



**DOTTORATO DI RICERCA IN INGEGNERIA CIVILE PER
L'AMBIENTE ED IL TERRITORIO**
XII Ciclo - Nuova Serie (2011-2014)
DIPARTIMENTO DI INGEGNERIA CIVILE, UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI SALERNO

UN APPROCCIO NUMERICO ALLO STUDIO DEL MOTO ONDOSO ALL'INTERNO DI BARRIERE FRANGIFLUTTI VIRTUALI E DELLA STABILITA' DELLA MANTELLATA

**A NUMERICAL APPROACH TO STUDY THE WAVE MOTION WITHIN VIRTUAL
BREAKWATERS AND THE ARMOUR STABILITY**

ABSTRACT

ING. GIOVANNA DONNARUMMA

Relatore:
PROF. ING. FABIO DENTALE

Coordinatore
PROF. ING. VINCENZO BELGIORNO

Correlatori:
PROF. ING. EUGENIO PUGLIESE CARRATELLI
PROF. ING. FELICE ANTONIO PETRILLO

SOMMARIO

La presente tesi di dottorato intende presentare i risultati della validazione di una procedura numerica innovativa per la simulazione dell'interazione tra il moto ondoso e le barriere frangiflutti emerse.

Prima di entrare nel merito di tale procedura si è ritenuto di introdurre il sistema costiero nel suo complesso e le problematiche ad esso correlate che rendono necessario, in talune circostanze, l'impiego di barriere frangiflutti di tipo sommerso o emerso al fine di preservare le fasce costiere stesse dall'attacco diretto del moto ondoso con conseguente erosione del litorale stesso.

In questo spirito la presente tesi sarà articolata come segue:

- In primo luogo sono presentate le definizioni fondamentali di litorale, di fascia costiera, di porto; vengono inoltre presentati i principali interventi messi in campo per la protezione della costa dall'erosione, nonché dei bacini portuali turistici e commerciali. Tra gli interventi di protezione di maggior impiego, vengono illustrate in modo approfondito alcune tipologie di opere, ovvero le barriere frangiflutti emerse, anche denominate "dighe marittime", poiché su queste ultime è incentrato il lavoro di ricerca svolto nei tre anni di dottorato.
- Viene poi illustrato lo stato dell'arte nella modellazione numerica per ciò che attiene l'interazione tra il moto ondoso e le barriere frangiflutti emerse.

In particolare è stato possibile osservare, attingendo alla letteratura scientifica di settore, che esistono due approcci numerici distinti rispetto a queste problematiche, il primo, più antico ed ormai quasi totalmente superato, in base al quale la barriera frangiflutti viene assimilata ad una struttura omogenea totalmente impermeabile. Il secondo, di più largo impiego e temporalmente più recente del primo, assimila la struttura ad un sistema multi-strato dotato di un nucleo totalmente impermeabile sul quale poggia uno strato poroso all'interno del quale l'onda frangente sulla struttura può infiltrarsi. Quest'ultimo approccio è denominato in letteratura "Modello di mezzo poroso" ed ha fornito risultati abbastanza attendibili, benché non del tutto soddisfacenti, nel valutare l'interazione tra il moto ondoso e le barriere emerse. In particolare questo approccio necessita della calibrazione dei parametri legati alla porosità del sistema che non sono di semplice ed immediata determinazione.

Lo strato poroso che poggia sul nucleo impermeabile, infatti, dovrebbe simulare il comportamento della mantellata esterna della barriera ma, come si avrà modo di dimostrare all'interno del presente elaborato, tale approssimazione mal simula il comportamento reale del fluido all'interno della mantellata stessa, in quanto tutti i fenomeni turbolenti che all'interno di quest'ultima si generano, sono totalmente trascurati utilizzando tale approccio. Viene quindi presentato un modello numerico innovativo, oggetto della presente tesi di dottorato, che dovrebbe consentire di superare tali limitazioni dell'approccio numerico rispetto alle problematiche legate all'interazione tra il moto ondoso e le barriere frangiflutti emerse.

- Lo scopo principale della presente tesi di dottorato è stato quello di effettuare una validazione del modello numerico implementato attraverso la comparazione dei risultati numerici con le evidenze presenti in letteratura scientifica. A tale scopo si è scelto di utilizzare dei parametri idraulici di grande rilievo nella progettazione e verifica di questa tipologia di opera, ovvero il run up, il coefficiente di riflessione e l'overtopping, le cui definizioni verranno fornite all'interno dell'elaborato. Per effettuare una validazione quanto più esaustiva possibile del modello sviluppato sono state ricostruite in 3D varie tipologie di opere a gettata, costituite da mantellate

dotate di diversi massi naturali ed artificiali, la cui interazione con il moto ondoso è stata valutata prima con onde di tipo regolare e poi con onde di tipo random.

- Infine vengono mostrati i risultati di una prima valutazione di massima della stabilità dei massi della mantellata esterna di barrire emerse attraverso la procedura numerica validata.
- Seguono le conclusioni sul lavoro svolto.

ABSTRACT

This PhD thesis aims to present the results of the validation of an innovative numerical procedure for the simulation of the interaction between the waves and rubble mound breakwaters.

Before considering the merits of this procedure it was decided to introduce the coastal system and issues related to it that make it necessary, in certain circumstances, the use of emerged or submerged breakwater in order to preserve the coastline from attack directed wave resulting in shoreline erosion itself.

In this spirit, the present thesis will be divided as follows:

- First are presented the basic definitions of shoreline, coastline, harbour; are also submitted to the main actions put in place to protect the coastline from erosion, as well as tourist and commercial port basins. Among the measures of protection of most use, are described in detail certain types of works, i.e. emerged breakwaters, also called "seawalls", since the latter is focused on the research work done in the three years of doctoral studies.
- It is then illustrated the state of the art in numerical modeling for what concerns the interaction between the waves and emerged breakwaters. In particular, it was possible to observe, drawing on the literature of the field, that there are two distinct numerical approaches with respect to these issues, the first, oldest, and now almost completely passed, according to which the breakwater is treated as a homogeneous structure totally waterproof. The second, more widespread use and temporally more recent than the first, assimilates the structure to a multi-layer system with a core totally waterproof on which rests a porous layer within which the surf wave on the structure can infiltrate. The latter approach is called in the literature "Model of the porous media" and gave results fairly reliable, although not entirely satisfactory, in assessing the interaction between the waves and the emerged breakwaters. In particular this approach requires the calibration of the parameters related to the porosity of the system that are not of simple and immediate determination.

The porous layer which sits on core waterproof, in fact, should simulate the behaviour of the armour layer but, as we will demonstrate in the present study, this approximation poorly simulates the real behaviour of the fluid inside the armour layer, since all the turbulent phenomena that are generated within the latter, are totally neglected using this approach. It is then presented an innovative numerical model, the subject of the PhD thesis, which should allow to overcome these limitations of the numerical approach with respect to issues related to the interaction between the waves and emerged breakwaters.

- The main aim of this PhD thesis was to perform a validation of the numerical model implemented by comparing the numerical results with the evidence found in the scientific literature. For this purpose we have chosen to use the hydraulic parameters of great importance in the design and verification of this type of work, i.e. the run up, the reflection coefficient and the overtopping, the definition of which will be provided within the elaborate. To make a validation as comprehensive as possible of the developed model were reconstructed in 3D various types of works, made from armour layers equipped with various natural and artificial rocks, whose interaction with the wave motion was evaluated before with waves of regular type and then with waves of random type.
- Finally, some results are shown relative to the stability of the rocks of the armour layer, and the conclusions on the work.