

REGIONE SICILIA



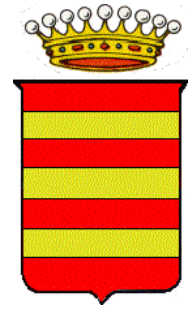
CASTRONOVO DI SICILIA



ROCCAPALUMBA



LERCARA FRIDDI



Committente:



Falck Renewables Sicilia S.r.l.

Uffici amministrativi: via Alberto Falck, 4-16, 20099 Sesto San Giovanni (MI)

W [www.falckrenewables.eu](http://www.falckrenewables.eu)

Cap. Soc. € 10.000 int.vers. Direzione e coordinamento da parte di Falck Renewables S.p.A.

Sede legale: Corso Venezia, 16, 20121 Milano

Registro Imprese Cod. Fiscale e Partita Iva 10531600962 - REA MI - 2538625

Titolo del Progetto:

**PROGETTO PER LA REALIZZAZIONE E L'ESERCIZIO  
DI UN PARCO EOLICO CON IMPIANTO DI ACCUMULO  
E DELLE OPERE CONNESSE DENOMINATO "ASTRA"**

Documento:

**PROGETTO DEFINITIVO**

N° Documento:

**REL0017**

ID PROGETTO:	<b>WF_ASTRA</b>	DISCIPLINA:	<b>PD</b>	TIPOLOGIA:	<b>REL</b>	FORMATO:	<b>A4</b>
--------------	-----------------	-------------	-----------	------------	------------	----------	-----------

Elaborato:

**Studio Anemologico del sito**

FOGLIO:	<b>1 di 1</b>	SCALA:	<b>--</b>	<b>-</b>
---------	---------------	--------	-----------	----------

redattore:

Vector Renewables Italia s.r.l.

Rev:	Data Revisione	Descrizione Revisione	Redatto	Controllato	Approvato
00	28/02/2021	PRIMA EMISSIONE	V.R.I	Falck	Falck

## Dettagli

---

### A.1.1 Preparato per:

**Cliente:** Falck Renewables Sicilia S.r.l.

---

### A.1.2 Preparato da:

**Vector Renewables Italia S.r.l.**

Via Alberto Falck, 4/16, Sesto San Giovanni, Milano • +39 02 87 36 68 56

## Contatti

Nome	Ruolo	Email
Andrea Cervetto	Head of Technical Advisory - Italy	<a href="mailto:acervetto@vectorenewables.com">acervetto@vectorenewables.com</a>
Chiara Pavani	Senior Wind Energy Engineer	<a href="mailto:cpavani@vectorenewables.com">cpavani@vectorenewables.com</a>

## Revisioni

Versione	Descrizione	Data	Elaborata	Controllata	Approvata
V00	Versione iniziale	07/04/2022	CP	AC	AC



## Disclaimer

*The contents of this document have been prepared by Vector Renewables Italia S.r.l. (hereinafter, "Vector Renewables") based on its knowledge, the present project information, as well as the current legislation and the photovoltaic market according to its experience in the renewable energy sector and, particularly, in the auditing and consultancy of photovoltaic facilities. Therefore, the results, analysis and comments included in this document shall be solely interpreted under such considerations.*

*Estimates, conclusions, and recommendations included in this document are based on information which has been considered correct, provided by reliable and verified databases as well as the best practice standards and estimates by Vector Renewables. Notwithstanding the above, it is not possible to guarantee the integrity and accuracy of such information, especially in relation to forecasts or future projections as long as the whole information needed or required for its production has not been received or its accuracy not verified. In this sense, Vector Renewables, its partners, affiliates, directors, or employees are not responsible for the accuracy, completeness or veracity of the information contained herein or conclusions or decisions made, based on false, incomplete or inaccurate information.*

*The content of this document is strictly limited to the matters that are addressed herein. In this sense, in no case should be understood that the content can be applied by analogy to other issues that it does not make explicit reference. The content of this document does not necessarily cover every matter of the topics dealt herein.*

*Vector Renewables, its partners, affiliates, directors or employees accept no responsibility for the results that any interested third party may produce, either for direct damages or for any damages which, directly or indirectly, could be derived from decisions or considerations based on this document, or any use that the recipient may make of this document.*

*With regards to the liability Vector Renewables may be made responsible for as an independent Technical Advisor, this will not exceed, under any circumstance, the fees agreed to carry out the services for which Vector Renewables has been hired, and in any case, will exclude indirect or consequential damages, lost profits, damages or opportunity costs. Vector Renewables will respond solely and exclusively to the recipient or the petitioner of the service excluding any liability towards any third party involved directly or indirectly in the project.*

*This document has an informative and confidential nature and does not represent a report for qualified expert opinion purposes to be used in a court or at a trial, nor is it a legal or a fiscal report. It is therefore, intended solely and exclusively for such purposes to the recipient or borrower, with its exhibition, distribution, or reproduction without the prior written consent of Vector Renewables being prohibited. The use of this document for others than those uses agreed will need prior written consent by Vector Renewables.*

*In case of using this document for other purposes not agreed or without prior written consent by Vector Renewables will lead to Vector Renewables to be entitled to claim an additional 20% to the fees received for the elaboration of this document, all without prejudice to legal action under the applicable law that may correspond for any damages that were caused.*

*The reception of this document by its recipient implies the full acceptance of this "Disclaimer".*

## Indice

1. Premessa	4
2. Materiale fornito	5
2.1. Layout	5
2.2. Aerogeneratore	7
3. Dati anemometrici	8
4. Valutazione preliminare della produzione lorda	10



## 1. PREMESSA

---

La Società Falck Renewables Sicilia S.r.l. (il “**Committente**”) ha incaricato la Società Vector Renewables Italia S.r.l. (il “**Consulente**”) di svolgere un’analisi preliminare allo scopo di determinare la potenzialità del progetto eolico Astra (il “**Progetto**”) in sviluppo nel territorio della provincia di Palermo, ubicato nella Regione Sicilia.

L’attività è consistita nella valutazione in via preliminare della produzione attesa dell’impianto, sulla base di studi effettuati dal Consulente circa il regime di ventosità in quota, calcolato sull’area con modelli matematici.

Tutta l’attività è stata svolta con approccio e strumenti professionali, secondo quanto previsto dalle metodologie internazionali per la valutazione preventiva della produzione attesa degli impianti eolici.

## 2. MATERIALE FORNITO

Essendo il progetto in fase preliminare, gli elementi di riferimento ai fini della presente valutazione della produzione attesa si compongono dei seguenti elementi:

- n. 1 ipotesi di layout di impianto
- n. 1 modello di aerogeneratore da utilizzare nella valutazione

Dalle ortofoto dell'area e dai dati pubblicamente disponibili, si riconosce la presenza nell'area di impianti terzi in esercizio considerati nell'analisi di producibilità dell'impianto al fine di includere scie esterne. Non sono stati forniti informazioni circa layout di impianti terzi in sviluppo in prossimità dell'impianto di progetto.

### 2.1. Layout

Le coordinate metriche del progetto Astra, fornite dal Committente, sono riportate nella seguente tabella.

UTM WGS84 - Zone 33			
WTG	Longitudine [m]	Latitudine [m]	Quota [m]
WTG.01	380485	4181301	520
WTG.02	381104	4181164	470
WTG.04	384248	4179180	658
WTG.05	384616	4178749	605
WTG.03	385383	4179560	570
WTG.06	383609	4177031	540

Tabella 1: Coordinate dell'impianto Astra

I requisiti standard riguardo le inter-distanze tra le turbine adottati dal Consulente, suggeriscono di mantenere indicativamente cinque diametri di rotore tra le macchine posizionate in scia alle direzioni prevalenti e tre diametri di rotore tra le macchine allineate perpendicolarmente alle direzioni prevalenti. La tabella seguente mostra le inter-distanze, in diametri di rotore e in metri rispettivamente, tra le posizioni proposte per il Progetto.

D=170m\Metri	WTG.01	WTG.02	WTG.03	WTG.04	WTG.05	WTG.06
WTG.01		634	4320	4856	5198	5291
WTG.02	3.7		3718	4262	4570	4833
WTG.04	25.4	21.9		567	1197	2242
WTG.05	28.6	25.1	3.3		1116	1991
WTG.03	30.6	26.9	7.0	6.6		3089
WTG.06	31.1	28.4	13.2	11.7	18.2	

Tabella 2: Inter-distanze in termini di metri e di rotori

Si evidenzia che non sono presenti inter-distanze inferiori ai 3 diametri di rotore, e che rispetto agli aerogeneratori esterni, le distanze da questi delle posizioni più esterne sono comunque superiori ai 3 km.

Le posizioni dei 6 aerogeneratori proposti sono presentate in Figura 1, in colore rosso per il progetto Astra e in colore blu per gli aerogeneratori esterni.

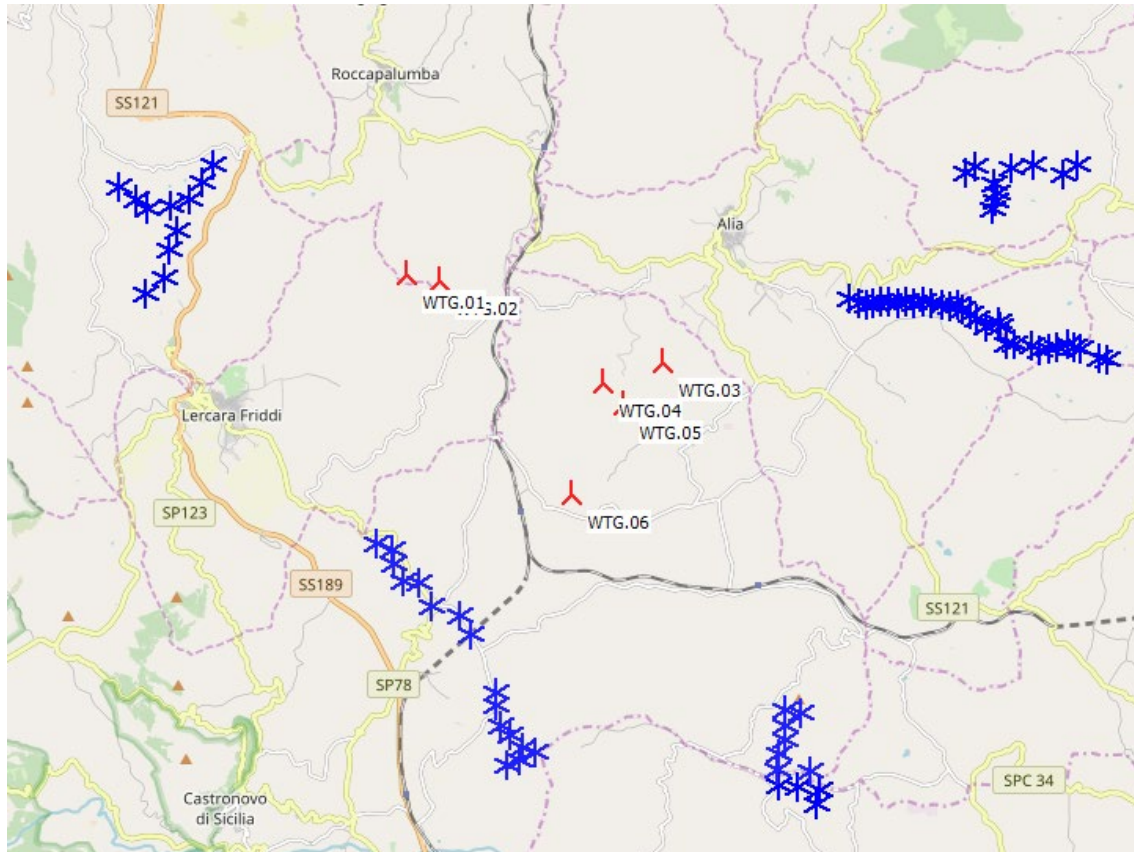


Figura 1: Mappa del sito con posizioni proposte (rosso) e aerogeneratori in esercizio (blu)

## 2.2. Aerogeneratore

La produzione attesa del parco eolico Astra è stata stimata considerando il seguente modello di aerogeneratore, come indicato dal Committente, la cui curva di potenza standard calcolata all'altezza del mare ( $1.225 \text{ kg/m}^3$ ) è stata corretta alla densità del sito ( $1.13 \text{ kg/m}^3$ ) in base alla IEC 61400-12-1.

Modello turbina		SG 6.6-170	Diametro [m]		170.0
Potenza nominale [MW]		6.6	Altezza mozzo [m]		115.0
Velocità nominale [m/s]		15.5	Classe IEC		S
Velocità di Cut-in/Cut-out [m/s]		3.0/23.0	Densità dell'aria [ $\text{kg/m}^3$ ]		1.225
Bin di velocità [m/s]	Potenza, Pc [kW]	Coefficiente di spinta, Ct [-]			
0	0	0			
1	0	0			
2	0	0			
3	89	0.953			
4	328	0.847			
5	758	0.824			
6	1376	0.833			
7	2230	0.837			
8	3346	0.825			
9	4600	0.766			
10	5660	0.648			
11	6272	0.506			
12	6510	0.383			
13	6579	0.294			
14	6596	0.231			
15	6599	0.186			
16	6600	0.155			
17	6600	0.132			
18	6600	0.115			
19	6336	0.087			
20	6072	0.072			
21	5808	0.060			
22	5544	0.050			
23	5280	0.042			
24	-	-			
25	-	-			

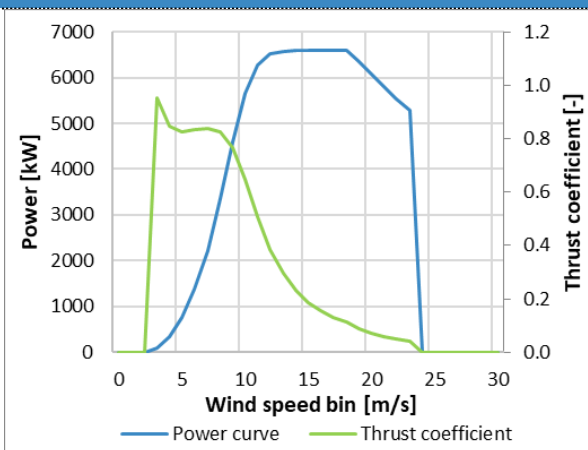


Tabella 3: Siemens Gamesa SG 6.6-170



### 3. DATI ANEMOMETRICI

Il calcolo del campo di vento (Atlas) è stato effettuato sulla base di studi effettuati dal Consulente sul regime di ventosità in quota, calcolato sull'area con modelli matematici, utilizzando informazioni, interne al Consulente e non divulgabili, sulla ventosità di siti ricadenti in un'area più ampia comprendente il territorio considerato. Tra le stazioni di misura disponibili nel database del Consulente, tre serie di dati del vento sono state identificate, in prossimità dell'area del sito a distanze variabili entro 10 km e ad altezza massima di 50 m. A seguito di alcuni controlli e verifiche sull'attendibilità delle misure in termini di rappresentatività, altezza di misura e caratteristiche del montaggio delle stazioni considerate, una stazione (Stazione 1) è stata selezionata come più rappresentativa rispetto alle posizioni delle turbine proposte, includendo comunque aggiustamenti dall'analisi dei risultati delle altre stazioni in relazione all'estrapolazione verticale della velocità del vento. Nella seguente Tabella 4 si riporta una valutazione qualitativa della campagna di misura alla Stazione 1, che si trova in un raggio di 5 km dal sito. I dati registrati da questa stazione sono considerati adatti per la presente analisi considerando la lunghezza dei periodi di misura, superiore ad un anno, con una disponibilità maggiore del 95%.

Stazione	Disponibilità campagna di misura		Calibrazioni Anemometri calibrati	Montaggio e Altezze di misura	
	min. 12 mesi consecutivi	Disponibilità dati >90%		Sensore Top	Numero livelli di misura
1	✓ 18 anni (2002/ 2020)	✓	✓	15 m	1

Tabella 4: Valutazione qualitativa della campagna di misura

Le figure sottostanti riproducono, per l'anemometro virtuale posto in una posizione rappresentativa del sito:

- La distribuzione di Weibull, per classi di velocità, utilizzata dal modello di calcolo WAsP
- La rosa energetica, per classi di velocità, suddivisa per i 12 settori di provenienza
- La rosa dei venti, per classi di velocità, suddivisa per i 12 settori di provenienza



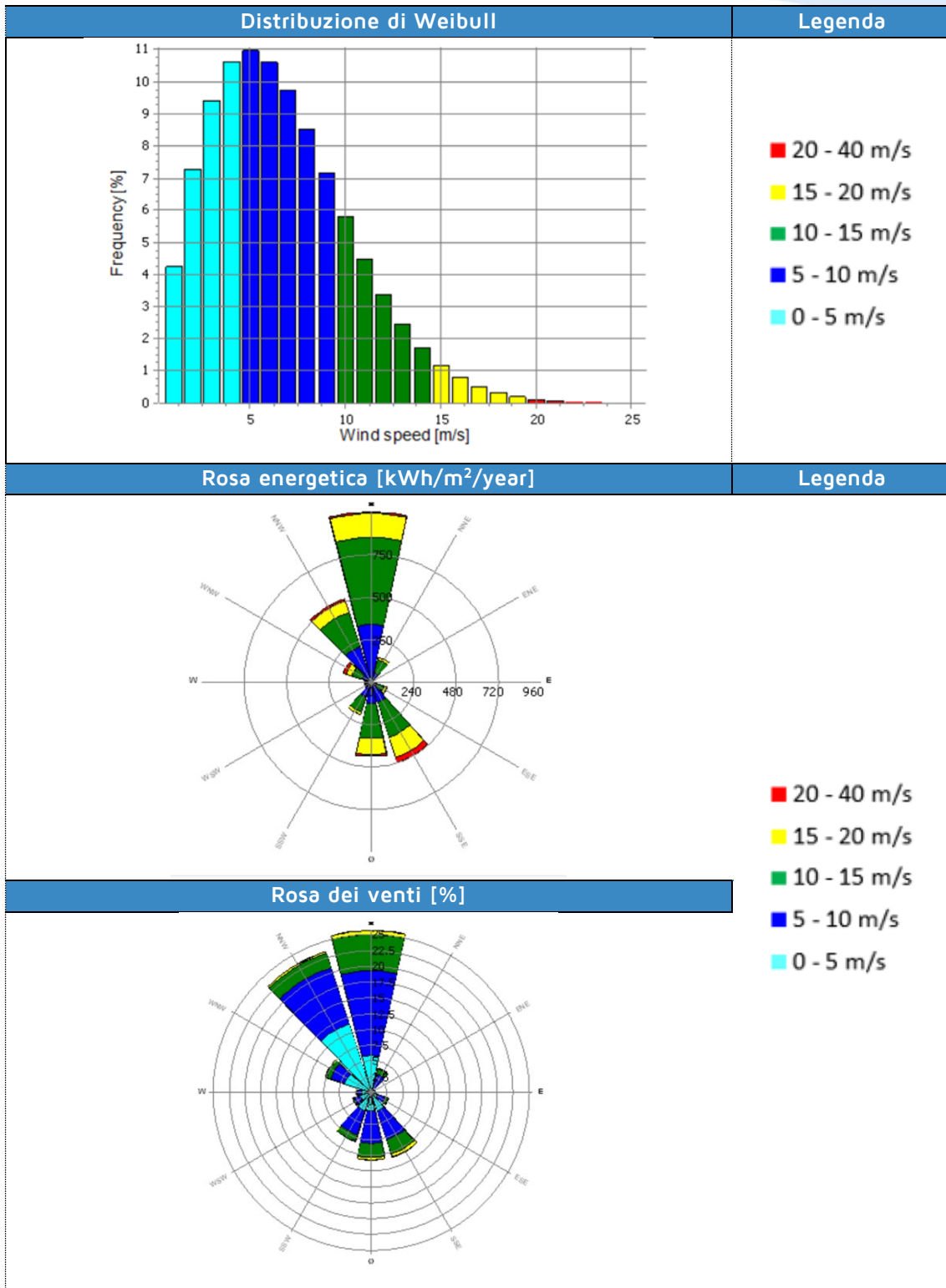


Figura 2: Parametri caratteristici dell'anemometro virtuale a 115 m

## 4. VALUTAZIONE PRELIMINARE DELLA PRODUZIONE LORDA

La stima della produzione lorda attesa del parco eolico Astra è stata ottenuta con il modello di aerogeneratore richiesto, utilizzando la distribuzione di frequenza rappresentativa del lungo periodo ad altezza mozzo e adottando la propagazione del modello WAsP 12 incluso in WindPRO 3.5. Il modello di scia implementato nell'analisi è il N.O. Jensen (RISO/EMD) basato sul decadimento della scia standard onshore di 0.075, costante per tutti i settori. La produzione di energia tiene conto delle perdite dovute agli effetti di scia e alla densità dell'aria del sito.

Le tabelle seguenti contengono le seguenti informazioni per ogni aerogeneratore:

**ID:** numero identificativo dell'aerogeneratore nelle tavole

**X [m]:** longitudine E in coordinate UTM-WGS84, Zona 33

**Y [m]:** latitudine E in coordinate UTM-WGS84, Zona 33

**Quota [m]:** quota sul livello del mare

**HH [m]:** altezza mozzo

**V [m/s]:** velocità media del vento stimata dal modello all'altezza del mozzo

**Produzione Lorda [GWh]:** produzione lorda attesa

**Netto di scia [GWh]:** produzione lorda attesa al netto delle perdite per effetto scia

**Perdita [%]:** perdita percentuale di produzione per effetto scia

**Ore equivalenti [h]:** produzione specifica attesa al netto delle perdite per scia (ore/anno)

ID	X [m]	Y [m]	Quota [m]	HH [m]	V [m/s]	Produzione Lorda [GWh]		Perdita [%]	Ore equivalenti [h]	
						Lordo di scia	Netto di scia			
WTG.01	380485	4181301	520	115.0	5.68	14.96	14.85	0.75	2250	
WTG.02	381104	4181164	470	115.0	5.39	13.61	13.40	1.49	2031	
WTG.04	384248	4179180	658	115.0	6.74	21.14	20.09	4.96	3044	
WTG.05	384616	4178749	605	115.0	6.22	18.28	16.97	7.20	2571	
WTG.03	385383	4179560	570	115.0	5.80	15.72	15.57	0.91	2360	
WTG.06	383609	4177031	540	115.0	6.27	18.59	18.27	1.74	2768	
					<b>Media</b>	<b>6.02</b>	<b>17.05</b>	<b>16.53</b>	<b>2.84</b>	<b>2504</b>
						<b>Totale</b>	<b>102.30</b>	<b>99.15</b>		

Tabella 5: Produzione lorda attesa del parco eolico Astra

Si noti che la produzione di energia sopra riportata è la produzione lorda che tiene conto solo delle perdite dovute agli effetti scia tra gli aerogeneratori dell'impianto stesso e quelli operativi in sito, ove presenti, nonché delle perdite dovute alla densità dell'aria del sito. Ai fini della determinazione dell'energia effettivamente cedibile alla rete, in questa fase preliminare un'assunzione ragionevole di perdita aggiuntiva dell'impianto è pari al 10%, includendo le perdite relative alla

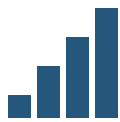


disponibilità dell'impianto (aerogeneratori, B.O.P. e rete), alla performance degli aerogeneratori, perdite elettriche e ambientali ed escludendo potenziali limitazioni. Una valutazione più dettagliata potrà essere effettuata in una fase progettuale più avanzata e una volta sottoscritti, o in fase di discussione, tutti i contratti di fornitura ed O&M per il progetto.

# Vector Renewables



Expertise and insights gained as Asset Manager of more than **3.5 GW**



**70 GW** of experience including solar PV and wind power services



Experience in more than 40 countries worldwide



Multidisciplinary team composed of over 200 employees



Offices in **10 countries**



**15 years** in the renewable energy industry

