

**PROVINCIA DI PALERMO E CALTANISSETTA
COMUNI DI POLIZZI GENEROSA - CASTELLANA SICULA -
SCLAFANI BAGNI - VALLELUNGA PRATAMENO E VILLALBA**

PROGETTO DEFINITIVO PER LA REALIZZAZIONE DI UN IMPIANTO EOLICO E RELATIVE OPERE DI CONNESSIONE DA REALIZZARSI NEI COMUNI DI POLIZZI GENEROSA, CASTELLANA SICULA, SCLAFANI BAGNI (PA), VALLELUNGA PRATAMENO, VILLALBA (CL) COMPOSTO DA 11 AEROGENERATORI DELLA POTENZA COMPLESSIVA DI 66 MW



Committente

Edison Rinnovabili S.p.A.

Foro Buonaparte, 31
20121 Milano



Elaborazione

Progettista

DCC s.r.l.
Development
Consulting
Company

DCC srl - Via Edmondo De Amicis, 15 - 90143
Palermo (PA)
Cap. Soc. € 10.000,00 i.v. Registro Imprese
CCIAA Palermo ed Enna
C.F. e P.IVA 06948730822 email:
dccsrl2050@gmail.com
Mobile: +39 3666609133

Ing. Leonardo Trubia
Via Leone XIII, 50 - 90020 Castellana Sicula
Tel. 0921 562456
e-mail leotrubia@libero.it

TAVOLA	OGGETTO:
PRORL0026	Relazione Anemologica
SCALA: -	NOME FILE: PRORL0026 – Relazione Anemologica
	DATA <i>Giugno 2023</i>

Proponente:

Coordinatori:

REV.	DESCRIZIONE	DATA	REDATTO	VERIFICATO	APPROVATO
A	EMISSIONE	06/06/2023	Ing. Leonardo Trubia	DCC S.r.l.	Edison Rinnovabili S.p.A.

**PROGETTO DI PARCO EOLICO DI
TURRUMÈ**

**COMUNI DI POLIZZI GENEROSA, CASTELLANA SICULA, SCLAFANI BAGNI (PA), E
VALLELUNGA PRATAMENO E VILLALBA (CL)**

RELAZIONE DATI DI VENTO E VALUTAZIONE DELLA PRODUZIONE ATTESA

Rev.	Descrizione e motivazioni della revisione	Emesso	Approvato
0	Prima Emissione 03/11/2023	<i>Tecnologie Eoliche</i>	<i>Tecnologie Eoliche</i>

INDICE

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

PREMESSA

Il Progetto eolico di Turrumè è situato nei comuni della Provincia di Palermo di Polizzi Generosa, Castellana Sicula e Sclafani Bagni, e nei comuni della Provincia di Caltanissetta di Vallelunga Pratameno e Villalba, in una regione a forte vocazione eolica.

Il nuovo impianto sarà composto da 11 aerogeneratori di potenza nominale unitaria fino a 6 MW per una potenza complessiva di 66 MW. 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 102,5 m, per un'altezza massima al tip (mozzo + pala) di 180 m. In generale, l'altezza mozzo potrà essere considerata fino a 105 m al variare del modello di aerogeneratore, tenendo fermo il tip a 180 m.

Oltre al parco eolico di Turrumè, il gruppo Edison ha realizzato anche altri parchi eolici nella regione e ha sviluppato una conoscenza approfondita della zona che si conferma essere caratterizzata da ventosità di interesse.

1. MATERIALE UTILIZZATO

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

- dati di vento, raccolti da rete satellitare rielaborati con modello LES. È in corso la contrattualizzazione del terreno per l'installazione di una stazione anemometrica tralicciata alta 80 metri, che fornirà ulteriori dati, o eventualmente in alternativa una stazione LIDAR
- layout d'impianto composto da n°11 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 102,5 m
- 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 sono serie temporali della rete satellitare ERA5 portate nel punto di progetto sottoindicato tramite modello fluidodinamico LES (Large Eddy Simulation). Questi dati sono riferiti a punti a una distanza tra 0,2 e 4,1 km dalle posizioni previste per gli aerogeneratori del layout di impianto.

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

Nome Stazione	Codice Stazione	H Torre m s.l.s.	Coordinate UTM-WGS84- Fuso 33		Altitudine s.l.m.
			Longitudine E	Latitudine N	
LES TURRUMÈ	LES	100	404096	4173045	572

I dati di vento sopra indicati sono già intrinsecamente storicizzati, in quanto derivati da serie di dati pluriennali.

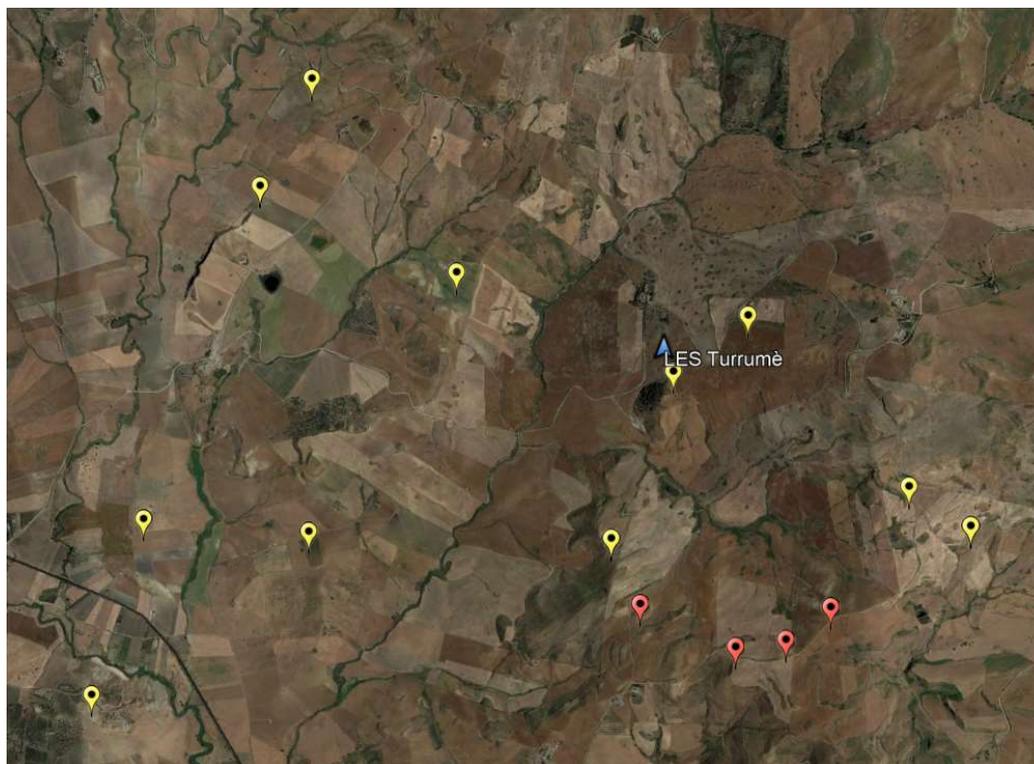
Qui sotto sono presentate le velocità medie delle fonti di dati considerate per l'analisi e per definire la climatologia nel modello.

Nome Stazione	Codice Stazione	H Torre s.l.s.	V _{media} m/s
LES TURRUMÈ	LES	100	5,8

A breve verrà installata in sito una stazione anemometrica alta 80 metri, per la quale la società proponente, alla data della stesura della presente relazione, sta contrattualizzando il terreno. Saranno quindi presto disponibili ulteriori dati misurati in sito.

1.2 LAYOUT D'IMPIANTO

Il layout d'impianto in progetto (Turrumè, in giallo le posizioni degli aerogeneratori previsti) e i punti di misura sono riportati su ortofoto nella figura seguente.



In rosso sono indicati gli aerogeneratori in esercizio del parco eolico di "Vicaretto" di Tozzi Green (acquisito da Asja Ambiente), considerati nella presente simulazione.

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	102,5	IIA

La curva di potenza utilizzata è relativa alla densità dell'aria di 1.225 Kg/m³ 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

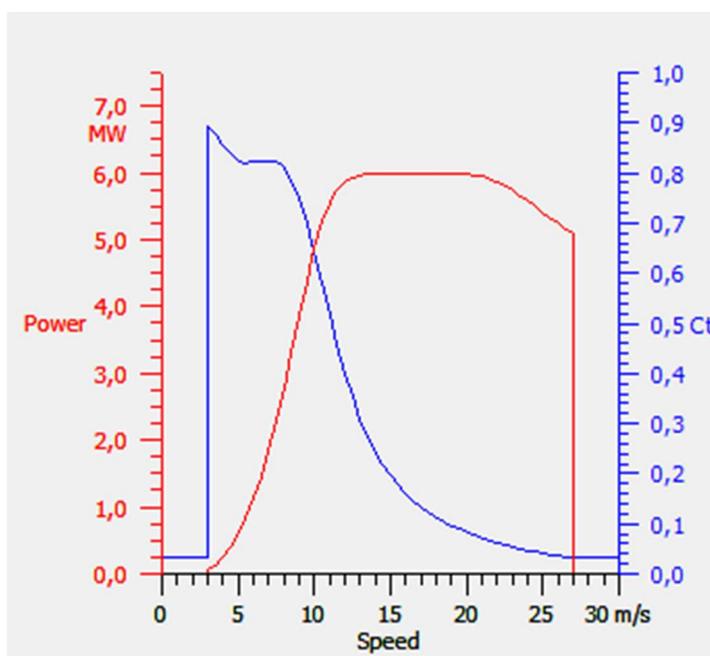


Figura I - Curva di potenza e Ct dell'aerogeneratore Siemens-Gamesa SG155 6MW

2 TRATTAMENTO DEI DATI ANEMOMETRICI

I dati anemometrici disponibili per la valutazione della produzione attesa per il progetto eolico sono quelli del punto di misura LES nella zona dell'impianto. A breve potranno essere disponibili anche dati provenienti dalla stazione anemometrica tralicciata di prossima installazione.

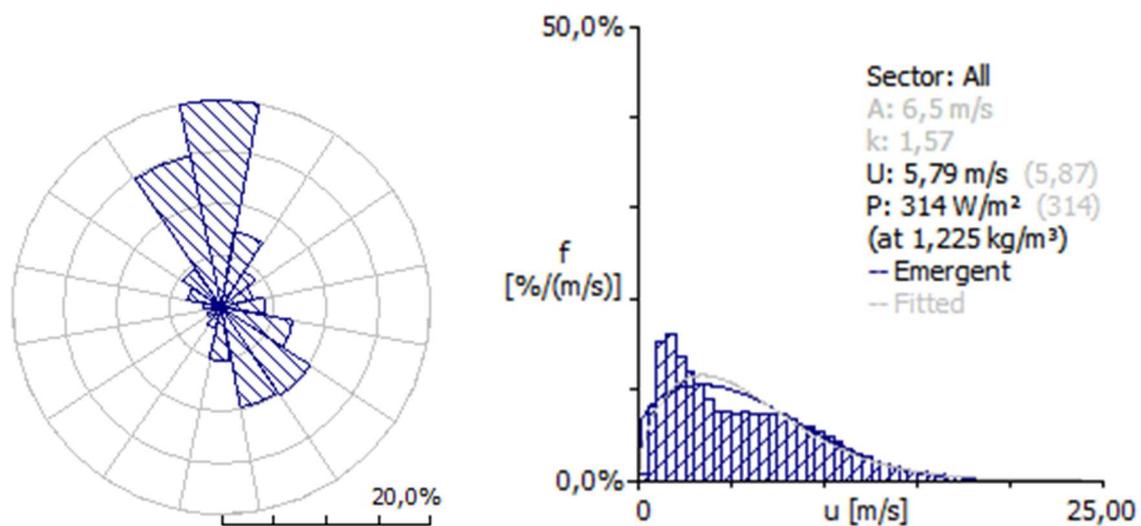
Per l'analisi del gradiente del vento con l'altezza dal suolo si sono potuti analizzare i valori di misura a varie altezze delle serie di dati LES. I dati LES forniscono valori fino ad altezze superiori all'altezza di punta pala.

2.1 DATI ANEMOMETRICI IN INPUT AL MODELLO

La valutazione di produzione attesa è stata effettuata sulla base dei dati anemometrici, disponibili già all'altezza di mozzo dell'aerogeneratore considerato per la stima della produzione energetica.

I dati LES sono intrinsecamente storicizzati, pertanto non è necessario eseguire una correlazione di lungo periodo.

Sotto è rappresentata la rosa del vento ad altezza mozzo nella posizione della stazione anemometrica LES Turrumè.



2.2 IMPOSTAZIONE DEL MODELLO

È stato considerato un valore di densità dell'aria pari a $1,13 \text{ kg/m}^3$, sulla base dei dati LES.

È stato usato un modello per l'estrapolazione 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 (m)	Perdite medie scia (%)	Produzione netta (incl. WTG/BoP Av.)	
	(MW)	(N)	(MW)			(GWh/y)	(ore/y)
Siemens-Gamesa SG155	6	11	66	102,5	3,4%	142,2	2154
<i>Riferimento modello Atlante Eolico V136</i>	3,45	11	37,95	100	2,7%	96,0	2529

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). Come risulta dalla tabella, 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 Turrumè 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.

La valutazione nella presente relazione è soggetta a significativa incertezza in quanto al momento è basata su dati satellitari, in attesa di una campagna di misura strumentale in sito che potrà essere effettuata tramite stazione anemometrica o sistema LIDAR.

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

Aerogeneratore	Produzione annua lorda [GWh]	Produzione annua lorda - scie [GWh]	Perdite di scia [%]
Tu-01	14,5	13,8	5,3
Tu-02	15,2	14,3	5,9
Tu-03	15,7	15,3	2,5
Tu-04	15,4	14,9	2,9
Tu-05	16,6	16,3	1,5
Tu-06	14,7	14,2	3,0
Tu-07	14,4	14,2	1,4
Tu-08	15,2	14,6	3,8
Tu-09	14,9	14,5	2,7
Tu-10	14,2	13,9	2,1
Tu-11	15,6	14,7	5,9
Parco eolico	166,3	160,7	3,4%

4 CONCLUSIONI

Con il presente rapporto sono stati determinati i risultati di preliminare stima della produzione attesa dell'impianto eolico di Turrumè, ubicato in Sicilia, in Provincia di Palermo, nei territori comunali di Polizzi Generosa, Castellana Sicula e Sclafani Bagni, e in Provincia di Caltanissetta, nei territori comunali di Valledlunga Pratameno e Villalba.

L'attività è iniziata con la validazione e l'analisi statistica dei dati disponibili. Come prossimo passaggio potranno essere disponibili dati rilevati dalla stazione di misura (stazione anemometrica o LIDAR) da installare 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.