

OUR VISION

**To create a  
world powered  
by renewable  
energy**



## **Parco Eolico di Bessude**

Valutazione Iniziale del Rendimento Energetico (eEYA)

24 Maggio 2022

1280202/B

A Trattativa Riservata

**Fred. Olsen Renewables Italy  
S.R.L**

# Cronologia Documento

Autore	Helen Thrasher, Advisory & Analytics Development Lead	05/05/2022
Controllore	Liza Dalziel, <i>Energy Analyst</i>	06/05/2022
Approvatore	Andy Cheng, <i>Analytics Manager</i>	09/05/2022
Traduttore	Alexander Hewstone, <i>Energy Analyst</i> Enrico Sindici, <i>Senior Energy Analyst</i>	24/05/2022

## Dettagli Cliente

Contatto	Corrado Bacco
Nome Cliente	Fred. Olsen Renewables Italy S.R.L
Indirizzo	Viale Castro Pretorio, 122 ROMA, Italy

Versione	Data	Dettagli revisione
A	09/05/2022	Prima revisione
B	24/05/2022	Seconda revisione, tradotta in italiano

### Local Office:

The Green House  
Forrest Estate Dalry  
Castle Douglas  
DG7 3XS  
SCOTLAND  
UK  
Tel: +44 (0) 1644 430 008

### Registered Office:

The Natural Power Consultants Limited  
The Green House  
Forrest Estate, Dalry  
Castle Douglas, Kirkcudbrightshire  
DG7 3XS

Reg No: SC177881

VAT No: GB 243 6926 48

# Contenuti

1.	Introduzione .....	1
1.1.	Descrizione del Sito e Disposizione .....	1
2.	Valutazione Iniziale del Rendimento Energetico .....	2
3.	Risultati .....	4
4.	Raccomandazioni.....	5
	Appendici.....	6
A.	Disposizione Parco Eolico .....	6

# 1. Introduzione

Natural Power Consultants Limited (Natural Power) è stata commissionata da Fred. Olsen Renewables Italy S.R.L (Client) per condurre una valutazione iniziale del rendimento energetico (early Energy Yield Assessment - eEYA) del progetto di parco eolico di Bessude. Questa valutazione fornisce una stima indicativa del potenziale rendimento energetico del progetto, priva di dati provenienti da una campagna di monitoraggio in loco. L'analisi si può considerare di alto livello e non è stato dunque eseguito alcun calcolo dell'incertezza, pertanto i risultati qui presentati devono essere trattati solo come indicativi.

## 1.1. Descrizione del Sito e Disposizione

Il parco eolico proposto di Bessude si trova nei pressi del comune di Thiesi nella provincia di Sassari in Sardegna, Italia.

La copertura del terreno presso il sito è costituita principalmente da campi agricoli, con praterie e limitate aree di boscaglia. Il sito del progetto si trova su un altipiano esposto con ripidi pendii ricoperti da vegetazione verso i bordi. Non ci sono significative aree boschive all'interno dell'area considerata per il collocamento delle turbine eoliche. Il sito stesso è considerato moderatamente complesso in termini di terreno, mentre il terreno circostante è considerato complesso.

Il Cliente ha fornito un'unica disposizione da considerare per le turbine eoliche, composta da otto posizioni. Questa disposizione è stata utilizzata come base per l'eEYA ed è dettagliata nella tabella A.1. La disposizione proposta per le turbine si estende su un'area di circa 1.0 km da est ad ovest e 1.7 km da nord a sud. L'elevazione di base delle turbine varia da 608 m a 677 m sul livello del mare (s.l.m.).

Lo scenario del modello di turbina e dell'altezza del mozzo considerato è dettagliato nella Tabella 1.1.

Tabella 1.1: Modello di turbina considerata per Bessude e configurazione dell'altezza del mozzo

Scenario	Modello turbina	Altezza del mozzo (m)	Altezza della punta (m)	Numero di turbine
1	Vestas V162 6.8 MW	149	230	8

## 2. Valutazione Iniziale del Rendimento Energetico

Un eEYA è stato condotto per fornire un'indicazione iniziale della potenziale generazione di energia dal parco eolico proposto di Bessude, basato su una schiera di otto turbine e considerando il modello di turbina Vestas V162 da 6.8 MW con un'altezza del mozzo di 149 m<sup>1</sup>. Un riepilogo dei dati della turbina è riportato nella Tabella 2.1.

Tabella 2.1: Riepilogo dei dati selezionati per il modello di turbina proposto

Modello turbina	Vestas V162 6.8 MW
Tipologia di curva di potenza	Calcolato
Potenza nominale (MW)	6.8
Altezza del mozzo (m)	149
Classe IEC	S
Densità della curva di potenza (kg/m <sup>3</sup> )	1.125
Diametro del rotore (m)	162
Velocità del vento (m/s) <sup>1</sup>	3.0 – 25.0
Intensità di turbolenza (%) <sup>1</sup>	6.0 – 12.0
Gradiente del vento <sup>1</sup>	0.00 – 0.30

*1: I dati riportati indicano l'intervallo di validità per ciascun parametro*

L'eEYA ha utilizzato i risultati della valutazione indicativa delle risorse eoliche e della modellazione spaziale del vento effettuati in precedenza<sup>2</sup>. A causa del terreno moderatamente complesso intorno al sito, il prodotto VORTEX MAST<sup>3</sup> è stato utilizzato insieme al programma CFD (Computational Fluid Dynamics) di proprietà di Natural Power, il modello VENTOS/2® CFD (VENTOS), per ottenere le necessarie informazioni sulle risorse eoliche per questa valutazione.

Le velocità del vento calcolate da VORTEX MAST sono state valutate rispetto alla conoscenza di Natural Power delle condizioni del vento nella regione di Bessude e sono considerate sostanzialmente in linea con le aspettative, sebbene si noti che non sono disponibili dati di riferimento nelle immediate vicinanze per ulteriori verifiche. Viene consigliato di aggiornare la valutazione delle risorse eoliche e l'eEYA una volta completata la campagna di misurazione presso il sito di Bessude.

I calcoli del rendimento energetico lordo e della modellazione delle scie per il parco eolico proposto di Bessude sono stati effettuati sulla base dei dati indicativi delle risorse eoliche, della densità dell'aria presso il sito prevista da VORTEX, delle posizioni delle turbine proposte fornite dal Cliente e dei dati specifici della turbina (curve di potenza e spinta). L'effetto scia prodotto da eventuali parchi eolici nelle vicinanze non è stato considerato.

Sono stati applicati fattori di perdita fissi in base all'esperienza di Natural Power nella regione. I fattori di perdita applicati sono indicativi e potrebbero essere soggetti a modifiche una volta che i dati di misurazione in loco saranno disponibili per la valutazione. Le perdite sono calcolate o assunte e sono classificate come segue:

- Effetto scia e interazioni tra turbine (perdite interne ed esterne, perdite per effetto blocco) – calcolata utilizzando il modello delle scie Eddy Viscosity. Data la natura di alto livello dell'analisi, la perdita per effetto blocco è stata stimata come il 10% della perdita di scia totale calcolata. Si nota che le scie interne sono elevate a causa del ridotto distanziamento tra le turbine all'interno della schiera.

<sup>1</sup> Le attuali altezze standard per questo modello specificate nella documentazione tecnica sono di 119 m e 169 m. Il Cliente è invitato a confermare se una torre di 149 m sia disponibile per il mercato italiano.

<sup>2</sup> SAR 225 Indicative Wind Resource Assessment (REPORT - 1251138 - 1 - A) – 1 Maggio 2021

<sup>3</sup> <https://www.vortexfdc.com/>

- Disponibilità (turbina, rete di trasmissione e bilanciamento del sistema) – basata sull'esperienza di Natural Power dei siti operativi. La disponibilità delle turbine è stata calcolata in base al numero di turbine del progetto ed è stata applicata una perdita del 3.3% per tutti gli scenari. La disponibilità della rete e del bilanciamento dell'impianto (Balance of Plant - BoP) sono stati assunti entrambi allo 0.3%. Si consiglia di ottenere informazioni aggiuntive riguardo le perdite di trasmissione specifiche per la Sardegna e di aggiornare le perdite per analisi future.
- Efficienza elettrica – assunta pari al 2.0%. Si consiglia di eseguire uno studio della perdita elettrica specifica per il sito.
- Prestazioni della turbina – assunte in base alle condizioni del sito previste nella regione. Per il sito sono state assunte perdite a causa di prestazioni non ottimali e perdite generiche di regolazione della potenza dello 0.5% ciascuno. È stata applicata una perdita di adeguamento della curva di potenza alle condizioni specifiche del sito pari all'1.0% in base alle condizioni eoliche previste al sito e ai criteri operativi dei modelli di turbine considerati. Non sono state applicate perdite di isteresi per elevata velocità vento in quanto il modello di turbina considerato ha una velocità di spegnimento di 25.0 m/s e si prevede che la frequenza di velocità del vento superiore a questa sia insignificante in base ai dati modellati.
- Ambientale – assunta in base all'ubicazione del sito e alle condizioni climatiche. È stata assunta una perdita dello 0.1% per l'accumulo di detriti sulle pale eoliche, dello 0.5% per la degradazione delle pale e dello 0.0% per la degradazione causata dall'accumulo di ghiaccio, in base all'esperienza di Natural Power nella regione. È stata applicata una perdita per difficoltà di accesso al sito dello 0.3% in quanto il sito non si trova sulla terraferma.
- Curtailment – si assume che non siano applicabili limitazioni di potenza. Si raccomanda di considerare eventuali riduzioni di potenza applicabili all'interno di una valutazione aggiornata.

### 3. Risultati

I risultati dell'eEYA e le perdite associate sono riepilogati nella Tabella 3.1.

Tabella 3.1: Riepilogo dell'eEYA

Riepilogo Progetto	
Scenario	Sc1
Tipo di turbina	Vestas V162 6.8 MW
Altezza del mozzo della turbina (m)	149
Diametro del rotore (m)	162
Potenza nominale della turbina (kW)	6800
Numero di turbine	8
Capacità installata del parco eolico (MW)	54.4
Wind Resource Assessment Summary	
Densità dell'aria media a lungo termine all'altezza del mozzo (kg/m <sup>3</sup> )	1.123
Velocità media del vento a lungo termine del parco eolico all'altezza del mozzo (m/s)	7.1
Riepilogo valutazione del rendimento energetico	
<b>P<sub>50</sub> Energia lorda / Fattore di capacità (GWh/anno / %)</b>	<b>174.8 / 36.7</b>
Perdita per effetto scia e interazioni tra turbine (%)	8.6
Perdita di disponibilità (%)	3.9
Perdita di efficienza elettrica (%)	2.0
Perdita dovuta a prestazioni delle turbine (%)	2.0
Perdita ambientale (%)	0.8
Perdita di limitazione di potenza (%)	0.0
Perdita totale (%)	16.3
<b>P<sub>50</sub> Energia netta / Fattore di capacità (GWh/anno / %)</b>	<b>146.3 / 30.7</b>

## 4. Raccomandazioni

I risultati di questa valutazione sono da considerare indicativi, non supportati da misurazioni delle condizioni del vento in loco e quindi soggetti ad elevati livelli di incertezza. Nel caso lo sviluppo del parco eolico di Bessude dovesse procedere, si raccomanda di avviare una campagna di monitoraggio in loco al fine di ottenere una rappresentazione più accurata del clima e delle condizioni del flusso del vento. Si raccomanda di aggiornare l'iniziale valutazione del rendimento energetico una volta che i dati dalla campagna di monitoraggio saranno disponibili.

Natural Power consiglia al Cliente di consultare i potenziali produttori di turbine per ottenere conferma che il modello di turbina e la disposizione proposti siano adatti al sito. Il distanziamento tra le turbine è ridotto ed è al di sotto del distanziamento consigliato di 5 x 3 diametri di rotore, quindi le perdite a causa dell'effetto scia sono elevate all'interno della schiera. In particolare, le turbine T4 e T5 sono soggette ad elevate perdite a causa delle scie. La turbina T3 è ubicata più in alto rispetto alle altre posizioni, ma a causa del riparo da un terreno elevato a ovest, le velocità del vento previste in questa posizione sono inferiori rispetto ad altre posizioni meno elevate. Possibili modifiche della disposizione potrebbero quindi migliorare le prestazioni del progetto.

# Appendici

## A. Disposizione Parco Eolico

Tabella A.1: Posizioni delle turbine proposte per Bessude, disposizione di otto turbine

Turbina	Easting	Northing	Altitudine (m s.l.m)
T1	477826	4488488	647
T2	478407	4488637	658
T3	478112	4488023	677
T4	478656	4488168	669
T5	478667	4487685	676
T6	477685	4487491	665
T7	478709	4487218	647
T8	478095	4487000	608

Sistema di coordinate WGS84 UTM 32N



Creating a better environment



**naturalpower.com**  
**sayhello@naturalpower.com**



For full details on our ISO and other certifications, please visit our website.

NATURAL POWER CONSULTANTS LIMITED, THE NATURAL POWER CONSULTANTS LIMITED, NATURAL POWER SARL, NATURAL POWER CONSULTANTS (IRELAND) LIMITED, NATURAL POWER LLC, NATURAL POWER S.A, NATURAL POWER SERVICES LIMITED AND NATURAL POWER OPERATIONS LIMITED (collectively referred to as "NATURAL POWER") accept no responsibility or liability for any use which is made of this document other than by the Client for the purpose for which it was originally commissioned and prepared. The Client shall treat all information in the document as confidential. No representation is made regarding the completeness, methodology or current status of any material referred to in this document. All facts and figures are correct at time of print. All rights reserved. VENTOS® is a registered trademark of NATURAL POWER. Melogale™, WindCentre™, ControlCentre™, ForeSite™, vuWind™, WindManager™ and OceanPod™ are trademarks of NATURAL POWER.

No part of this document or translations of it may be reproduced or transmitted in any form or by any means, electronic or mechanical including photocopying, recording or any other information storage and retrieval system, without prior permission in writing from Natural Power. All facts and figures correct at time of print. All rights reserved. © Copyright 2020.