



## STUDIO DI FATTIBILITA' STRUTTURA FLOTTANTE PER LA GENERAZIONE DI ENERGIA RINNOVABILE DA FONTE EOLICA E DA CORRENTI MARINE



Il progetto ha previsto la realizzazione di un prestudio di fattibilità per una unità flottante per la produzione di energia da fonti rinnovabili: il vento e le correnti marine.

Lo studio ha svolto le seguenti attività:

- Definizione della struttura flottante, impostazione dell'architettura
- Definizione della struttura 3D preliminare e simulazione dinamica
- Analisi di stabilità del sistema flottante, calcolo delle spinte e di altri effetti dinamici
- Analisi dei costi in rapporto al mercato Europeo
- Definizione del sistema di controllo e di trasmissione dell'energia a terra
- Stesura della specifica completa di sistema

Le tipologie delle piattaforme sono state classificate in turbine flottanti singole e multiple a seconda del metodo di ancoraggio.

Le piattaforme che usano il sistema di ancoraggio catenario sono state contrastate dal sistema di ancoraggio verticale e sono stati discussi i vantaggi e gli svantaggi.

Sono stati descritti dettagliatamente alcuni tipi di ancore.

E' stata fatta una comparazione grossolana di costo per due differenti tipi di piattaforme che utilizzano una turbina eolica da 5 MW.

Una piattaforma è basata su un sistema olandese di una piattaforma galleggiante tripla e l'altro è una piattaforma con piede teso mono colonna sviluppata da noi sulla base del concetto della struttura modulare a tubi .

I costi stimati dimostrano che il costo di una unità singola di produzione è di \$ 7.1 M per il sistema olandese triplo e di \$ 6.5 M per il sistema sviluppato nell'ambito del progetto.

Comunque, ingegneria di gran de valore, produzione in serie di unità multiple, e sistemi di ottimizzazione di turbine e piattaforme possono far abbassare il costo unitario della piattaforma rispettivamente a \$ 4.26 M e \$ 2.88 M con un significativo potenziale di futura riduzione dei costi mediante sistemi di ottimizzazione.

Questi costi sono nel “range” necessario a far abbassare il costo dell’energia a \$ 0.05 / kW/h per lo schieramento in larga scala di turbine eoliche flottanti in mare aperto.

**Tabella 1 – Vantaggi e svantaggi delle piattaforme per turbine singole e multiple**

	<b>VANTAGGI</b>	<b>SVANTAGGI</b>
Turbine flottanti multiple	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Stabilità dell’onda</li> <li>2. Ancore condivise</li> <li>3. Possibilità di ottimizzazioni di massa</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Alti costi della struttura di supporto</li> <li>2. caricamento dell’onda</li> <li>3. complesso controllo di deviazione della rotta</li> </ol>
Turbine flottanti singole	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Semplicità</li> <li>2. Modularità della fabbricazione</li> <li>3. Minori necessità strutturali</li> <li>4. Opzioni di controllo standard della rotta</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Costi individuali delle ancore</li> </ol>

**Tabella 2 – Vantaggi e svantaggi dei principali sistemi di ancoraggio**

	<b>VANTAGGI</b>	<b>SVANTAGGI</b>
Sistema di ancoraggio verticale (Piattaforme a piede teso)	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Stabilità inerente della piattaforma</li> <li>2. Minimo caricamento dell’onda</li> <li>3. Dinamica semplificata</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Ancore molto costose</li> <li>2. Non lavorano in acque profonde meno di 50 m</li> </ol>
Sistema di ancoraggio catenario	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Ancore a basso prezzo</li> <li>2. Possono essere messi in acque poco profonde</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Necessita la zavorra per la stabilità</li> <li>2. Gran parte della struttura sta sulla superficie</li> <li>3. Complesse dinamiche del movimento della piattaforma</li> </ol>

**Tabella 3 – Comparazione delle opzioni di due piattaforme flottanti**

	<b>Concetto olandese triplo TRI-FLOATER</b>	<b>Concetto INTERPROGETTI</b>
Tipo di piattaforma	Semi sommersa, triplo galleggiante con ancoraggi ampi	Mono colonna Piattaforma a piede tensionato
Uscita di alimentazione	5 MW	5MW
Diametro rotore	115 m	NA
Posizione della turbina sopra il livello dell’acqua	83 m	85 m
Diametro base torre	7.5 m	7 m
Diametro superiore della torre	4.5 m	NA
Massa della torre, turbina e rotore	6995 kN	8000 kN
Altezza della torre	65 m	100 m
COG posizione della torre sopra la base	31.1 m	NA
Altezza del serbatoio (sommerso)	12 m x 3 serbatoi	10 m
Diametro del serbatoio	8 m x 3 serbatoi	16 m
Spostamento del serbatoio	2713 m <sup>3</sup>	1989.5 m <sup>3</sup>
Spazio tra i tensionatori	68 m (centro del serbatoio)	60 m
Inclinazione possibile	10 gradi	NA
Accelerazione laterale possibile	3 m/s <sup>2</sup> alla base della torre	NA
Accelerazione perpendicolare possibile	5 m/s <sup>2</sup> alla turbina	NA
Spinta in condizioni operative	1000 kN	1700 Kn
Araggio delle ancore in condizioni estreme	400 kN (50m sopra la base)	NA
Massimo momento alla base	200.000 kNm	187.000 KnM