Progetto di ricerca

Analisi integrata della risposta idraulica ed energetica di dispositivi per la conversione di energia ondosa

**Obiettivi**

Obiettivo della ricerca è ottimizzare la progettazione di dispositivi per la produzione di energia, considerando la producibilità in condizioni ordinarie e la sopravvivenza a carichi estremi. Si considereranno nello specifico un dispositivo fisso integrato in frangiflutti portuali e un nuovo dispositivo galleggiante da integrare in piattaforme al largo della costa.

**Posizione del problema e analisi proposta**

L’analisi e la modellazione dei processi di interazione onda-struttura e lo studio della vulnerabilità e la resilienza degli argini a mare rivestono un ruolo importante ai fini della determinazione delle reali condizioni di rischio di ingressione marina, in seguito alla tracimazione delle opere di difesa in caso di mareggiate, e all’aumento del livello del mare conseguente ai cambiamenti climatici (Van der Meer et al., 2009).

Una metodologia innovativa per la protezione portuale è rappresentata dalle cosiddette “strutture multifunzionali”, che consentono di coniugare la necessità primaria di difesa e la possibilità di produzione di energia elettrica, mediante l’installazione di convertitori di energia ondosa (“*Wave Energy Converters*”*,* WECs) nelle opere di protezione. Alcuni esempi sono rappresentati dai WECs di tipo Oscillating Water Column (OWC) integrati in dighe a parete verticale (tipo REWEC3) e dai dispositivi a tracimazione integrati in frangiflutti (tipo OBREC, Vicinanza et al., 2014).

Affinché tali dispositivi siano comunque in grado di proteggere i porti producendo energia, è necessario assicurarne la stabilità anche in condizioni meteo-marine particolarmente gravose, ed ottimizzare la progettazione della camera interna per gli OWC e della vasca in cresta per il sistema OBREC.

La ricerca si propone quindi di mettere a punto un modello di tipo RANS-VOF 3D che sia in grado di riprodurre la fase liquida ed aeriforme e la loro interazione, al fine di rappresentare con maggiore accuratezza i carichi estremi sulle strutture.

Mediante il modello numerico, si esamineranno diverse condizioni di funzionamento per clima tipico ed estremo con diverse configurazioni progettuali di un sistema OBREC (Palma et al, 2019) e di un sistema innovativo di tipo galleggiante.

Nel caso di OBREC, la analisi si focalizzerà sulle quote e velocità lungo la struttura e porterà alla scelta del materiale di costruzione e alla ottimizzazione della vasca in cresta. La analisi delle pressioni agenti porterà alla verifica di stabilità del dispositivo e al dimensionamento delle sue componenti maggiormente esposte a carichi ondosi e fatica.

Nel caso del dispositivo innovativo galleggiante, la analisi si concentrerà sui movimenti del dispositivo, sulle pressioni agenti sullo stesso e sulla distribuzione delle velocità per valutare le condizioni di sopravvivenza e le condizioni di produzione energetica.

Il dispositivo galleggiante sarà realizzato e provato in scala nella nuova vasca per onde del LIDR.

**Metodi e risultati attesi**

Lo svolgimento della ricerca prevede :

* analisi di dati di monitoraggio del dispositivo di tipo OBREC, mediante specifica collaborazione con la Università della Campania;
* messa a punto e validazione di un modello numerico innovativo 3D per fluido comprimibile basato sul codice OPENFOAM;
* analisi parametrica di alcuni dati progettuali (larghezza della vasca, materiale di costruzione, dimensione del muro paraonde) mirata a ottimizzare il dimensionamento dell’OBREC sulla base dei carichi agenti sulle strutture e della produzione energetica;
* messa a punto del dimensionamento di un dispositivo innovativo galleggiante per la produzione di energia;
* esecuzione di nuove prove sperimentali in vasca volte alla misura delle velocità e dei carichi sul dispositivo galleggiante;
* estensione del nuovo database sperimentale con uno numerico, generato dalla modellazione col nuovo codice basato su OPENFOAM;
* utilizzo del codice di calcolo SPH Dual Physics, open source, per il confronto dei carichi agenti sul dispositivo OBREC con il modello basato su OPEN FOAM;
* ottimizzazione della progettazione strutturale dei due dispositivi ed applicazione ad un caso reale in Italia.

**Collaborazioni**

L’assegno di ricerca si contestualizza nell’ambito delle ricerche del progetto H2020 BRIGAID e del progetto PON-FESR “PLACE”. La ricerca è di grande interesse anche per la WECANET COST Action.

Al fine della realizzazione di questa ricerca si effettuerà una cooperazione specifica con il prof. Diego Vicinanza, Università della Campania.

## Riferimenti Bibliografici

Palma, G., Formentin, S., Zanuttigh, B., Contestabile, P.& Vicinanza, D. 2019. Numerical Simulations of the Hydraulic Performance of a Breakwater-Integrated Overtopping Wave Energy Converter. J. Mar. Sci. Eng. 7, 38, doi: 10.3390/jmse7020038.

Van der Meer, J.W., R. Schrijver, B. Hardeman, A. van Hoven, H. Verheij and G.J. Steendam, 2009. Guidance on erosion resistance of inner slopes of dikes from three years of testing with the Wave Overtopping Simulator. Proc. ICE, Edinburgh, UK.

Vicinanza D., Contestabile P., Nørgaard J. Q. H. and Lykke Andersen T., 2014. Innovative rubble mound breakwaters for overtopping wave energy conversion, Coastal Engineering 88, 154-170.

Zanuttigh, B.; Angelelli, E.; Bellotti, G.; Romano, A.; Krontira, Y.; Troianos, D.; Suffredini, R.; Franceschi, G.; Cantù, M.; Airoldi, L.; Zagonari, F.; Taramelli, A.; Filipponi, F.; Jimenez, C.; Evriviadou, M.; Broszeit, S. 2015. Boosting Blue Growth in a Mild Sea: Analysis of the Synergies Produced by a Multi-Purpose Offshore Installation in the Northern Adriatic, Italy. Sustainability, 7, 6804-6853.

Piano di formazione

Progettazione di dispositivi per la conversione di energia

## Obiettivi

Obiettivi del piano di formazione sono:

1. l’acquisizione di esperienza di modellazione numerica in Fortran, C++ e matlab, con la messa a punto di procedure originali per la elaborazione di dati sperimentali e numerici attinenti i processi di interazione onda-struttura;
2. la messa a punto e calibrazione di un modello matematico tridimensionale per la simulazione della interazione ondosa con strutture di geometria complessa, sulla base di dati sperimentali;
3. la progettazione ed esecuzione di prove sperimentali in vasca marittima;
4. la rielaborazione critica dei risultati contenuti nel database sperimentale e numerico, mediante la messa a punto di indicatori rappresentativi della risposta idrodinamica e energetica dei dispositivi di conversione di energia ondosa.

Il programma si propone di portare alla formazione di un ricercatore afferente al settore disciplinare ICAR01. Il tema di questo piano di formazione interessa due insegnamenti oggi attivi presso l’Università di Bologna: “Idraulica Marittima M” e “Coastal Engineering” per i corsi di laurea magistrale in Ingegneria Civile e per l’Ambiente e il territorio.

**Svolgimento dell’attività di formazione**

Il titolare dell’assegno svolgerà l’attività di formazione presso il DICAM, affiancato nelle vesti di tutore dal Prof. Ing. Barbara Zanuttigh. All’assegnista sarà richiesta un’assidua frequentazione della struttura e del laboratorio LIDR, al fine di approfondire le tematiche di base e collaborare con la struttura nello svolgimento dell’attività di ricerca. Per quanto concerne l’approfondimento delle tematiche di base, l’assegnista seguirà seminari specialistici sia in Italia sia all’estero.

## Inserimento del piano di formazione in più ampi progetti di ricerca e finanziamento dell’assegno

L’assegno di ricerca prosegue le attività iniziate nel corso dei progetti H2020 BRIGAID e PON-FESR “PLACE”. L’attività è inoltre di rilievo per la WECANET COST Action.

I fondi delle Economie Zanuttigh finanzieranno il 50% di questo assegno di durata 24 mesi.

**Verifiche dell’attività svolta**

Si prevede che il titolare dell’assegno esponga al tutore con cadenza mensile lo stato di avanzamento delle proprie ricerche. Al termine dei 24 mesi di assegno, inoltre, dovrà presentare al tutore una relazione sintetica nella quale siano esposti gli obiettivi raggiunti in tema di formazione scientifica e di risultati dell’attività di ricerca.