

Dimensionamento di una *Very Large Floating Structure* equipaggiata con sistemi *Wave Energy Converter* del tipo *Oscillating Water Column*: Prime considerazioni e progetto di modellistica fisica

Ilaria Crema

Università degli Studi di Firenze, Facoltà di Ingegneria. E-mail: ilaria.crema@dicea.unifi.it

La crescente densità di popolazione e la corrispondente espansione industriale comporteranno in futuro una sempre più limitata disponibilità di terreno che, in aggiunta alla scarsa disponibilità di combustibili fossili, renderà inevitabile lo sviluppo di infrastrutture marine a basso impatto ambientale e possibilmente alimentate da energie rinnovabili. In questo contesto le piattaforme galleggianti del tipo “Very Large” (Very Large Floating Structures, VLFS) rappresentano una delle soluzioni più all’avanguardia, soprattutto in termini di sostenibilità ambientale. Questo studio si propone di sviluppare, dimensionare e fornire l’ottimizzazione preliminare del prototipo di una piattaforma galleggiante del tipo Very Large, dotata di dispositivi integrati per la conversione dell’energia del moto ondoso in due siti specifici del Mediterraneo.

L’attività sperimentale condotta su modello fisico ha l’obiettivo primario di ottimizzare l’efficienza idraulica dei convertitori di energia integrati alla piattaforma e migliorare la stabilità e la sicurezza dell’intero sistema. Una piattaforma galleggiante è definita “Very Large” quando la sua lunghezza complessiva è maggiore sia della lunghezza d’onda caratteristica del sito in cui è installata sia di un parametro caratteristico λ_c funzione della resistenza alla flessione della struttura (1996, Suzuki & Yoshida). Inoltre, a seconda della geometria le VLFS si classificano in due tipologie principali: semisommerse e a pontone (2004, Watanabe et al.).

Poiché le VLFS di tipo a pontone presentano processi di fabbricazione, trasporto ed espansione più semplici, unitamente ad un minore impatto sull’ecosistema marino, sono la geometria di piattaforma scelta per lo sviluppo del prototipo oggetto dello studio. Tuttavia, non può essere sottovalutato un rilevante aspetto critico relativo alla stabilità della struttura, ovvero il comportamento idro-elastico a cui la tipologia a pontone è **soggetta** in risposta all’azione del moto ondoso incidente.

Tra i molteplici dispositivi in grado di generare energia elettrica sfruttando il moto ondoso (Wave Energy Converters, WEC), quello individuato come più appropriato per essere integrato al prototipo di piattaforma è il dispositivo a colonna d’acqua oscillante (Oscillating Water Column, OWC). Tale dispositivo inoltre è annoverato in letteratura tra le tecnologie in grado di attenuare la risposta idro-elastica delle VLFS (2010, Wang et al.).

Con lo scopo di garantire una semplice realizzazione, manutenzione ed espansione del prototipo di piattaforma, il metodo di fabbricazione proposto è quello di tipo modulare. In particolare, la piattaforma è concepita come risultante dell’assemblaggio di 12 unità a cassoni in cls prefabbricati. Oltre a ciò, per ripartire i costi di costruzione, estrarre energia dalle onde e ridurre la risposta idro-elastica, la piattaforma è dotata di 44 OWC anch’essi realizzati con cassoni in cls prefabbricati disposti intorno al suo perimetro, così da rendere l’intero sistema indipendente dalla direzione del moto ondoso incidente (Fig. 1).

Ancoraggi di tipo lasco mantengono tutto il sistema alla profondità caratteristica del sito di installazione permettendogli di seguire il gradiente di marea locale.

La campagna di test e misure condotte su modello fisico, in scala ridotta, è organizzata in tre passaggi principali:

- nel 1° Step le simulazioni sono effettuate alla scala del dispositivo OWC, mantenendo il modello in una condizione fissa rispetto al fondo;
- nel 2° Step è verificato l'intero sistema, simulando prima la sola piattaforma (VLFS) e successivamente la piattaforma con i dispositivi integrati (VLFS-OWC). In questa fase sperimentale il modello è mantenuto in sito per mezzo di ancoraggi lassi che gli permettono di oscillare su due gradi di libertà.
- nel 3° Step, partendo dai dati acquisiti sperimentalmente, è effettuata una stima preliminare della produttività del sistema nello specifico sito individuato per la sua installazione.

L'ottimizzazione preliminare dell'efficienza idraulica dell'OWC è effettuata tramite uno studio parametrico che prevede di:

- lasciare invariati i parametri progettuali scelti sulla base della revisione dello stato dell'arte e di applicazioni esistenti (posizione della turbina, freeboard F_c , ampiezza della camera W , inclinazione del muro frontale β e spessore del muro frontale b);
- rilevare l'effetto di quei parametri ritenuti rilevanti per la loro influenza sulla frequenza di risonanza del dispositivo (1978, Evans), sul volume d'aria (2010, Lovas) ed il periodo d'onda interno alla camera (2005, Carbon Trust), (2012, Sheng). In particolare le variabili parametriche sono: la lunghezza della camera L_d , il pescaggio D e l'effetto della presenza della turbina T_d , simulato con orifizi di differente diametro sulla sommità di ciascun dispositivo sull'efficienza di conversione dell'energia.

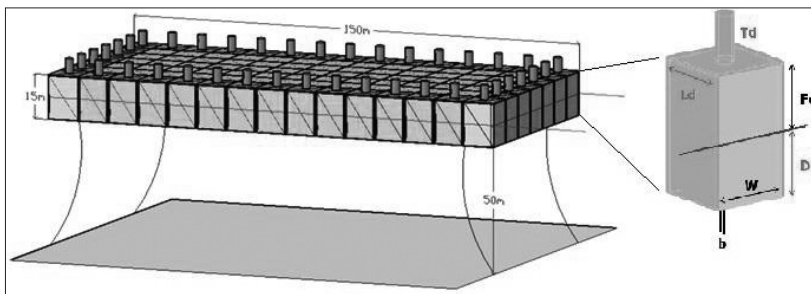


Figura 1 - Rappresentazione del prototipo di piattaforma galleggiante VLFS equipaggiata con dispositivi OWC.

Un altro parametro che è stato scelto di variare è la lunghezza dell'intero sistema, con lo scopo di valutarne l'ottimizzazione e l'efficienza in caso di futuri ampliamenti.

Il modello fisico è costruito applicando il criterio di similitudine di Froude ed è realizzato in plexiglas, regolandone accuratamente il peso per una corretta rappresentazione del momento di inerzia.

Particolare attenzione è rivolta alla

corretta riproduzione della rigidità delle connessioni tra le singole unità che compongono la piattaforma, al fine di simulare opportunamente il comportamento idro-elastico che la struttura presenterebbe nella situazione reale. Infine, per questa attività sperimentale la sezione di misura è dotata di:

- sonde di livello per l'acquisizione dei livelli idrici alla generazione, davanti al modello, all'interno del dispositivo e a tergo del modello;
- celle di carico per misurare la tensione sviluppata in ciascuna linea di ancoraggio;
- trasduttori di pressione per quantificare l'oscillazione della pressione all'interno della camera d'aria;
- anemometro a filo caldo per misurare la velocità del flusso d'aria attraverso l'orifizio;
- trasduttori di posizione per la valutazione dell'ampiezza di oscillazione dell'intero sistema.

Bibliografia

- Carbon Trust M. E. (2005) - *Oscillating water column wave energy converter evaluation report*. ARUP e-on.
- Evans D. (1978) - *The oscillating water column wave-energy device*. J. Inst. Maths Applies, 423-433.
- Lovas S. (2010) - *Theoretical modeling of two wave-power devices*. Master Thesis, Department of Civil and Environmental Engineering MIT.
- Sheng W., Lewis T., Alcorn R. (2012) - *On wave energy extraction of oscillating water column device*. ICOE 2012. Dublin.
- Suzuki H. e Yoshida K. (1996) - *Design flow and strategy for safety of very large floating structure*. Proceedings of Int Workshop on Very Large Floating Structures, VLFS'96, Hayama, Japan, 21-27,1996.