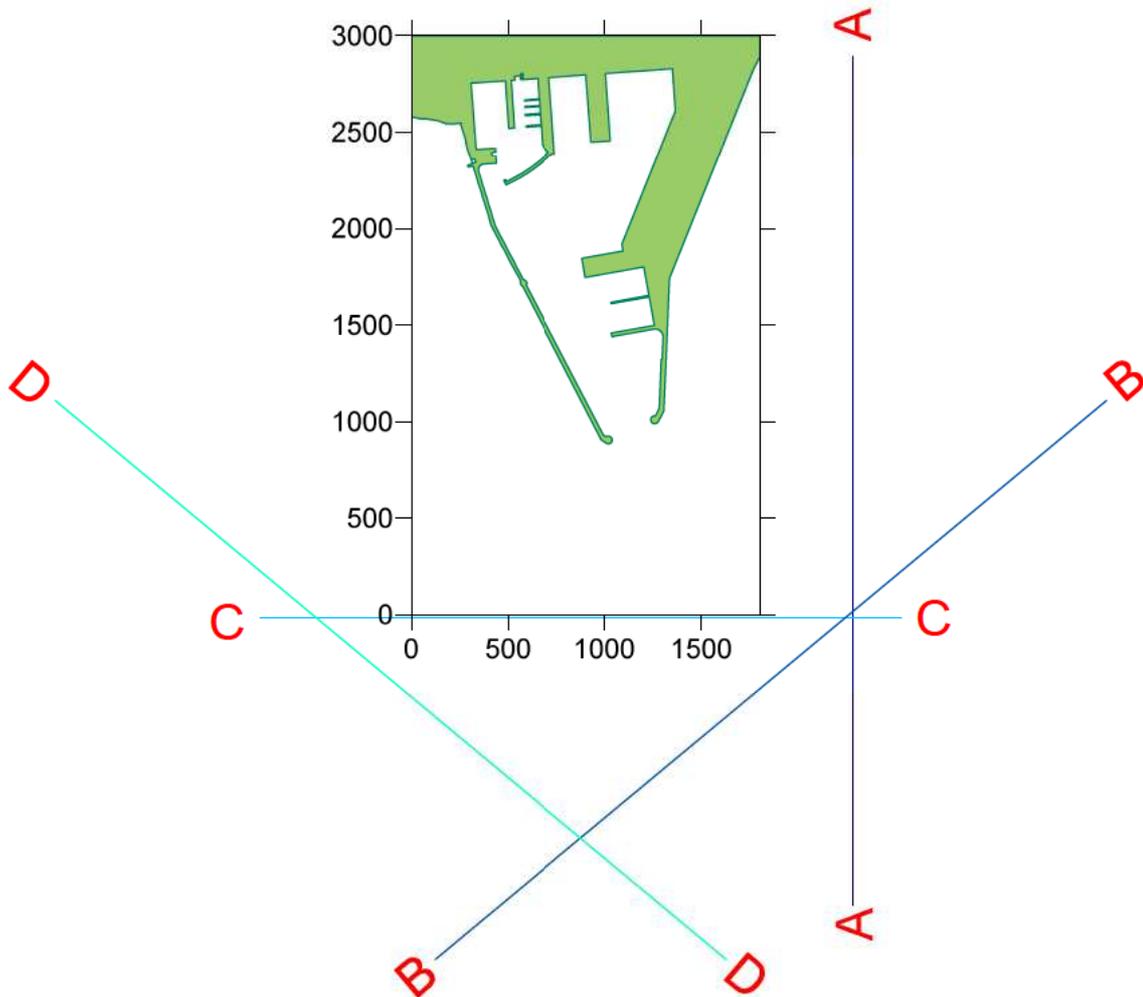


Figura 4. Localizzazione dei generatori di moto ondoso utilizzati nelle diverse simulazioni effettuate con il modello di propagazione VEGA.

I segmenti definiti rappresentano dei generatori di moto ondoso interpretati dal modello come contorni di radiazione (la perturbazione riflessa dalle strutture portuali è libera di transitare per tali contorni irradiandosi nel campo, supposto infinito, posto all'esterno del dominio di calcolo schematizzato).

L'altezza d'onda relativa all'interno del dominio di calcolo è stata determinata in corrispondenza di una griglia computazionale scelta per lo studio della penetrazione del moto ondoso all'interno delle diverse configurazioni portuali prese come riferimento avente dimensioni pari a 1800 m×3000 m con passo di discretizzazione $\Delta x = \Delta y = 20\text{m}$ per un totale di 13500 nodi di calcolo.

4 Simulazione dello stato attuale

4.1 Schema di calcolo e condizioni al contorno

Per lo studio dell'agitazione interna portuale relativa allo stato attuale del porto di Ortona è stato utilizzato lo schema di calcolo riportato in figura 5. Le opere foranee costituenti il molo nord ed il molo sud sono stati schematizzati come opere a gettata aventi coefficiente di riflessione pari a 0.35. Ai banchinamenti a parete verticale del bacino interno è stato assegnato un valore del coefficiente di riflessione pari a 0.85 ad eccezione della banchina nord, caratterizzata dalla presenza di celle antiriflettenti, alla quale è stato assegnato un coefficiente di riflessione pari a 0.6. Al dominio di calcolo è stata assegnata la profondità di 8.0 m sul l.m.m.

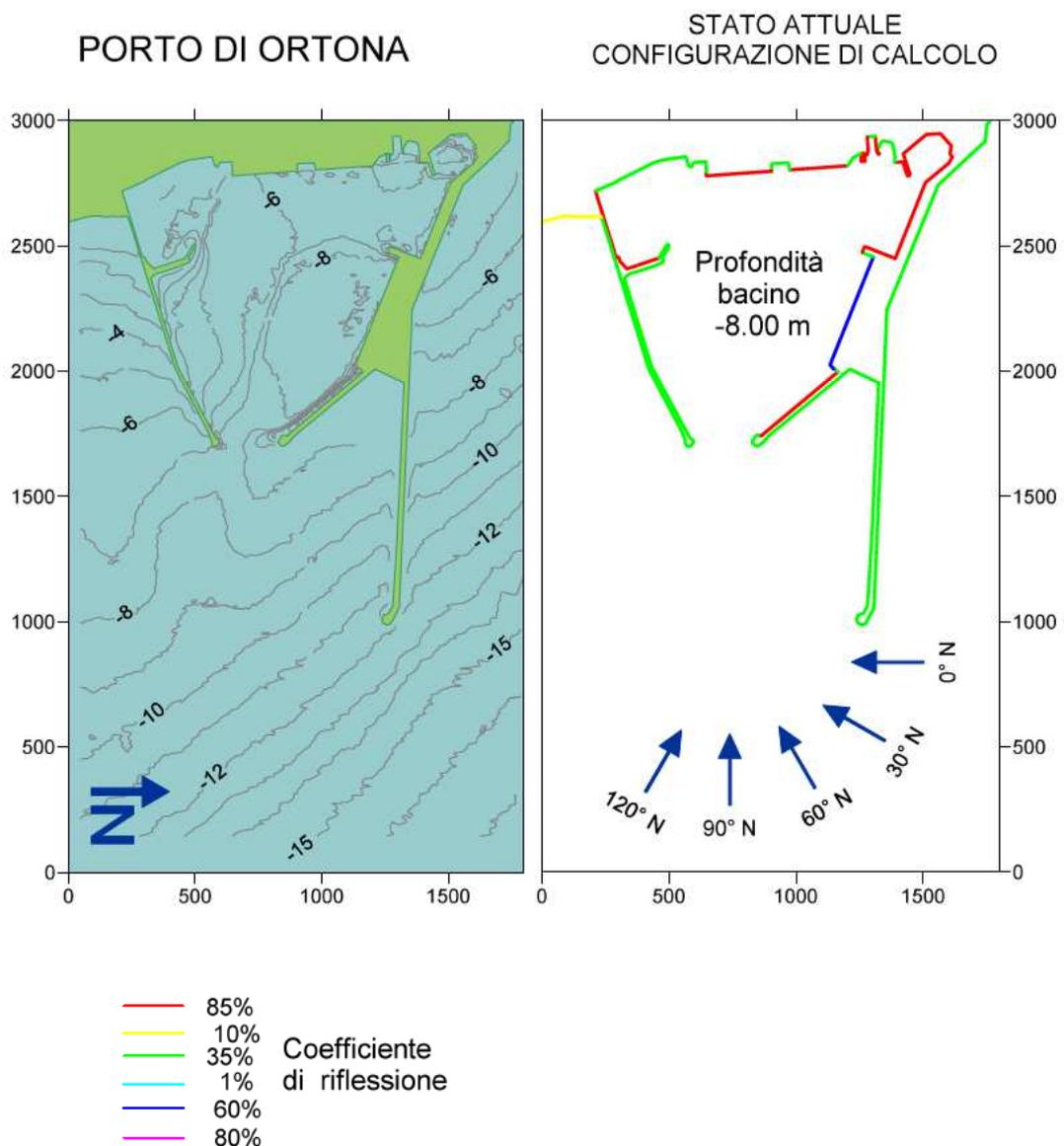


Figura 5. Schema di calcolo adattato per le simulazioni della configurazione portuale attuale

4.2 Risultati ottenuti per lo stato attuale

I risultati ottenuti per le simulazioni della configurazione attuale del porto di Ortona sono rappresentati nei grafici riportati nell'Appendice A.

L'agitazione interna del bacino portuale è molto limitata per stati di moto ondoso provenienti da 0 °N a 30 °N, anche in occasione degli eventi caratterizzati da periodi elevati (12 s).

I risultati relativi alla propagazione degli eventi provenienti da 60 °N, 90 °N e 120 °N mostrano il moto ondoso riesce a penetrare all'interno del bacino provocando un elevato grado di agitazione dello specchio portuale interno.

I valori più elevati di altezza d'onda relativa si ottengono per gli stati di moto ondoso provenienti da levante (90 °N) e da scirocco (120 °N). In tali circostanze, anche in presenza di altezze d'onda all'esterno del porto comprese tra 0.5 e 1.0 m, si possono avere dei disagi rilevanti per i natanti all'ormeggio. Considerando la frequenza di accadimento degli eventi di moto ondoso è possibile verificare che tali eventi si verificano mediamente circa 1 mese l'anno (34 giorni).

5 Simulazione della configurazione prevista dal P.R.P. 1969

5.1 Schema di calcolo e condizioni al contorno

Per lo studio dell'agitazione interna portuale, relativa alla configurazione del porto di Ortona prevista dal Piano Regolatore Portuale 1969, è stato utilizzato lo schema di calcolo riportato in figura 6. Le opere foranee costituenti il molo nord ed il molo sud sono stati schematizzati come opere a gettata aventi coefficiente di riflessione pari a 0.35. Ai banchinamenti a parete verticale del bacino interno è stato assegnato un valore del coefficiente di riflessione pari a 0.85. Al dominio di calcolo è stata assegnata la profondità di 11.0 m sul l.m.m..

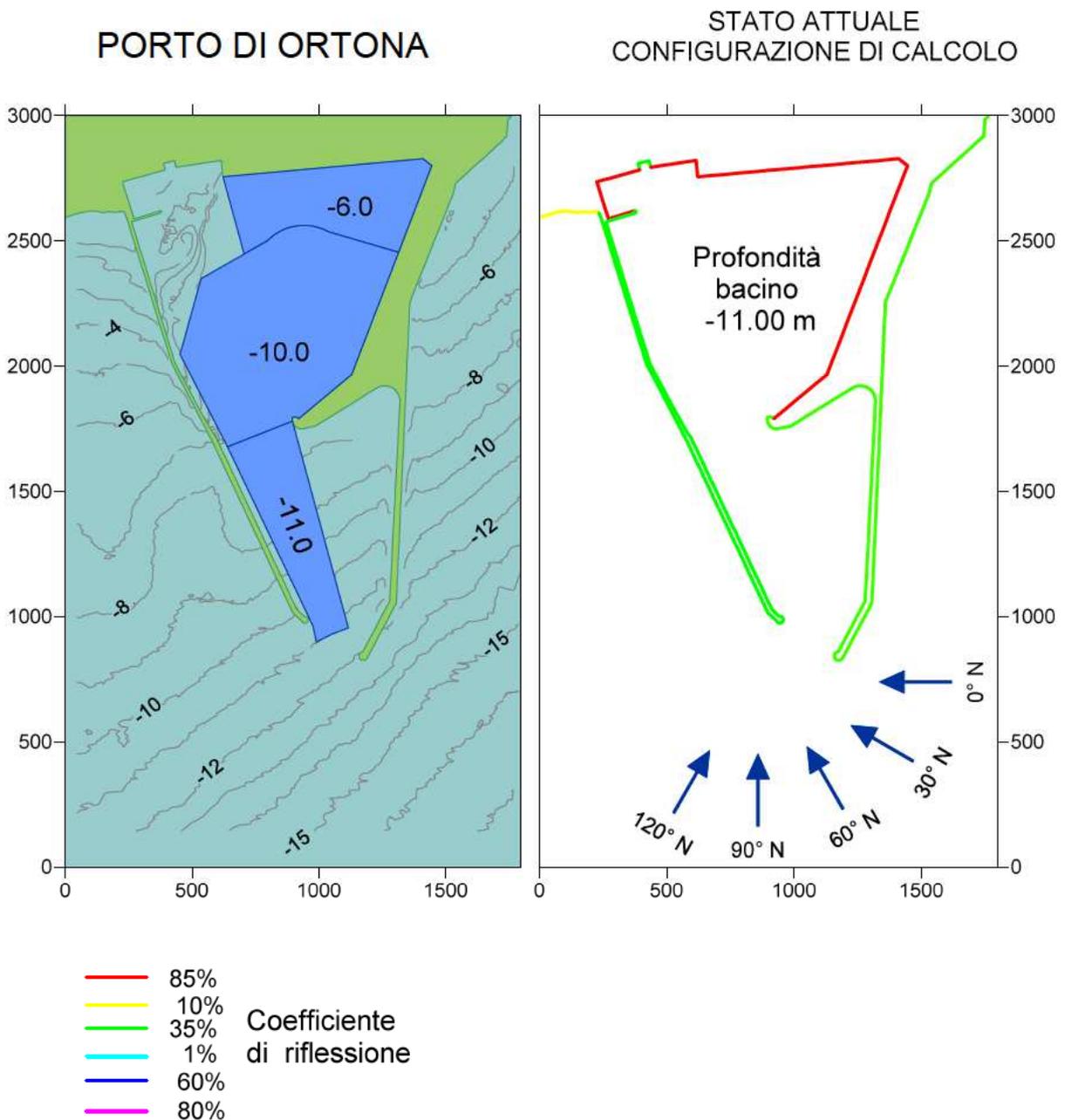


Figura 6. Schema di calcolo adottato per le simulazioni della configurazione portuale di P.R.P 1969

5.2 Risultati ottenuti per la configurazione di P.R.P 1969

I risultati ottenuti per le simulazioni della configurazione di PRP 1969 del porto di Ortona sono riportati in allegato nell'Appendice B.

Osservando i risultati ottenuti si può apprezzare la protezione che le opere foranee della diga Nord offrono nei confronti degli stati di mare provenienti dal settore di Nord-NordEst.

Per gli stati di mare provenienti dal settore di 60° N si osserva una forte penetrazione del moto ondoso, in particolare degli eventi caratterizzati da un periodo pari a sei secondi, che causa un'elevata agitazione dello specchio liquido interno adiacente il molo sud che si propaga sino ad interessare la darsena turistica del porto di Ortona.

Gli stati di mare provenienti da Est (90° N) causano una forte agitazione dell'avamporto che si propaga, con onde di periodo superiore ai sei secondi, all'interno del bacino provocando stati di agitazione ondosa che interessano principalmente le banchine destinate alla nautica da diporto.

Infine per condizioni di moto ondoso provenienti da scirocco (120° N) la penetrazione del moto ondoso risulta limitata all'avamporto. Solo in occasione di eventi con periodo superiore a 10 secondi si verifica una modesta penetrazione del moto ondoso all'interno del bacino con valori molto contenuti di altezza d'onda relativa.

6 Simulazione della configurazione di P.R.P 2010

6.1 Schema di calcolo e condizioni al contorno

Per lo studio dell'agitazione interna portuale, relativa alla configurazione del porto di Ortona prevista dal Piano Regolatore Portuale 2010, è stato utilizzato lo schema di calcolo riportato in figura 7. Le opere foranee costituenti il molo nord ed il molo sud sono state schematizzate come opere a gettata, aventi coefficiente di riflessione pari a 0.35. Le banchine del bacino interno sono state distinte in banchine a parete verticale, con $R=0.85$, e banchine con celle antiriflettenti, $R=0.60$. All'interno della darsena turistica e pescherecci sono state considerate banchine verticali antiriflettenti aventi $R=0.60$. Al dominio di calcolo è stata assegnata la profondità di 14.0 m sul l.m.m.

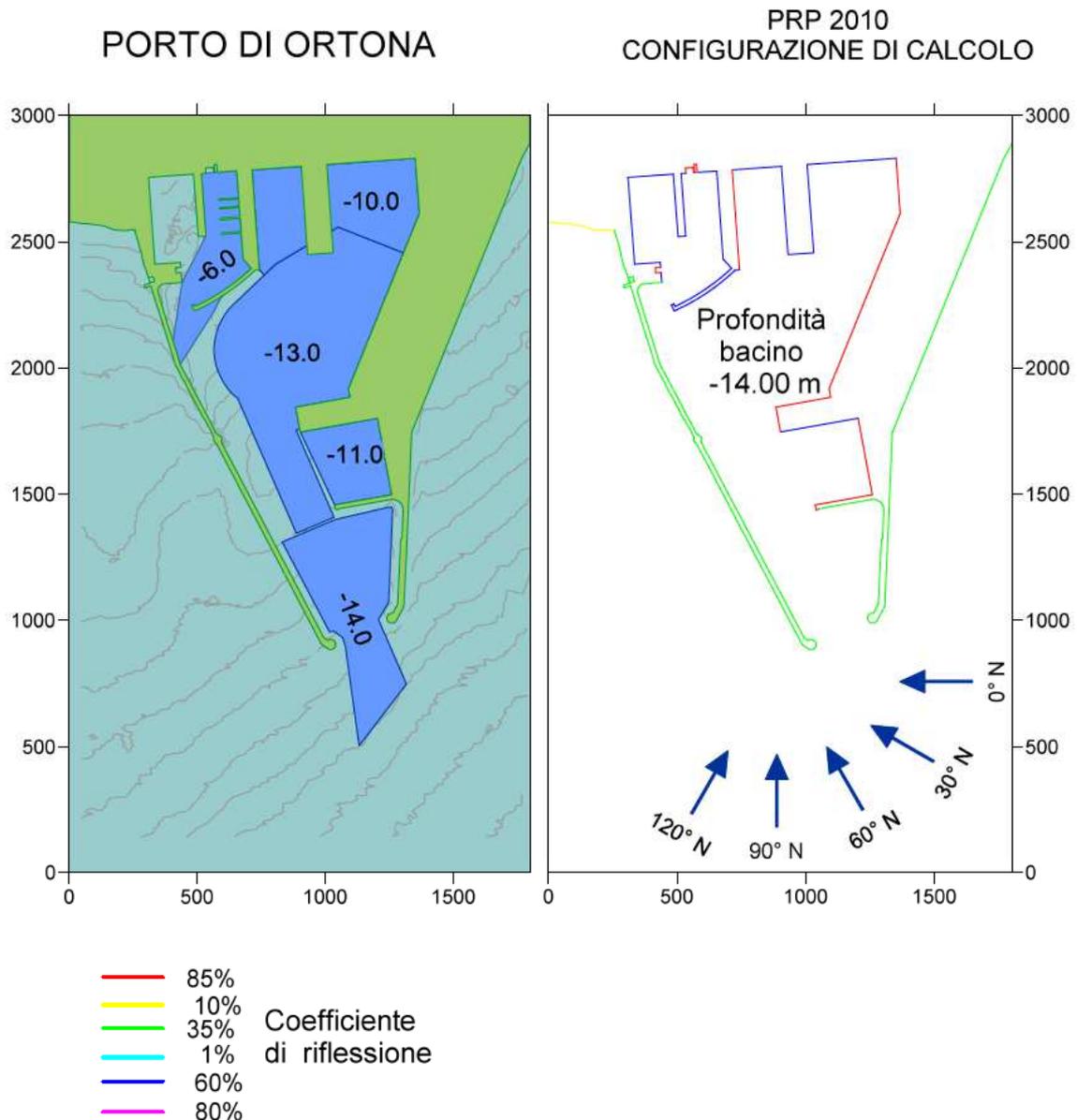


Figura 7. Schema di calcolo adottato per le simulazioni della configurazione portuale di P.R.P 2010

6.2 Risultati ottenuti per la configurazione di P.R.P 2010

I risultati ottenuti per le simulazioni della configurazione di PRP 2010 del porto di Ortona sono riportati in allegato nell'Appendice C.

Osservando i risultati ottenuti si può apprezzare la protezione che le nuove opere foranee offrono nei confronti degli stati di mare provenienti dal settore di Nord-NordEst.

Per gli stati di mare provenienti dal settore di 60° N si osserva che la penetrazione del moto ondoso, che si propaga all'interno del bacino lungo il molo Sud, non causa stati di agitazione rilevanti all'interno del bacino principale del porto. Allo stesso tempo le darsene destinate alla nautica da diporto e ai pescherecci risultano ben schermate dalla nuova diga di delimitazione. Anche la darsena petroli risulta essere ben protetta dagli stati di mare provenienti dal I° quadrante.

Gli stati di mare provenienti da Est (90° N) causano una forte agitazione dell'avamposto, che non si propaga, se non in presenza di onde di elevato periodo (12 s), all'interno del bacino.

Infine per condizioni di moto ondoso provenienti da scirocco (120° N) la penetrazione del moto ondoso risulta molto modesta e comunque limitata all'avamposto.

Complessivamente i risultati ottenuti mostrano una elevata capacità delle opere foranee di schermare dal moto ondoso incidente i bacini interni destinati all'ormeggio delle navi e dei pescherecci e delle imbarcazioni da diporto.

7 Conclusioni

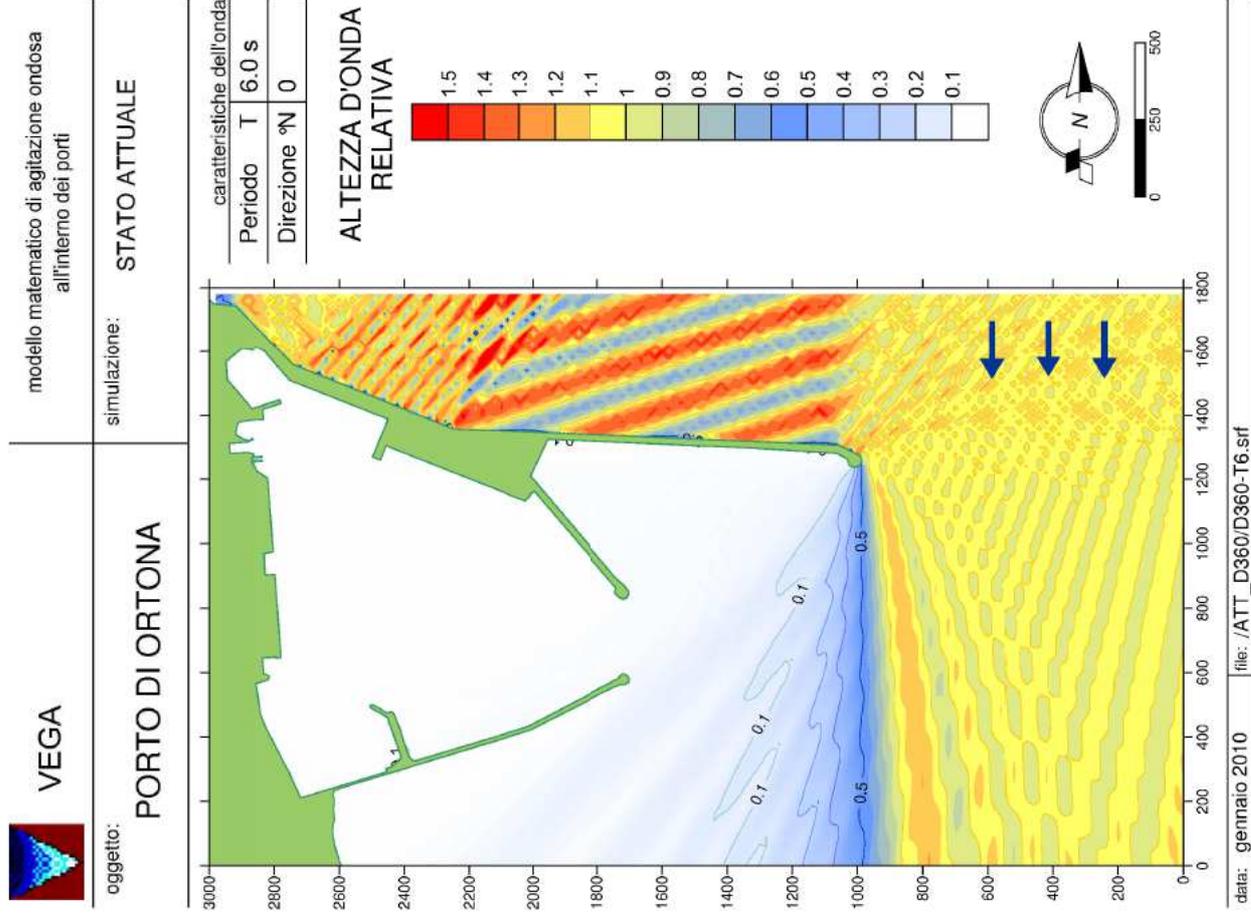
Le simulazioni eseguite hanno riguardato tre configurazioni portuali ed in particolare:

- Quella attuale
- Quella proposta dal PRP 1969
- Quella relativa al PRP 2010

I risultati ottenuti mostrano che la configurazione di PRP 2010 riesce a ridurre la penetrazione delle onde nelle arre destinate all'ormeggio delle navi e delle imbarcazioni garantendo ovunque un ottimo livello di sicurezza.

La stessa cosa non si può affermare per la configurazione attuale che risulta fortemente esposta alle onde provenienti dal settore di traversia $60^\circ - 120^\circ \text{N}$.

Per quanto riguarda la configurazione relativa al PRP 1969, si rileva che anche essa è in grado di attenuare in modo considerevole il moto ondosu incidente pur tuttavia non riuscendo a garantire condizioni di sicurezza per la darsena turistico-pescherecci.



Appendice A Risultati delle simulazioni relative allo Stato Attuale



VEGA

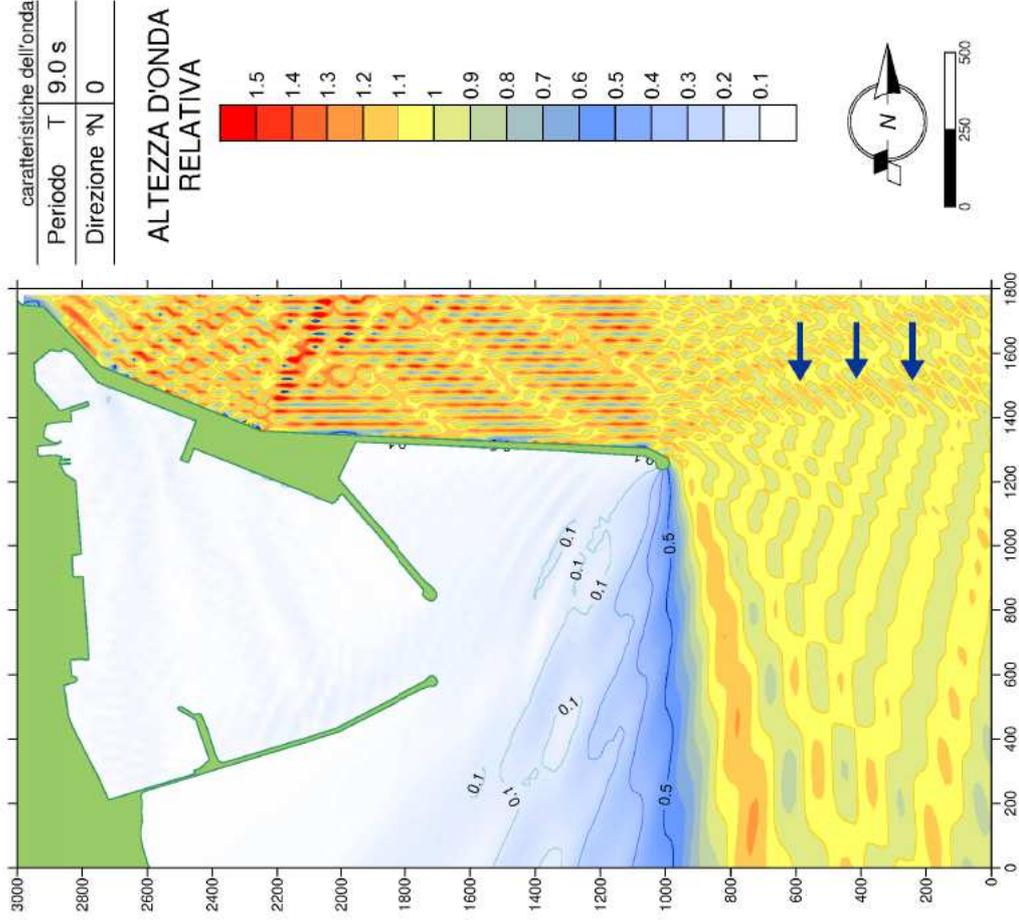
oggetto:

PORTO DI ORTONA

modello matematico di agitazione ondosa all'interno dei porti

simulazione:

STATO ATTUALE



VEGA

oggetto:

PORTO DI ORTONA

modello matematico di agitazione ondosa all'interno dei porti

simulazione:

STATO ATTUALE

