



Helios Energy S.r.l.

Parco Eolico Offshore Seabass

Stima preliminare delle opere e quadro economico

Doc. No. P0030769-1-H14_Rev00 – Dicembre 2022

Rev.	Descrizione	Preparato da	Controllato da	Approvato da	Data
00	Prima Emissione	NNO01	MAB	SSA	19/12/2022

Tutti i diritti, traduzione inclusa, sono riservati. Nessuna parte di questo documento può essere divulgata a terzi, per scopi diversi da quelli originali, senza il permesso scritto di RINA Consulting S.p.A.

INDICE

	Pag.
LISTA DELLE TABELLE	2
LISTA DELLE FIGURE	2
ABBREVIAZIONI E ACRONIMI	3
1 PREMESSA	4
2 INTRODUZIONE	5
3 STIMA DEI COSTI DELLA PIATTAFORMA GALLEGGIANTE	6
4 STIMA ULTERIORI OPERE	8
5 QUADRO ECONOMICO COMPLESSIVO E CONCLUSIONI	9
REFERENZE	11

LISTA DELLE TABELLE

Tabella 3:1: Quadro economico piattaforma galleggiante	7
Tabella 5:1: Stima costi complessiva Seabass - Sezione A	9
Tabella 5:2: Stima costi complessiva Seabass - Sezione B	9

LISTA DELLE FIGURE

Figura 1-1: Inquadramento generale del progetto	4
Figura 3-1: Opzioni possibili per una piattaforma galleggiante per eolico offshore (Immagine da [1])	6

ABBREVIAZIONI E ACRONIMI

AT	Alta Tensione
RTN	Rete di Trasmissione Nazionale
SE	Stazione Elettrica
S.r.l	Società a responsabilità limitata
WTG	Wind Turbine Generator

1 PREMESSA

La presente relazione è stata redatta per illustrare le principali caratteristiche del Parco Eolico Offshore Flottante denominato “Seabass” nell’ambito della procedura di scoping da sottomettere al Ministero della Transizione Ecologica.

Il progetto in oggetto è proposto dalla Helios Energy S.r.l., Società controllata interamente dal Gruppo Macchia s.r.l., impegnato nello sviluppo, realizzazione e la gestione di impianti eolici offshore – onshore, e altre forme di energie rinnovabili.

Il progetto “Seabass”, avente una capacità pari a 810 MW, sarà localizzato a largo della costa della Regione Lazio antistante i Comuni di Tarquinia e Civitavecchia, all’interno delle acque territoriali italiane (entro le 12 miglia nautiche dalla linea di base). L’energia prodotta sarà trasportata per mezzo di cavidotti sottomarini per i quali è previsto l’approdo nel Comune di Tarquinia (VT), mentre l’allaccio alla rete di trasmissione nazionale è atteso presso la stazione elettrica 380 kV “Aurelia” gestita da Terna S.p.A.

L’area dove è localizzato il parco eolico ha una profondità variabile compresa tra i 90 m e i 180 m di profondità.



Figura 1-1: Inquadramento generale del progetto

2 INTRODUZIONE

Per la realizzazione della presente stima delle opere necessarie alla realizzazione del parco eolico offshore galleggiante denominato Seabass, avente una potenza complessiva di 810 MW, RINA ha utilizzato principalmente tre fonti:

- ✓ Dati a consuntivo di progetti analoghi.

La tecnologia flottante per l'eolico offshore è ancora ad oggi considerata innovativa. Come per ogni innovazione, il prezzo di mercato dello sviluppo è estremamente volatile negli anni e fare previsioni a lungo termine risulta complesso. Tuttavia, è fondamentale considerare come dati di partenza quelli relativi ad iniziative simili, sebbene si tratti di progetti di potenza installata e numero di WTG installate molto inferiori. In particolare, sono stati considerati i dati a consuntivo relativi a due iniziative in Europa, rispettivamente costituite da 5 isole flottanti e 3 isole flottanti, per un totale di 30 MW e 25.2 MW, entrambe implementate nel 2020.

- ✓ Dati di letteratura scientifica.

La stima delle opere in ambito eolico offshore è stato un tema dibattuto a livello di letteratura scientifica. Sono molteplici gli articoli che trattano delle possibilità di stima del quadro economico per un'innovativa piattaforma flottante. In particolare, la presente analisi considera le rimostranze ottenute in [1] e [2]

- ✓ Dati a consuntivo di progetti assimilabili.

L'analisi di progetto viene sviluppata in conformità a quanto già definito per piani di realizzazione simili, come riportato da fonti ministeriale [3].

Infine, sono stati considerati numerosi dati a consuntivo di progetti eolici offshore non flottanti, di piattaforme galleggianti adibite ad altri fini, di grandi impianti elettrici in AT in generale.

In particolare, utilizzando i dati di letteratura si ottiene una suddivisione dei CapEx per una wind farm offshore flottante come segue:

- ✓ 44% per le fondazioni (ossia, la piattaforma galleggiante e le opere di ancoraggio e ormeggio necessarie);
- ✓ 30% per la WTG;
- ✓ 4% per l'installazione di tutte le parti;
- ✓ 14% per i cavi di collegamento;
- ✓ 4% per la sottostazione;
- ✓ 4% per i costi di sviluppo.

È evidente che i CapEx, rispetto ad un offshore tradizionale, siano fortemente spostati e incentrati sulla piattaforma galleggiante. Infatti, la voce "fondazioni" per un eolico offshore tradizionale solitamente si attesta almeno sul 20/25% del costo totale.

Lo studio delinea il costo capitale atteso per il Progetto, fornendo un esplosione dei costi sufficientemente dettagliato per la presentazione di uno Scoping. I costi saranno specifici per ogni sezione del sito Seabass:

- ✓ Sezione A: n. 30 aerogeneratori da 15 MW cadauno, per una potenza totale di 450 MW;
- ✓ Sezione B: n. 24 aerogeneratori da 15 MW cadauno, per una potenza totale di 360 MW;

3 STIMA DEI COSTI DELLA PIATTAFORMA GALLEGGIANTE

In questo paragrafo si spiegano le ipotesi sulle quali RINA ha basato la stima dei costi per quanto riguarda la piattaforma galleggiante, comprendente:

- ✓ Galleggiante;
- ✓ Ancoraggio;
- ✓ Ormeaggio;
- ✓ WTG.

Visto la natura preliminare della progettazione per lo Scoping, la stima sarà effettuata con un grado di incertezza elevato, pertanto maggiorata in modo che risulti cautelativa. Infatti, non è stata ancora effettuata una vera e propria progettazione del galleggiante, né ancora definita con esattezza la WTG che sarà implementata. A valle del dimensionamento della piattaforma, la presente stima potrà essere opportunamente affinata e fornire un risultato più preciso.

Per la struttura galleggiante è stato considerato un tripode, soluzione semi-sommergibile, che da dati di letteratura risulta una delle tecnologie più consolidate in ambito eolico flottante. In particolare, si tratta dell'opzione centrale esposta in Figura 3:1.

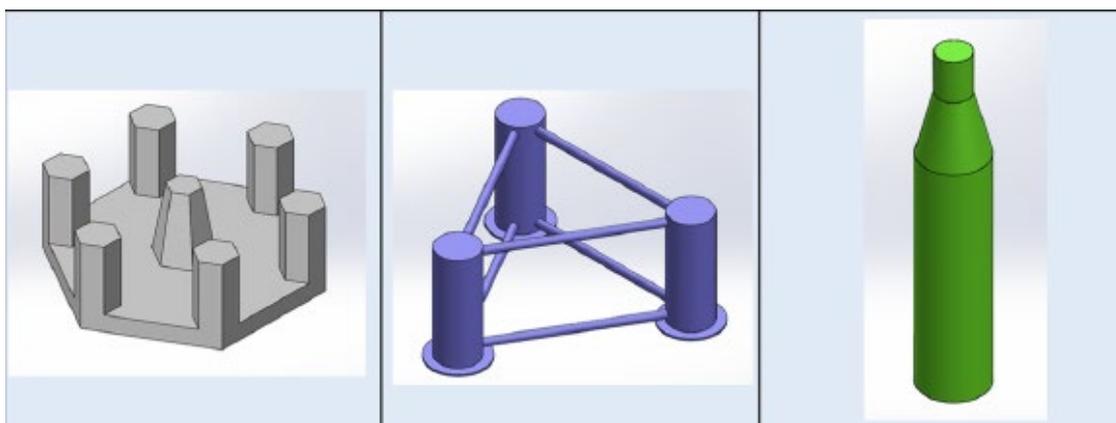


Figura 3-1: Opzioni possibili per una piattaforma galleggiante per eolico offshore (Immagine da [1])

Il costo specifico per un galleggiante adeguato al tipo di applicazione è stato stimato come consuntivo esposto in Tabella 3:1.

Per quanto riguarda l'ormeaggio, è stata ipotizzata una catenaria, caratterizzata secondo i seguenti parametri progettuali:

- ✓ Profondità media fondale sito: 135 m;
- ✓ Lunghezza linee struttura galleggiante: 135×4^1 m=540m;
- ✓ Numero catenarie: 3;
- ✓ Costo unitario catenaria: 800€/m (assunzione secondo tipico di mercato);
- ✓ Numero ancoraggi: 3;
- ✓ Costo medio ancoraggio: 400,000 €/unità.

¹ Il valore di 4 si basa sul valore medio della lunghezza delle catenarie che si può considerare preliminarmente compreso tra 3 e 5 volte la profondità media del fondale.

Per quanto riguarda gli ancoraggi, la stima ha un range di accuratezza elevato. Mediamente, il costo di un'ancora (comprensivo dell'installazione) è di 400,000€, all'interno di un range 200,000€-1,000,000€, quest'ultimo è variabile in funzione della tipologia di fondale e di ormeggio. In questa fase si valuta adeguata la scelta di assumere il costo medio come riferimento, riservandosi un certo grado di incertezza che andrà valutato successivamente in modo più preciso e influirà sulla voce delle contingencies complessiva.

Infine, la WTG considerata da 15 MW ha un costo stimabile secondo i prezzi di mercato delle WTG onshore del 2021: sono stati considerati 12,500,000€ per ogni WTG.

Pertanto, la stima porta alla seguente tabella per quanto riguarda le opere relative alla piattaforma galleggiante (Tabella 3:1).

Tabella 3:1: Quadro economico piattaforma galleggiante

Item	Costo Budgettario 1 piattaforma galleggiante – Sito di Seabass
Struttura galleggiante	16,000,000 €
WTG – 15 MW	12,500,000 €
Ormeggio (3 linee x 3 catenarie)	1,296,000 €
Ancoraggio (3 ancore – prezzo massimo) – costo inclusivo di installazione in sito	1,200,000 €
Costo per trasporto struttura galleggiante in sito (3 rimorchiatori per 1 giornata)	180,000 €
TOTALE	31,176,000 €

In aggiunta a quanto sopra detto, è stato stimato un costo per il trasporto della struttura galleggiante assemblata dall'area portuale al sito. Sono stati cautelativamente ipotizzati 3 rimorchiatori (costo medio di noleggio: 60,000€/giorno/rimorchiatore). La stima delle tempistiche risulta molto complessa non avendo indicazioni sulla distanza fra il luogo dell'assemblaggio ed il sito: è stato preliminarmente considerato 1 giorno per ogni trasporto.

I valori riscontrati sono coerenti con lo share dei costi previsti dalla letteratura scientifica [1] e [2] e sono comprensivi di costi di sviluppo ed installazione.

4 STIMA ULTERIORI OPERE

In questo paragrafo si analizzano le ulteriori voci di costo che vanno ad impattare sui costi capitali del Progetto.

Si tratta delle voci di:

- ✓ Cavidotto marino AT 66 kV di collegamento a terra;
- ✓ Cavidotto terrestre AT per il collegamento alla RTN, suddivisa in due tratti (a 150 kV e 380 kV).

Inoltre, il presente Progetto consta di due stadi di trasformazione:

- ✓ Stazione di trasformazione da 66 kV a 150 kV) comprensiva di 4 trasformatori 66/150 kV da 300 MVA.
- ✓ Stazione di trasformazione da 150 kV a 380 kV operata mediante 4 autotrasformatori 150/380 kV da 300 MVA.

Pertanto, nella presente stima, si considereranno gli oneri per una doppia trasformazione. Inoltre, vista la distanza complessiva che il cavidotto (prima offshore e poi onshore) dovrà percorrere, si evidenzia un'eccezione rispetto a quanto previsto dalla letteratura scientifica: la voce del cavidotto assume un'importanza chiave nell'esplosivo dell'intero budget.

Pertanto, si hanno le seguenti specifiche progettuali:

- ✓ Tensione del cavidotto marino: 66 kV;
- ✓ Tensione cavidotto terrestre – 1: 150 kV;
- ✓ Tensione cavidotto terrestre – 2: 380 kV;
- ✓ Lunghezza del cavidotto marino inter-array (3x120 mm²): 203 km;
- ✓ Lunghezza del cavidotto marino verso terra (1x (3x1000 mm²)): 126 km (9 linee da 14 km);
- ✓ Posa sul fondale con inter-distanziamento 50 metri.

Anche questi aspetti sono fortemente influenzati dal carattere preliminare della progettazione di scoping. Pertanto, si ritiene opportuno effettuare una stima cautelativamente maggiorata considerando il cavidotto marino come un'unica entità, nonostante quello inter-array abbia una sezione inferiore. Pertanto, si considerano 329 km di cavidotto a 66 kV. Le fonti stabiliscono un prezzo di 900,000 €/km per cavidotti sommersi eserciti a questo livello di tensione, comprensivo dei costi di posa e trasporto.

Suddividendo equamente i costi per le 2 sezioni del Progetto, si ottiene:

- ✓ A: 164,5 km di cavidotto per un totale di 148,050,000 €;
- ✓ B: 164,5 km di cavidotto per un totale di 148,050,000 €;

Infine, per il Progetto Seabass sono da valutare i costi capitali da impiegare per il collegamento della wind farm dalla SE in prossimità della costa a quella in prossimità del nodo alla RTN di Terna, nel comune di Tarquinia.

RINA suggerisce di valutare, almeno in via preliminare in attesa di più dettagliate indicazioni da parte di Terna, di implementare un collegamento via cavidotto su linea interrata, sia per il tratto a 150 kV sia per il tratto a 380 kV. Tale soluzione a 150 kV ha un costo stimabile di 407,500 €/km, mentre per i 380 kV si può stimare un costo di 512,000 €/km: per il presente studio, visti i 14 km (4 linee, totale 56 km) di tratto da coprire a 150 kV e i 0,5 km (2 linee, totale 1 km) di tratto da coprire a 380kV, si impone un costo capitale per il cavidotto interrato di 23,332,000 €.

5 QUADRO ECONOMICO COMPLESSIVO E CONCLUSIONI

Infine, in questo paragrafo RINA mette insieme quanto rilevato nei paragrafi precedenti con la finalità di fornire un quadro economico per le opere nel loro complesso. Si presentano le conclusioni rispettando la suddivisione dei sottocampi:

Tabella 5:1: Stima costi complessiva Seabass - Sezione A

Voce di costo	Importo unitario	Quantità	Importo totale
WTG flottante con piattaforma, ormeggio ed ancoraggio	31,176,000 €	30	935,280,000 €
Cavi sommersi	900,000 €/km	164,5 km	148,050,000 €
Contingencies	100,000,000 €	1	100,000,000 €
Totale			1,183,330,000 €

Tabella 5:2: Stima costi complessiva Seabass - Sezione B

Voce di costo	Importo unitario	Quantità	Importo totale
WTG flottante con piattaforma, ormeggio ed ancoraggio	31,176,000 €	24	748,224,000€
Cavi sommersi	900,000 €/km	164,5 km	148,050,000 €
Contingencies	100,000,000 €	1	100,000,000 €
Totale			996,274,000 €

Infine, si presenta la stima complessiva del Progetto nel suo complesso:

Tabella 5:3: Stima costi complessiva Seabass

Voce di costo	Importo totale
Sezione A	1,183,330,000 €
Sezione B	996,274,000 €
Sottostazioni elettriche (x2)	100,000,000 €
Cavidotto interrato	23,332,000 €.
TOTALE	2,302,936,000 €

Il quadro economico complessivo porta ad una stima di circa 2,843,131 €/MW. Si tratta di una misura coerente con tutti i dati macroeconomici in termini di valori medi e con tutti i dati a consuntivo disponibili per progetti analoghi. Nonostante le grandi cautele imposte, il prezzo di mercato risulta opportunamente ribassato rispetto alle iniziative analoghe ma di dimensioni decisamente inferiori. Tuttavia, l'impatto del costo degli ormeggi, visto il fondale profondo, è elevato. Il Cliente, anche per questo motivo, ha optato per una WTG di capacità molto elevata, in modo da diminuire le piattaforme galleggianti per unità di potenza installata, pervenendo ad una soluzione ottimizzata da questo punto di vista.

REFERENZE

- [1] Platform Optimization and Cost Analysis in a Floating Offshore Wind Farm - Alberto Ghigo, Lorenzo Cottura, Riccardo Caradonna, Giovanni Bracco and Giuliana Mattiazzo - Pubblicato il 23 ottobre 2020
- [2] Floating offshore wind: Economic and ecological challenges of a TLP solution - Michael Kausche, Frank Adam, Frank Dahlhaus, Jochen Großmann - Pubblicato il 23 marzo 2018.
- [3] Definizione contenuti SIA progetti depositati (Ministero della transizione ecologica)
<https://va.minambiente.it/it-IT/Procedure/ViaElenco/1/9>



RINA Consulting S.p.A. | Società soggetta a direzione e coordinamento amministrativo e finanziario del socio unico RINA S.p.A.
Via Cecchi, 6 - 16129 GENOVA | P. +39 010 31961 | rinaconsulting@rina.org | www.rina.org
C.F./P. IVA/R.I. Genova N. 03476550102 | Cap. Soc. € 20.000.000,00 i.v.