

# "PARCO EOLICO FLORINAS (SS)"

Progetto per la realizzazione di un parco eolico con potenza pari a 48 MW  
sito nel Comune di Florinas (SS)

COMMITTENTE



PROGETTAZIONE



Hydro Engineering s.s.  
di Damiano e Mariano Galbo  
via Rossotti, 39  
91011 Alcamo (TP) Italy



TITOLO ELABORATO

RELAZIONE ANEMOLOGICA

SCALA

COMMESSA

**SVIL-1000183613**

CODIFICA DOCUMENTO

FLO-SA-R05-00

4					
3					
2					
1					
0	PRIMA EMISSIONE	Dicembre 2023	FC	EG	MG
REV.	DESCRIZIONE	DATA	REDATTO	VERIFICATO	APPROVATO
1					
2					
3					
4					
5					
6					
7					
8					
9					
10					
11					
12					
13					
14					
15					
16					
17					

Questo disegno non può essere riprodotto, nè utilizzato altrove, nè ceduto a terzi in tutto o in parte senza il consenso scritto degli autori

**PROGETTO DI PARCO EOLICO DI  
FLORINAS  
COMUNE DI FLORINAS (AG)  
RELAZIONE DATI DI VENTO E VALUTAZIONE DELLA PRODUZIONE ATTESA**

---

Rev.	Descrizione e motivazioni della revisione	Emesso	Approvato
0	Prima Emissione 01/12/2023	<i>Tecnologie Eoliche</i>	<i>Tecnologie Eoliche</i>

## INDICE

<b>PREMESSA .....</b>	<b>3</b>
<b>1. MATERIALE UTILIZZATO .....</b>	<b>4</b>
<b>1.1 Dati di vento.....</b>	<b>5</b>
<b>1.2 Layout d’impianto .....</b>	<b>6</b>
<b>1.3 Aerogeneratori.....</b>	<b>7</b>
<b>2 TRATTAMENTO DEI DATI ANEMOMETRICI.....</b>	<b>8</b>
<b>2.1 Dati anemometrici in input al modello.....</b>	<b>9</b>
<b>2.2 Impostazione del modello.....</b>	<b>10</b>
<b>3 VALUTAZIONE DELLA PRODUZIONE NETTA ATTESA .....</b>	<b>11</b>
<b>3.1 Produzione attesa al netto delle perdite .....</b>	<b>11</b>
<b>4 CONCLUSIONI .....</b>	<b>13</b>

## PREMESSA

---

Il Progetto eolico di Florinas è situato nel comune di Florinas, in provincia di Sassari, in una regione a forte vocazione eolica.

Il nuovo impianto sarà composto da 8 aerogeneratori di potenza nominale unitaria fino a 6 MW per una potenza complessiva di 48 MW. Si prevede l'installazione di aerogeneratori con un diametro di rotore fino a 155 metri e un'altezza massima alla punta pala "tip" (altezza mozzo + lunghezza pala) non superiore a 200m e altezza mozzo fino a 125 m. A titolo esemplificativo, perché dipendente dalle condizioni di mercato, è stato considerato un modello di aerogeneratore caratterizzato da un diametro di rotore di 155 m e un'altezza al mozzo di 122,5 m, per un'altezza al tip (mozzo + pala) di 200 m.

Il gruppo Edison ha realizzato altri parchi eolici in regione Sardegna e ha effettuato campagne di misura e analisi della risorsa eolica della zona del progetto di Florinas e delle zone circostanti, sviluppando una conoscenza approfondita dell'area, che si conferma essere caratterizzata da buona ventosità.

## 1. MATERIALE UTILIZZATO

---

Il materiale utilizzato ai fini della presente valutazione di produzione attesa si compone dei seguenti elementi:

- dati di vento, raccolti per numerosi anni da una torre anemometrica di proprietà della proponente installata in sito
- rapporto di installazione della stazione anemometrica, corredato con certificati di calibrazione degli anemometri utilizzati nella campagna di misura
- rapporti di manutenzione ordinaria e straordinaria della stazione anemometrica
- layout d'impianto composto da n°8 posizioni
- modello di aerogeneratore di grande taglia con il quale realizzare la stima di produzione, ovvero, a titolo esemplificativo, modello Siemens-Gamesa SG155 da 6 MW con altezza mozzo pari a 122,5 m
- analisi anemologica e stima di produzione elaborate da riconosciuti consulenti terzi quali Fichtner, nominati dalla proponente
- modello tridimensionale del terreno con curve di livello equidistanti 10m e rugosità del terreno.

## 1.1 DATI DI VENTO

I dati di vento in possesso e utili per la valutazione della produzione attesa dell'impianto corrispondono a quelli registrati da vari sensori anemometrici installati in sito sulla stazione anemometrica di proprietà della proponente, a una distanza tra 0,5 e circa 2,8 km dagli aerogeneratori alla base del layout di impianto.

Di seguito la denominazione dei punti di misura, con codice e posizione:

Nome Punti di misura	Codice Punto di Misura	H Torre m s.l.s.	Coordinate UTM-WGS84- Fuso 33		Altitudine s.l.m.
			Longitudine E	Latitudine N	
Florinas	522	80	470529	4497584	495

La data di installazione della stazione anemometrica ed il periodo di dati rilevati sono indicati nella tabella seguente.

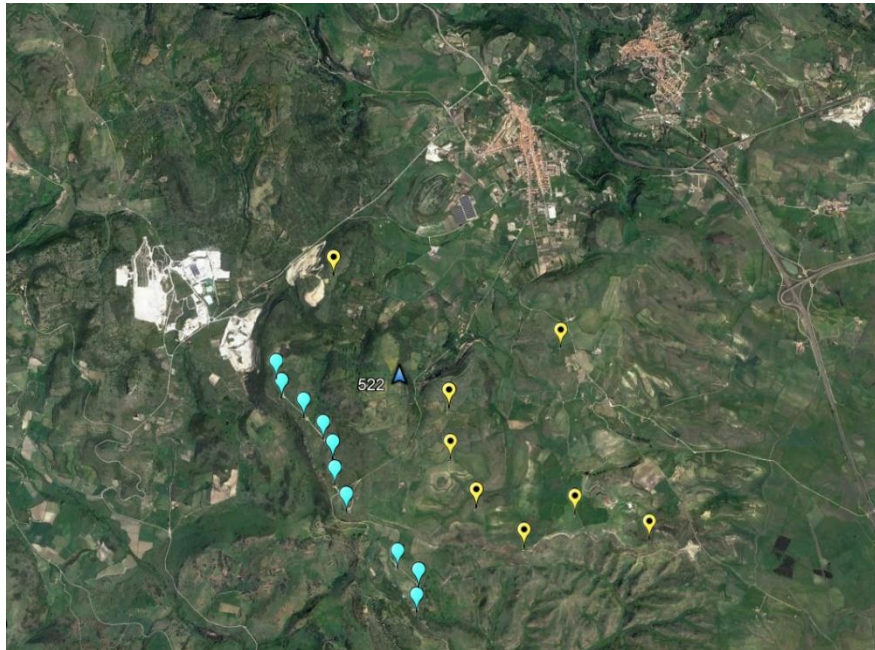
Nome Stazione	Codice Stazione	Periodo di rilevazione		n°
		Data inizio	Data fine	Mesi
Florinas	522	26/09/2014	30/11/2022	98

Qui sotto è presentata la velocità media registrata dai sensori considerati per l'analisi e per definire la climatologia nel modello.

Nome Stazione	Codice Stazione	H Torre s.l.s.	V <sub>media</sub> m/s	Disponibilità %
Florinas	522	80	5,8	91

## 1.2 LAYOUT D'IMPIANTO

Il layout d'impianto in progetto (Florinas, in giallo le posizioni degli aerogeneratori previsti) e la stazione anemometrica "522 Florinas" sono riportati su ortofoto nella figura seguente.



In figura sono inoltre riportati e considerati nei calcoli per gli effetti di scia gli impianti limitrofi in esercizio di terzi (in azzurro), i quali sono prevalentemente sopra vento rispetto alle macchine in progetto della presente relazione ad una distanza superiore a 10 diametri (considerando la dimensione del rotore delle macchine esistenti di terzi).

### 1.3 AEROGENERATORI

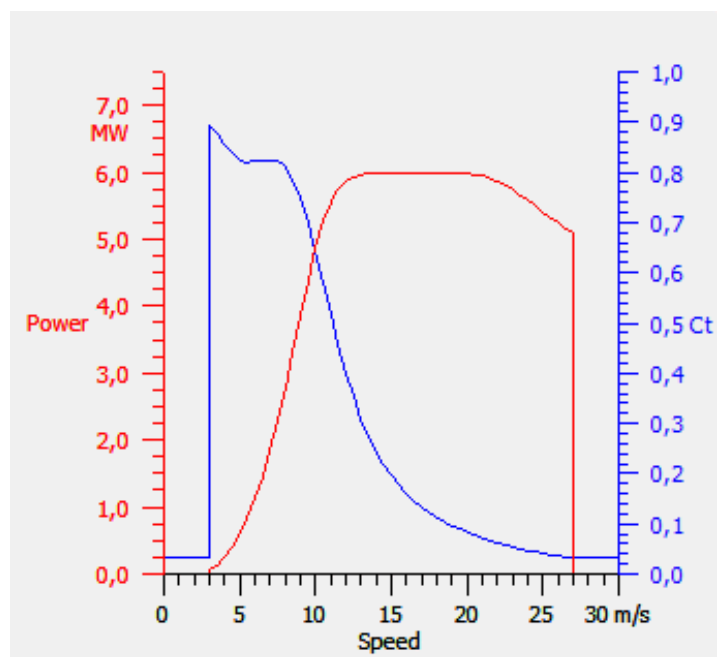
A titolo esemplificativo, il modello di aerogeneratore utilizzato per la valutazione della produzione attesa dell'impianto è il seguente:

Costruttore	Modello	Diametro rotore (m)	Potenza nominale (MW)	H di mozzo (m)	Classe IEC
Siemens-Gamesa	SG155	155	6	122,5	IIA

La curva di potenza utilizzata è relativa alla densità dell'aria di 1.225 Kg/m<sup>3</sup> corrispondente alla quota altimetrica del mare. Successivamente il codice di calcolo WAsP calcola la densità dell'aria nelle posizioni del layout di impianto.

Nelle figure sottostanti sono rappresentate nel loro sviluppo sia la curva di potenza (P) che la curva di spinta (Ct) per la determinazione delle perdite per effetto scia al variare della velocità del vento.

Velocità (m/s)	Potenza (MW)	Ct
3	0,047	0,894
4	0,252	0,856
5	0,613	0,825
6	1,128	0,821
7	1,840	0,825
8	2,775	0,811
9	3,862	0,748
10	4,877	0,643
11	5,557	0,518
12	5,865	0,401
13	5,966	0,310
14	5,992	0,243
15	5,998	0,196
16	6,000	0,160
17	6,000	0,133
18	6,000	0,113
19	5,996	0,096
20	5,983	0,083
21	5,944	0,072
22	5,864	0,062
23	5,739	0,054
24	5,578	0,047
25	5,405	0,041
26	5,240	0,036
27	5,104	0,032



**Figura I - Curva di potenza e Ct dell'aerogeneratore Siemens-Gamesa SG155 6MW**



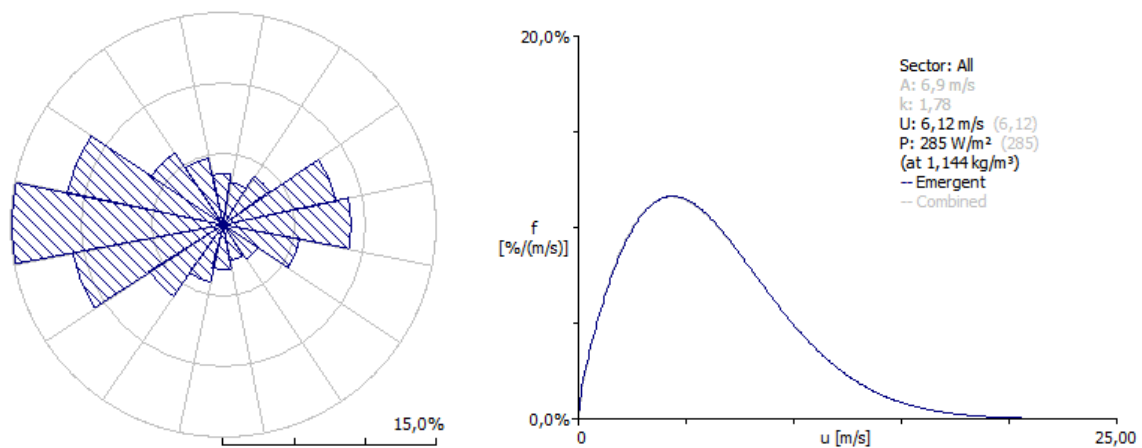


## 2.1 DATI ANEMOMETRICI IN INPUT AL MODELLO

La valutazione di produzione attesa è stata effettuata sulla base dei dati anemometrici, disponibili fino all'altezza di 80 metri dal suolo.

Le misure sono state storizzate in relazione a serie temporali di misure della risorsa eolica di lungo periodo, in accordo con quanto stimato dal consulente indipendente Fichtner.

Sotto è rappresentata la rosa del vento estrapolata a 100 metri dal suolo nella posizione della stazione anemometrica "522 Florinas".



## **2.2 IMPOSTAZIONE DEL MODELLO**

È stato considerato un valore di densità dell'aria pari a  $1,14 \text{ kg/m}^3$ , sulla base dei modelli basati sui parametri atmosferici del sito.

È stato usato un modello per l'extrapolazione orizzontale dei valori di ventosità a partire dai punti di misura, che considera l'orografia e la rugosità del terreno.

La stima della produzione è stata effettuata utilizzando la curva di potenza dell'aerogeneratore di riferimento di cui al paragrafo 1.3.

Sono stati stimati gli effetti di scia utilizzando modelli standard, e gli altri parametri di simulazione sono stati impostati sui valori standard secondo lo stato dell'arte del settore eolico.

### 3 VALUTAZIONE DELLA PRODUZIONE NETTA ATTESA

La produzione attesa per l'impianto in oggetto è stata valutata in rapporto al modello di aerogeneratore indicato nel paragrafo 1.3.

La produzione attesa tiene conto delle perdite per la densità dell'aria alla quota del sito, delle perdite per effetto scia che si genera internamente tra gli aerogeneratori dell'impianto e a causa dei parchi eolici limitrofi.

#### 3.1 PRODUZIONE ATTESA AL NETTO DELLE PERDITE

Il valore di produzione netta attesa viene ottenuto dal processo di calcolo illustrato nei paragrafi precedenti e tiene conto, oltre alle perdite dovute alla scia degli aerogeneratori e alla densità dell'aria alla quota del sito, (i) delle perdite elettriche, (ii) delle perdite di performance degli aerogeneratori (ad esempio per effetti ambientali, quali la temperatura), (iii) della disponibilità di rete, (iv) delle perdite per *noise and wind sector management* e (v) della disponibilità di aerogeneratori e Balance of Plant (BoP).

Costruttore	Potenza AG	Numero AG	Potenza impianto	H mozzo	Perdite medie scia	Produzione netta (incl. WTG/BoP Av.)		Incertezza - periodo 10 anni
	(MW)	(N)	(MW)	(m)	%	(GWh/y)	(ore/y)	%
Siemens-Gamesa SG155	6	8	48	122,5	6,6%	103,8	2163	15
<i>Riferimento modello Atlante Eolico V136</i>	3,45	8	27,6	100	5,9%	68,1	2466	15

Nella tabella sopra è presentata anche la stima di produzione - nelle medesime posizioni di progetto e con la stessa base di dati di vento - ipotizzando il modello di aerogeneratore Vestas V136 da 3,45MW, il quale è tra i modelli teorici di riferimento, utilizzati dall'Atlante Eolico RSE per la stima delle ore equivalenti indicative di un'area geografica (ore equivalenti net P50). Le ore equivalenti non sono un valore misurato ma rappresentano un parametro dipendente dal modello di aerogeneratore considerato, dalla sua curva di potenza e dal rapporto tra il suo diametro e il valore di potenza nominale. Il progetto di Florinas si attesta su valori di ore equivalenti net P50 superiori a 2150, anche utilizzando nel calcolo il modello di aerogeneratore V136 3,45MW con riferimento all'Atlante Eolico RSE.

I valori delle perdite elettriche, di performance degli aerogeneratori e delle altre perdite sono basati su valori medi relativi a impianti in esercizio della proponente di simile potenza elettrica complessiva.

Nella tabella sotto sono indicate le stime di produzione annua lorda di ogni singolo aerogeneratore, e i medesimi valori decurtati delle perdite di scia.

<b>Aerogeneratore</b>	<b>Produzione annua lorda [GWh]</b>	<b>Produzione annua lorda - scie [GWh]</b>	<b>Perdite di scia [%]</b>
FI_1	14,5	14,0	3,7
FI_2	14,4	13,3	7,6
FI_3	14,7	13,1	10,5
FI_4	15,9	14,5	8,9
FI_5	16,1	14,7	8,8
FI_6	16,8	15,7	6,8
FI_7	16,6	15,7	5,7
FI_8	16,4	16,2	1,3
<b>Parco eolico</b>	<b>125,5</b>	<b>117,2</b>	<b>6,6%</b>

## 4 CONCLUSIONI

---

Con il presente rapporto sono stati determinati i risultati di preliminare stima della produzione attesa dell'impianto eolico di Florinas, ubicato in Sardegna, in Provincia di Sassari, nei Comuni di Florinas.

L'attività è iniziata con la validazione e l'analisi statistica dei dati disponibili rilevati dalle stazioni anemometriche in sito. È stata verificata la ventosità di lungo periodo mediante correlazione con serie pluriennali di dati ed è stato messo a punto un modello di calcolo per l'estrapolazione verticale ed orizzontale della ventosità nell'area del layout di progetto.

Il calcolo della produzione attesa media ( $P_{50\%}$ ) è stato effettuato sulla base di tutti i dati disponibili, utilizzando al meglio il codice di calcolo numerico e, nel caso in cui il processo offriva la possibilità di più scelte alternative, adottando i criteri di calcolo ritenuti più verosimili per le caratteristiche specifiche del sito e/o maggiormente conservativi, allo scopo di ridurre il rischio di sopravvalutazione della produzione.