INDICE

1 Introduzione 2
2 Analisi propagazione moto ondoso 3
2.1 Moto ondoso al largo 3
2.2 Propagazione del moto ondoso da largo verso riva – modello di Largo 4
2.3 Propagazione del moto ondoso da largo verso riva – modello di Dettaglio 5
3 Dimensionamento dei pennelli 8
Bibliografia 10
Allegato A – modello SWAN
Allegato B – output modello SWAN
Allegato C – modello BREAKWAT

1 Introduzione

Oggetto della presente relazione è lo studio della difesa del litorale di Genova Multedo dall'azione del moto ondoso, a seguito dell'inserimento di nuove strutture sportive a ponente del Porto Petroli.



Fig. 1 – Corografia della zona di intervento

Nell'autunno 2008 ed a gennaio 2010 si sono verificate mareggiate straordinarie che hanno arrecato danni alle strutture presenti sul litorale, per cui si è reso necessario realizzare opere di difesa dall'attacco del moto ondoso, individuate in un pennello in prossimità degli scaletti di alaggio delle società sportive ed un piccolo pennello perpendicolare al molo di Porto Petroli, al fine di contenere i sedimenti della spiaggia.

2 Analisi propagazione moto ondoso

Come prima fase dello studio è stata effettuata un'approfondita analisi delle condizioni morfodinamiche della zona in esame nello stato attuale e successivamente nello stato di progetto.

Lo studio del moto ondoso incidente, sia nello stato attuale che in quello di progetto, ha prima coinvolto la propagazione da largo verso riva con un modello di Largo che si estende da Voltri a Porto Petroli oltre le dighe portuali, successivamente si è scesi nel dettaglio con una batimetria ed una propagazione più affinate nella zona prossima alle strutture di progetto, al fine di individuare gli effetti delle nuove opere sulla dinamica della difesa costiera.

2.1 Moto ondoso al largo

Per l'analisi del moto ondoso si è fatto riferimento allo studio Boccotti, di cui si riportano i valori di altezza d'onda al largo Hm0 e corrispondente periodo di picco Tp in relazione al periodo di ritorno Tr per la direzione da SW, considerata la più gravosa per la zona in esame, vista l'esposizione del paraggio:

Tab. 1a – Dati di moto ondoso da SW

Tr [anni]	Hm0 [m]	Tp [s]
0.1	2.00	6.03
0.5	3.00	7.38
1	3.85	8.36
2	4.70	9.24
5	5.75	10.22
10	6.55	10.91
20	7.15	11.40
50	8.10	12.13
100	8.85	12.68

In accordo alle Istruzioni Tecniche per la Progettazione delle Dighe Marittime, la combinazione del tempo di vita dell'opera Tv (vita utile) e della probabilità di danneggiamento Pf determina il tempo di ritorno dell'evento di progetto Tr. Assumendo Tv = 25 anni, corrispondente ad un livello di sicurezza 1 per opere di interesse locale, e

Pf = 0.5, corrispondente ad un danneggiamento incipiente con bassa ripercussione economica e rischio limitato per la vita umana, ed applicando la formula di Borgman: $T_r = T_v / \left[-\ln(1 - P_f) \right]$, si ottiene un periodo di ritorno Tr = 36 anni, per cui cautelativamente per il dimensionamento delle opere si farà riferimento al moto ondoso al largo con periodo di ritorno Tr = 50 anni:

Tab. 2 – Dati di progetto per il moto ondoso al largo

Dir [°]	Tr [anni]	Hs [m]	Tp [s]
SW	50	8.10	12.13

Per meglio valutare comunque l'influenza dei nuovi interventi gli studi di moto ondoso sono stati effettuati per periodi di ritorno Tr = 10, 20, 50 e 100anni, i risultati sono riportati nell'Allegato B.

2.2 Propagazione del moto ondoso da largo verso riva – modello di Largo

Come prima fase dello studio è stata riprodotta la batimetria del modello di Largo (Fig. 2).

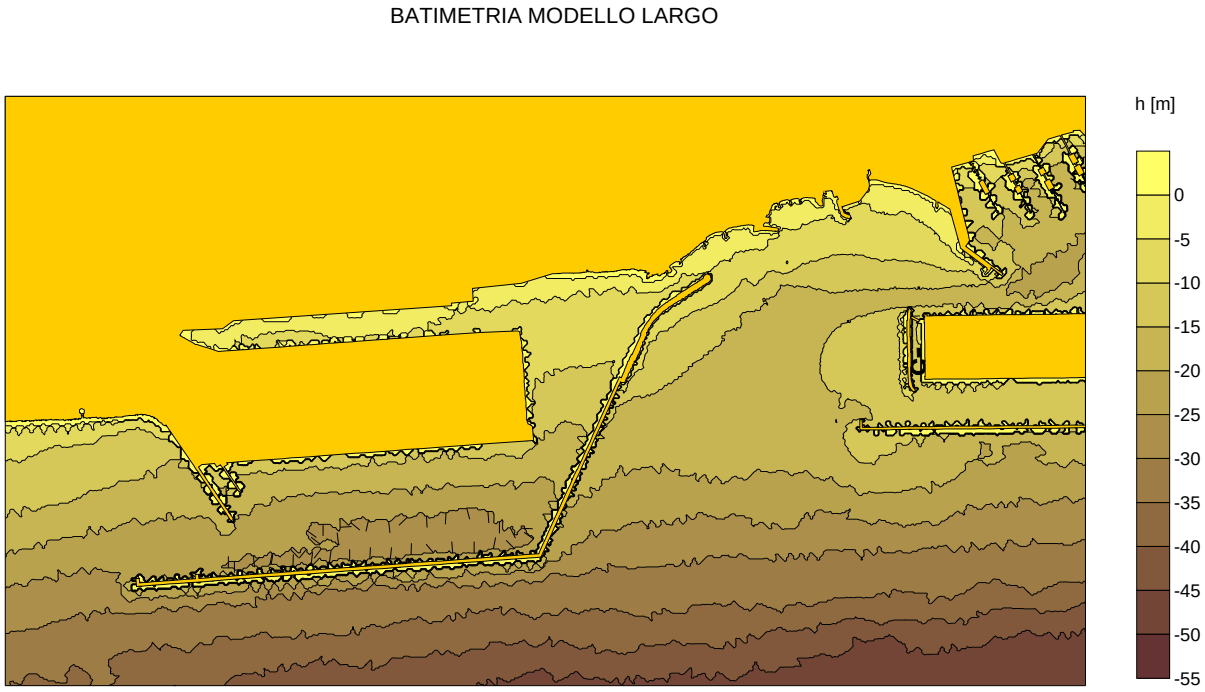


Fig. 2 – Batimetria modello di Largo

Imponendo quindi le condizioni al contorno di moto ondoso al largo definite nel par.§2.1, tramite il modello matematico SWAN si è potuto valutare il clima ondoso del paraggio in esame. Per la descrizione del modello SWAN si rimanda all'Appendice A del presente documento.

Di seguito (Fig. 3) si riportano, a titolo di esempio, i risultati ottenuti per Tr = 100 anni, in termini di altezza d'onda Hs, impostando le condizioni al contorno di cui sopra (altezza d'onda al largo Hs = 8.85 m, Tp = 12.68 s e direzione di provenienza SW). Nell'Allegato B, come già detto in precedenza, sono riportati tutti i risultati per i periodi di ritorno Tr = 100, 50, 20 e 10 anni.

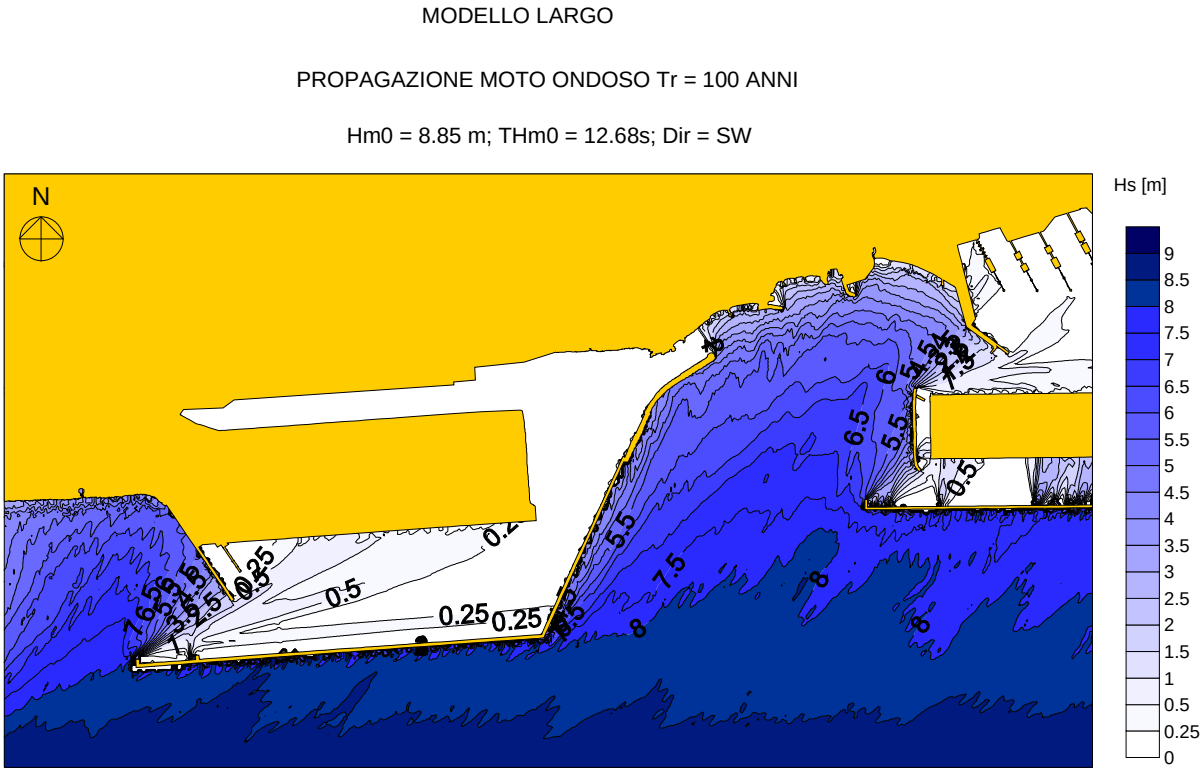


Fig. 3 – Moto ondoso modello Largo Tr = 100 anni

2.3 Propagazione del moto ondoso da largo verso riva – modello di Dettaglio

A seguito della propagazione da largo verso riva nel modello di Largo, è stato possibile estrarre i dati di moto ondoso come condizioni al contorno del modello di dettaglio ed effettuare uno studio preciso sia nelle condizioni di stato attuale che nelle condizioni di stato di progetto valutando gli effetti delle nuove opere a mare.

Nelle immagini sottostanti si riportano la batimetria del modello di Dettaglio nello stato attuale e nello stato di progetto.

BATIMETRIA STATO ATTUALE

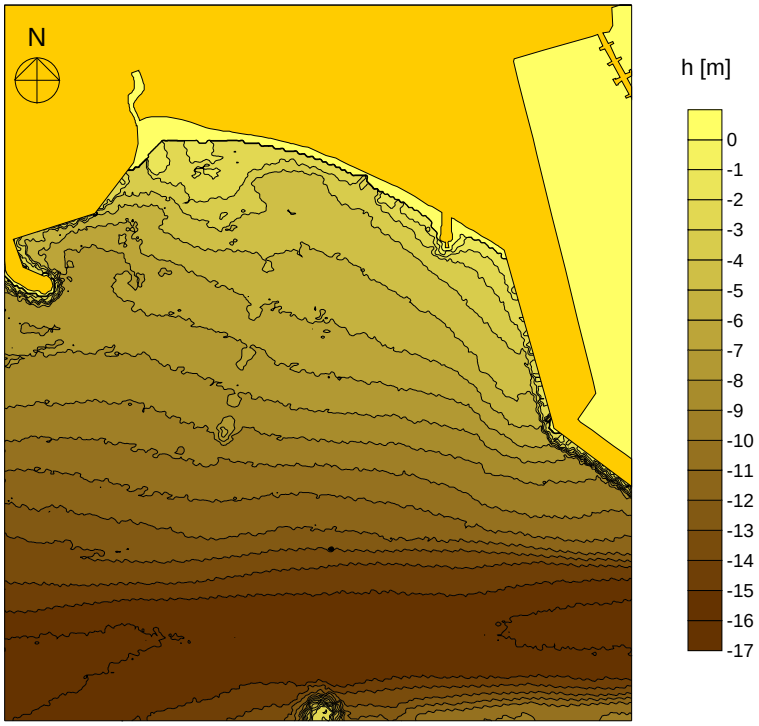


Fig. 4 – Modello di dettaglio: batimetria stato attuale

BATIMETRIA STATO PROGETTO

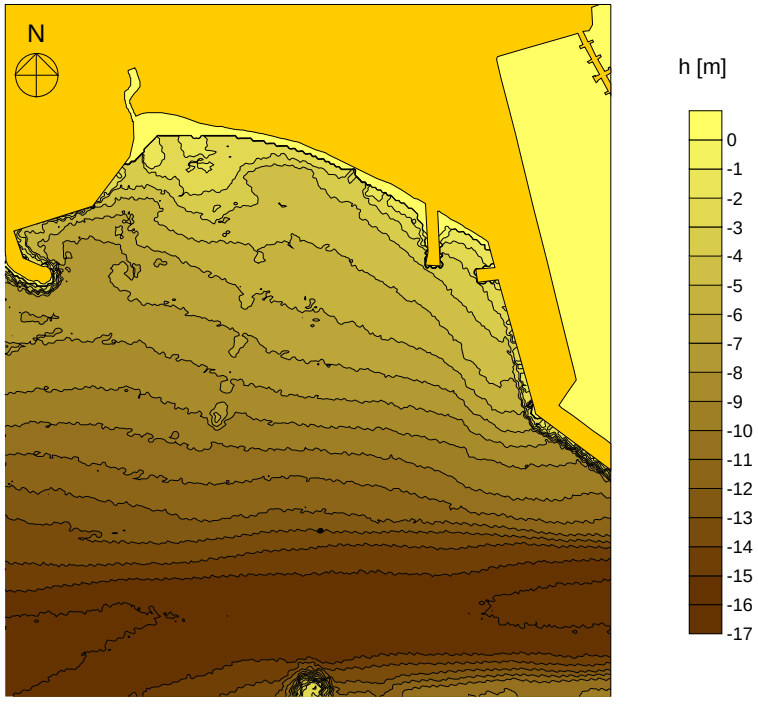


Fig. 5 – Modello di dettaglio: batimetria stato di progetto

Di seguito si riportano i risultati ottenuti per Tr = 100 anni, in termini di altezza d'onda Hs, impostando le condizioni al contorno estratte dal modello di Largo. Nell'Allegato B, come già detto in precedenza, sono riportati tutti i risultati per tutti i periodi di ritorno.

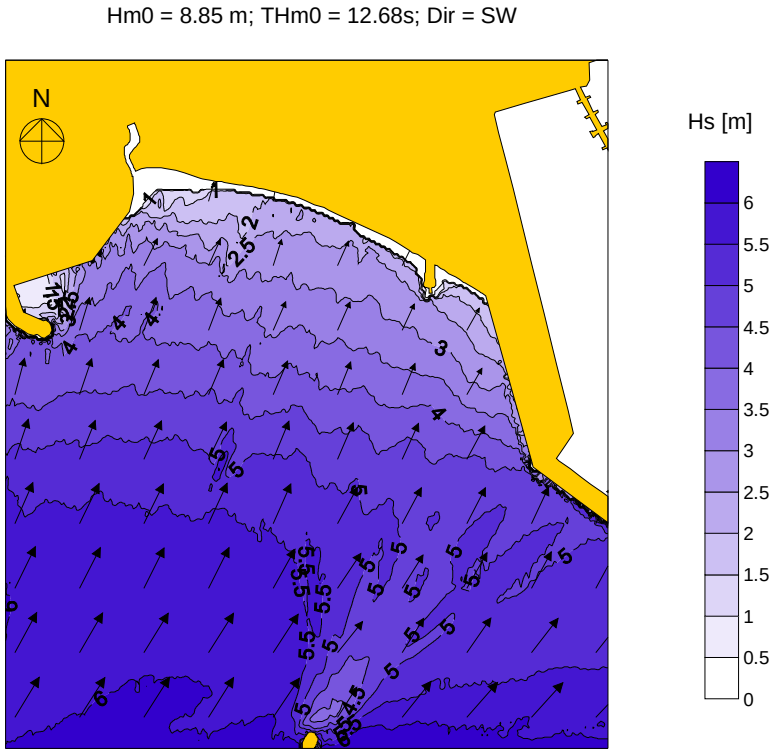


Fig. 6 – Modello di dettaglio – stato attuale: propagazione moto ondoso Tr = 100 anni

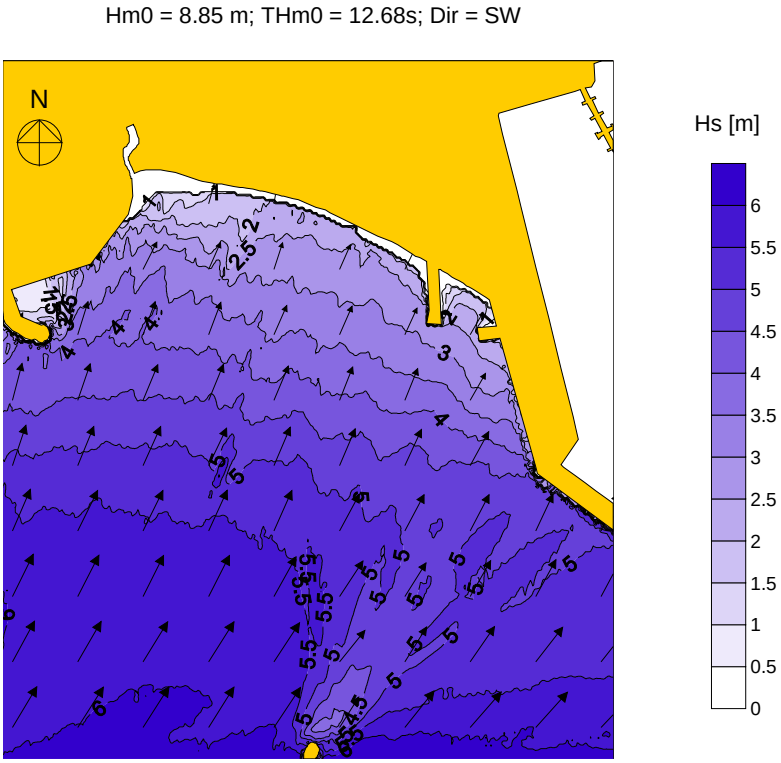


Fig. 7 – Modello di dettaglio – stato di progetto: propagazione moto ondoso Tr = 100 anni

Come si può osservare dalle immagini soprastanti, la realizzazione dei due pennelli crea un'area a ridosso degli stessi dove l'altezza d'onda viene notevolmente ridotta realizzando così sia un'ottima difesa delle strutture sulla spiaggia sia un notevole aiuto per l'immissione in mare delle imbarcazioni da parte delle società sportive presenti nella zona.

3 Dimensionamento dei pennelli

Per il dimensionamento della struttura dei due pennelli, è stato fatto riferimento all'altezza d'onda incidente Hs = 3 m in prossimità delle strutture con periodo di ritorno Tr = 100 anni.
Con il modello Breakwat (per la descrizione del modello si veda l'Allegato C alla presente relazione) è stato possibile dimensionare i massi della mantellata e conseguentemente del nucleo dei due pennelli.
Come si può apprezzare dall'immagine sottostante (Fig.8) sono stati assunti un grado di danneggiamento S=2, equivalente ad un leggero smottamento dei massi ed una pendenza delle scarpate dei pennelli pari a 3:1, che hanno portato ad un masso della mantellata con M50 = 6000 kg circa, corrispondente ad un masso di III categoria. Il nucleo, avendo assunto una porosità P pari a 0.4, verrà realizzato con massi di II categoria ed a supporto dell'intera struttura verrà primariamente realizzato uno scanno di imbasamento con materiale tout-venant (si veda la sezione tipologica di progetto in Fig.9).

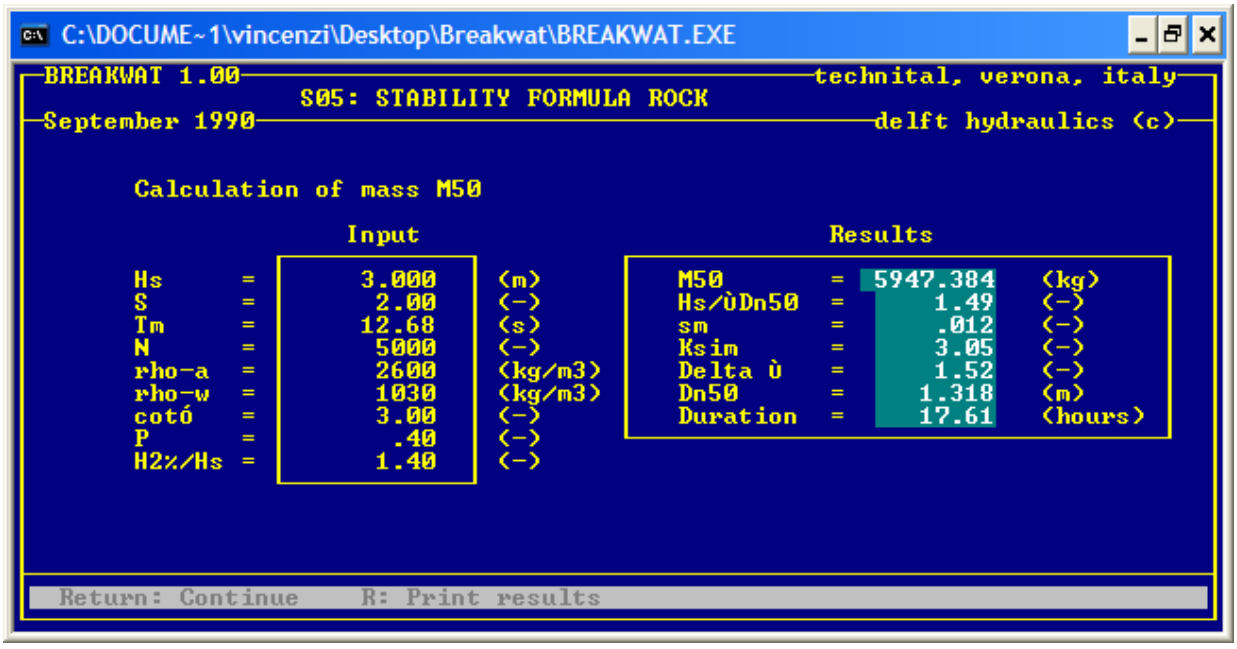


Fig. 8 – Output Breakwat

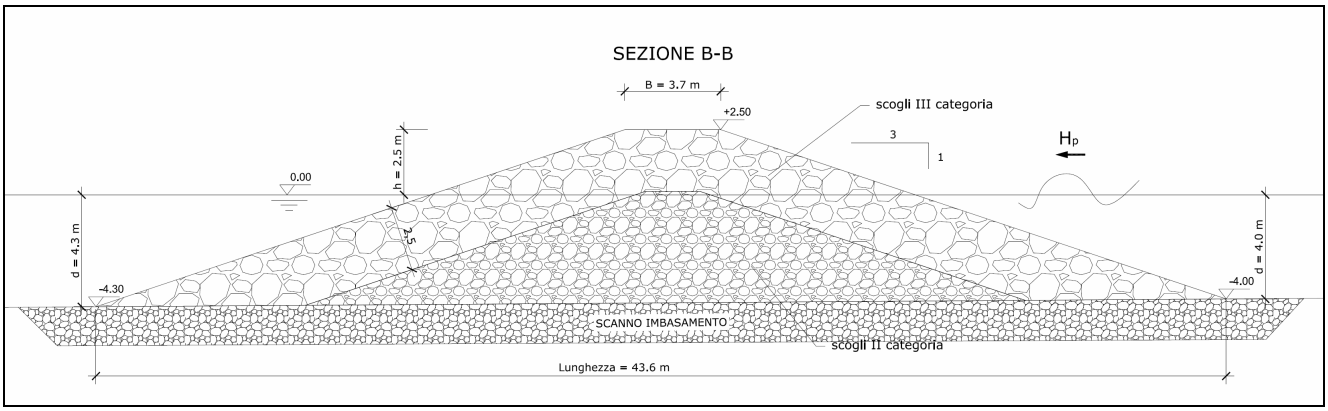


Fig. 9 – sezione tipologica di progetto

Bibliografia

[1] *Istruzioni Tecniche per la Progettazione delle Dighe Marittime* (Ministero dei Lavori Pubblici – Consiglio Superiore, 1996)

[2] Van der Meer 1993, "Conceptual design of rubble mound breakwaters", Delft Hydraulics.

[3] CEM (The Coastal Engineering Manual), 2003 Draft, U.S. Army Corps of Engineers (USACE).

[4] Goda, Y. 2000, "Random Seas and Design of Maritime Structures", 2nd edition, Advanced Series on Ocean Engineering – Volume 15, World Scientific Publishing Co. Pte. Ltd., Singapore.

[5] G. Matteotti, 1995 "Lineamenti di Costruzioni Marittime"

[6] U. Tommasicchio 1998, "Manuale di Ingegneria Portuale e Costiera"

[7] CIRIA/CUR, 1991 "Manual on the use of rock in coastal and shoreline engineering", printed by Bell&Bain Ltd, Glasgow

[8] P.Boccotti, "Idraulica marittima", UTET Università