INDICE

1. Premessa 2
2. Risultati dello studio meteomarino all'esterno dell'imboccatura di levante 3
3. Risultato dello studio preliminare dell'agitazione ondosa a tergo della diga foranea 5
4. Individuazione dell'onda di progetto 6

1. Premessa

Le caratteristiche delle condizioni ondose di progetto in corrispondenza della zona in cui realizzare il prolungamento, relative al periodo di ritorno Tr preso a riferimento, sono state determinate sulla base dello "studio meteomarino" e dello "studio di agitazione interna" eseguito dall'ATI Technital nel novembre 2005, nell'ambito del progetto dei *"Lavori di Adeguamento della Darsena di Levante a Terminal Contenitori"*.

La conoscenza di tali caratteristiche è stata necessaria per l'espletamento delle prime verifiche di stabilità dell'opera da realizzare e, quindi, per un suo primo dimensionamento.

I suddetti studi, inseriti tra gli elaborati del presente progetto, nei successivi livelli di progettazione saranno integrati mediante un'analisi di maggior dettaglio sulle caratteristiche delle onde estreme in prossimità del prolungamento da realizzare.

2. Risultati dello studio meteomarino all'esterno dell'imboccatura di levante

In corrispondenza dell'imboccatura di levante gli studi meteomarini citati in premessa hanno condotto ai seguenti risultati.

La frequenza di accadimento dell'altezza significativa è maggiore per la classe direzionale 240-250°N, a cui è associato il *mare prevalente*, ovvero il settore polare in cui *mare regnante* (direzioni di provenienza degli stati di mare più frequenti, nel caso specifico rientrano nel settore 240-250°N) coincide con il *mare dominante* (direzioni di provenienza degli stati di mare con altezze d'onda significative maggiori, ovvero quelle per le quali l'altezza d'onda significativa Hs, in figura indicata con il simbolo H_{mo}), è maggiore di 4,5 m, che nel caso specifico rientrano nel settore 210-240°N).

I risultati dell'analisi degli eventi estremi sono stati ottenuti facendo riferimento ad un'analisi omnidirezionale.

Come mostrato nella figura seguente, la distribuzione direzionale dei valori dell'altezza d'onda significativa al culmine della mareggiata mostra la presenza di un unico settore di provenienza delle mareggiate più intense, i cui limiti corrispondono sostanzialmente a quelli della traversia del paraggio.

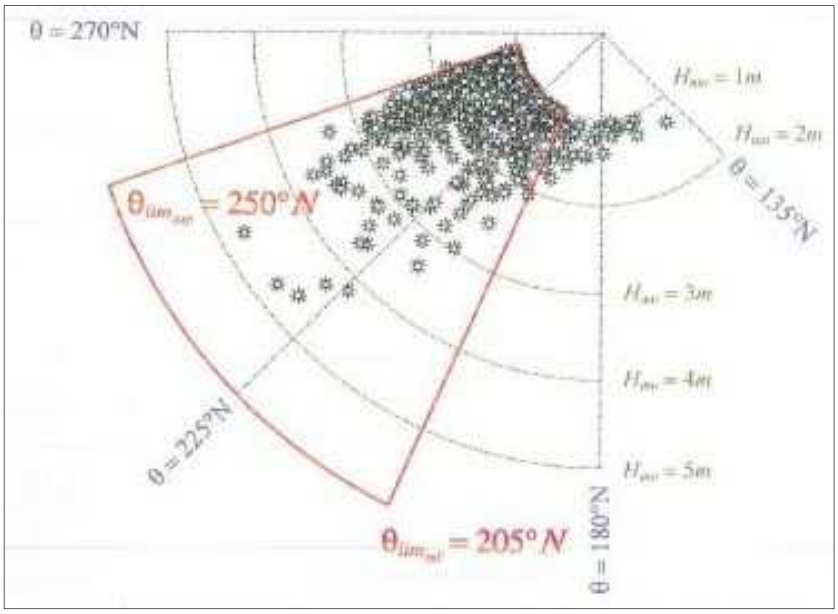

Fig. 1 - Settore di provenienza del moto ondoso

Pertanto, la distribuzione di probabilità di non superamento dell'altezza d'onda è stata adattata a tutti gli eventi con H_S maggiore di 3,0 metri.

I risultati ottenuti sono mostrati nella figura seguente, in cui sono riportati: la fascia di confidenza al 95% delle stime, la dipendenza dell'altezza d'onda in funzione del periodo di ritorno, nonché la distribuzione delle altezze al culmine delle mareggiate.

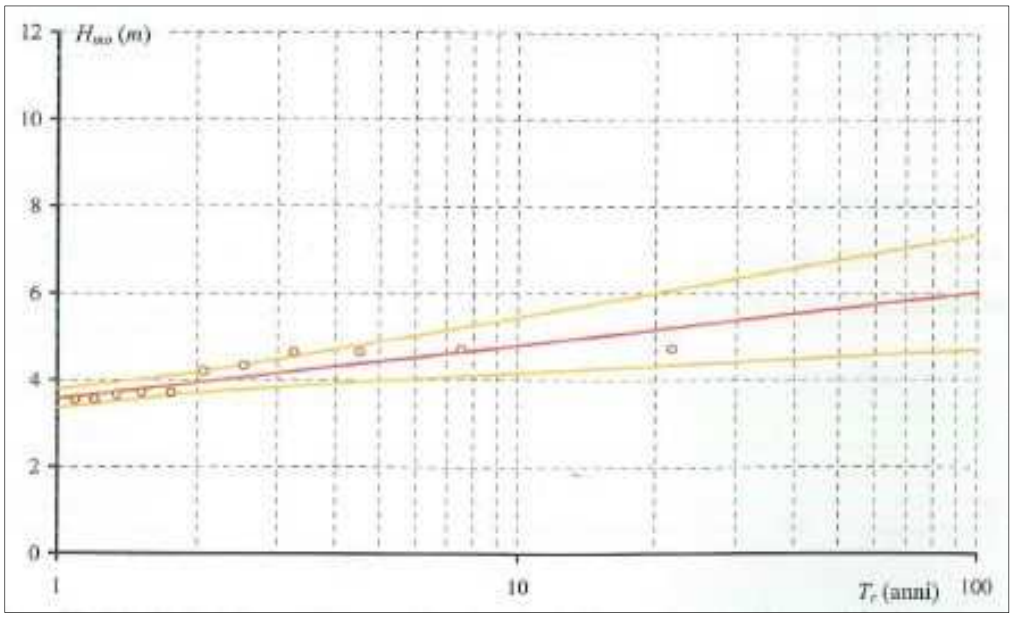

Fig. 2 - Distribuzione dell'altezza d'onda in funzione del periodo di ritorno

Dallo studio effettuato emerge che l'altezza d'onda prevista per le mareggiate presenti all'imboccatura di levante del porto di Napoli risulta leggermente minore rispetto a quella prevista al largo del golfo di Napoli.

In particolare, sia l'altezza d'onda con periodo di ritorno annuale (3,6 m) sia quella con periodo di ritorno cinquantennale (5,7 m) sono minori dei corrispettivi valori al largo (rispettivamente 4,0 m e 6,5 m).

Infine, è stata individuata la correlazione tra il periodo di picco T_p e l'altezza significativa H_s del moto ondoso. Tale legge, determinata adattando con la tecnica dei minimi quadrati una funzione di potenza dell'altezza significativa ai dati ricostruiti, è risultata essere la seguente:

$$T_p = 5{,}58 \cdot Hs^{0{,}38} \quad (1)$$

$$Hs = 0{,}01 \cdot T_p^{\,2{,}63} \quad (2)$$

Per individuare la correlazione tra tale altezza d'onda significativa H_s e il relativo periodo significativo T_s è invece preferibile fare riferimento alla seguente relazione di Bretshneider, valida per i bacini chiusi:

$$T_s = 3{,}86 \cdot \sqrt{H_{mo}} \quad (3)$$

3. Risultato dello studio preliminare dell'agitazione ondosa a tergo della diga foranea

I risultati dello studio citato in premessa hanno mostrato la forte dipendenza dell'agitazione interna all'area di levante del bacino portuale in funzione della direzione di provenienza e del periodo del moto ondoso.

Un maggiore penetrazione ondosa all'interno del canale di levante è stata riscontrata per bassi periodi dell'onda incidente e per direzioni di provenienza da S-SE.

In particolare, per periodi inferiori a 9 s non si osservano strutture trasversali di risonanza e l'energia del moto ondoso si distribuisce lungo il canale in direzione parallela al filo della nuova banchina del termina contenitori. Per le onde più lunghe, in particolare per quelle di periodo pari a 14 s e 20 s, emergono nettamente le strutture di risonanza longitudinale e trasversale.

Ovviamente, all'aumentare della direzione di provenienza del moto ondoso aumenta l'effetto di attenuazione indotto dall'opera di difesa foranea esistente pertanto la penetrazione del moto ondoso all'interno del canale di levante diminuisce. Il tasso di attenuazione della penetrazione del moto ondoso diminuisce all'aumentare del periodo di ritorno delle onde incidenti.

Il prolungamento della diga foranea Duca d'Aosta determinerà una attenuazione del moto ondoso all'interno dell'area di levante del bacino portuale e, quindi, un miglioramento delle condizioni di operatività del nuovo terminal contenitori.

4. Individuazione dell'onda di progetto

Per l'individuazione dell'onda di progetto si è fatto riferimento alle *"Istruzioni Tecniche per la Progettazione delle Dighe Marittime"* predisposte dal *Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici (1995)*.

Pertanto, il periodo di ritorno di progetto Tr è stato determinato con la seguente relazione:

$$Tr = \frac{Tv}{\left[-\ln(1-Pf)\right]} \qquad (4)$$

in cui:

- Tv rappresenta la vita utile dell'opera, espressa in anni;

- Pf è la probabilità di danneggiamento ammissibile durante la vita utile dell'opera.

Vita utile

La vita utile Tv è stata dedotta, in funzione del tipo di opera e del livello di sicurezza richiesto, dalla seguente tabella, tratta dalle predette Istruzioni Tecniche:

	LIVELLO DI SICUREZZA RICHIESTO		
	1	2	3
TIPO DI OPERA	VITA UTILE (anni)		
Infrastruttura di uso generale	25	50	100
Infrastruttura ad uso specifico	15	25	50

Tab.1- Vita utile (anni)

Nel caso specifico si è fatto riferimento ad un livello d sicurezza pari a 2, relativo ad opere di interesse generale il cui danneggiamento produca un moderato rischio di perdita di vite umane o di danni ambientali, pertanto si è assunto Tv=50 anni.

Probabilità di danneggiamento

La probabilità di danneggiamento ammissibile, Pf, è stata dedotta, in considerazione dei danni che possono accadere all'opera e alla possibilità di ripristinare la sua normale funzionalità con operazioni di manutenzione, dalla seguente tabella, tratta anch'essa dalle citate Istruzioni Tecniche:

DANNEGGIAMENTO INCIPIENTE		
RIPERCUSSIONE ECONOMICA	RISCHIO PER LA VITA UMANA	
	Limitato	Elevato
Bassa	0,50	0,30
Media	0,30	0,20
Alta	0,25	0,15
DISTRUZIONE TOTALE		
RIPERCUSSIONE ECONOMICA	RISCHIO PER LA VITA UMANA	
	Limitato	Elevato
Bassa	0,20	0,15
Media	0,15	0,10
Alta	0,10	0,05

Tab.2 - Probabilità di danneggiamento

Relativamente alla scelta della probabilità Pf, essendo il prolungamento della diga foranea una struttura rigida per la quale è estremamente difficile riparare il danno, si è fatto riferimento all'ipotesi di distruzione totale.

Inoltre, si sono ipotizzati un rischio per la vita umana limitato, a seguito del danneggiamento della diga foranea, e una ripercussione economica bassa.

Tale ripercussione è stata stimata in considerazione dell'entità presunta degli eventuali costi del danneggiamento sia diretti che indiretti, questi ultimi dovuti alla perdita di funzionalità delle opere protette dalla diga foranea, in relazione al costo totale di realizzazione dell'opera.

Pertanto, si è assunta una probabilità di danneggiamento Pf = 0,20.

Periodo di ritorno

Sulla base dei predetti parametri il periodo di ritorno stimato con la predetta equazione (4) è pari a circa 224 anni.

In via cautelativa per l'onda di progetto di è fatto riferimento all'onda significativa associata al periodo di ritorno Tr=250 anni desunta dallo studio meteomarino all'esterno dell'imboccatura di levante.

In particolare, come evidenziato nella figura seguente, il valore dell'altezza d'onda significativa di progetto corrispondente ad un periodo di ritorno di 250 anni è stato estrapolato dalla curva riportata nella seguente figura (3) e risulta pari a $H_{S,T=250}$=6,5 metri.

Il periodo di picco e quello significativo sono stati desunti rispettivamente mediante l'equazione (1) e l'equazione (3) e risultano pari T_p = 11,36 secondi e T_s = 9,84 secondi.

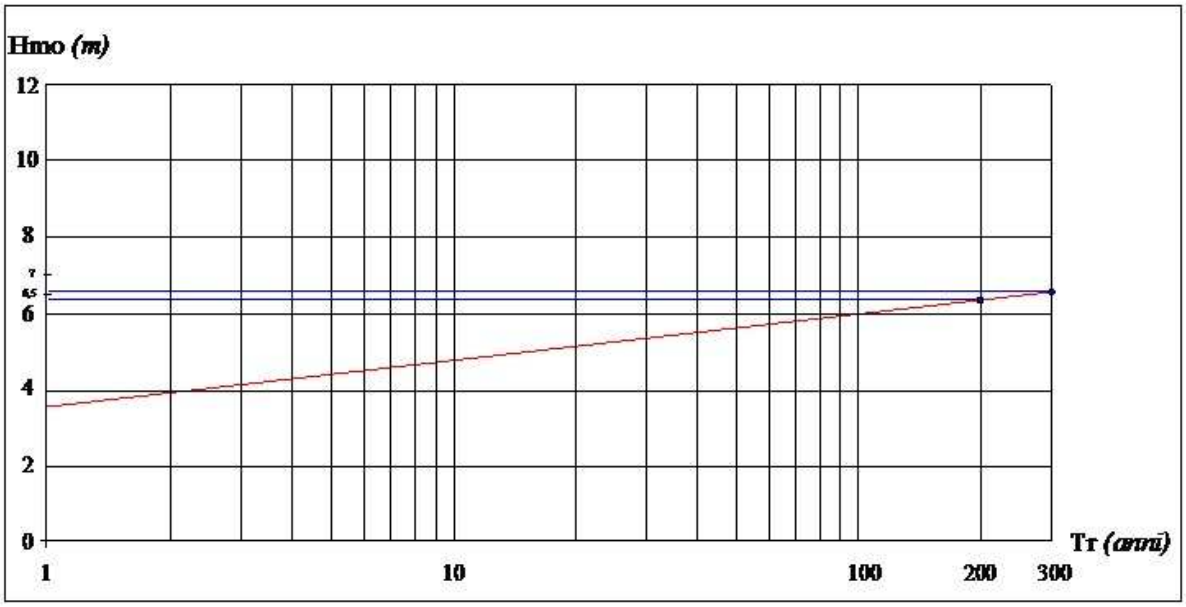

Fig. 3 - Estrapolazione dell'altezza d'onda corrispondente ad un periodo di ritorno di 250 anni