

REGIONE MOLISE

Comune di
RIPABOTTONI
(Prov. di Campobasso)

Corso Garibaldi 19 - 86040 Ripabottoni (CB)
Tel 0874/847103 Fax 0874/847373

Comune di
PROVVIDENTI
(Prov. di Campobasso)

Piazza Umberto I 9 - 86040 Provvidenti (CB)
Tel 0874/841495 Fax 0874/841495

COMMITTENTE: **Edison Rinnovabili Spa**

Reg. Imprese di MILANO - MONZA - BRIANZA - LODI e C.F. 01890981200
Partita IVA 12921540154 - REA di Milano 1595386
Codice destinatario RWWYUTX

Sede Legale: Foro Buonaparte, 31 - 20121 MILANO
Tel. +39 02 6222 1 - PEC: rinnovabili@pec.edison.it

Oggetto:

ADEGUAMENTO TECNICO IMPIANTO EOLICO SITO NEL COMUNE DI RIPABOTTONI IN LOCALITA' "COLLE GUARDIOLA" MEDIANTE INTERVENTO DI REPOWERING DELLE TORRI ESISTENTI E RIDUZIONE NUMERICA DEGLI AEROGENERATORI DI POTENZA COMPLESSIVA DI 33 MW

PROGETTO DEFINITIVO

RELAZIONE DATI DI VENTO E VALUTAZIONE DELLA PRODUZIONE ATTESA

Il Progettista

(Ing. Antonio Scutti)



STUDIO TECNICO DI INGEGNERIA
Dott. Ing. Antonio SCUTTI

Contrada Tomassuoli, 46 - 66040 PERANO (Ch)
Codice Fiscale SCT NTN 54A02 A2351 # Partita IVA 00643420698
Tel./fax. 0872/898020 LICENZA - AUTODESK - n. 053-01002259
Personal 337 632986
E-mail: antonioscutti@alice.it

SCALA

TAVOLA

DATA

T

08/05/2023

Rev.	Data	Note	Rif. Documento
00	08/05/2023	PROGETTO DEFINITIVO	AS_GIU_A390_

**PROGETTO DI INTEGRALE RICOSTRUZIONE DEL PARCO EOLICO DI
RIPABOTTONI
COMUNE DI RIPABOTTONI (CB)**

RELAZIONE DATI DI VENTO E VALUTAZIONE DELLA PRODUZIONE ATTESA

Rev.	Descrizione e motivazioni della revisione	Emesso	Approvato
0	Prima Emissione 07/07/2023	<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	12

PREMESSA

Il Progetto eolico di Ripabottoni è situato nel comune della Provincia di Campobasso di Ripabottoni a forte vocazione eolica, come anche le zone circostanti dove sono presenti numerosi impianti eolici della proponente.

Il nuovo impianto, che prenderà il posto dell'impianto esistente della Società quale integrale ricostruzione (IR), sarà composto da 5 aerogeneratori di potenza nominale unitaria fino a 6,6 MW per una potenza complessiva di 33 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.

Oltre al parco eolico nel Comune di Ripabottoni, il gruppo Edison ha realizzato anche altri parchi eolici nei comuni limitrofi e ha sviluppato una conoscenza approfondita della zona che si conferma essere caratterizzata da buona ventosità anche in relazione alle numerose stazioni anemometriche installate sul territorio da lungo tempo.

1. MATERIALE UTILIZZATO

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

- dati di vento, raccolti da numerose stazioni anemometriche ubicate in sito
- rapporto di installazione delle stazioni anemometriche, corredate dei certificati di calibrazione degli anemometri utilizzati nelle campagne di misura
- rapporti di manutenzione ordinaria e straordinaria delle stazioni anemometriche
- layout d'impianto composto da n°5 posizioni
- modello di aerogeneratore di grande taglia con il quale realizzare la stima di produzione, ovvero, a titolo esemplificativo, modello Siemens-Gamea SG155 da 6,6 MW con altezza mozzo pari a 102,5 m
- dati di produzione degli aerogeneratori esistenti dai sistemi di monitoraggio SCADA, in posizioni coincidenti o vicine al layout d'impianto oggetto della presente relazione
- analisi sulla produzione dei parchi eolici esistenti e sui layout di progetto elaborati anche 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 varie stazioni anemometriche installate in sito, a una distanza tra 0,2 e 1 km dagli aerogeneratori alla base del layout di impianto.

Di seguito la denominazione delle stazioni, 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	
RIPABOTTONI1	226	10	486001	4615908	856
MORRONE	479	70	483933	4617287	828

Le date di installazione delle stazioni anemometriche ed il periodo di dati rilevati sono indicati nella tabella seguente.

Nome Stazione	Codice Stazione	Periodo di rilevazione		n° Mesi
		Data inizio	Data fine	
RIPABOTTONI1	226	22/09/1999	*	285
MORRONE	479	14/05/2010	05/07/2022	145

* Stazione ancora attiva

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

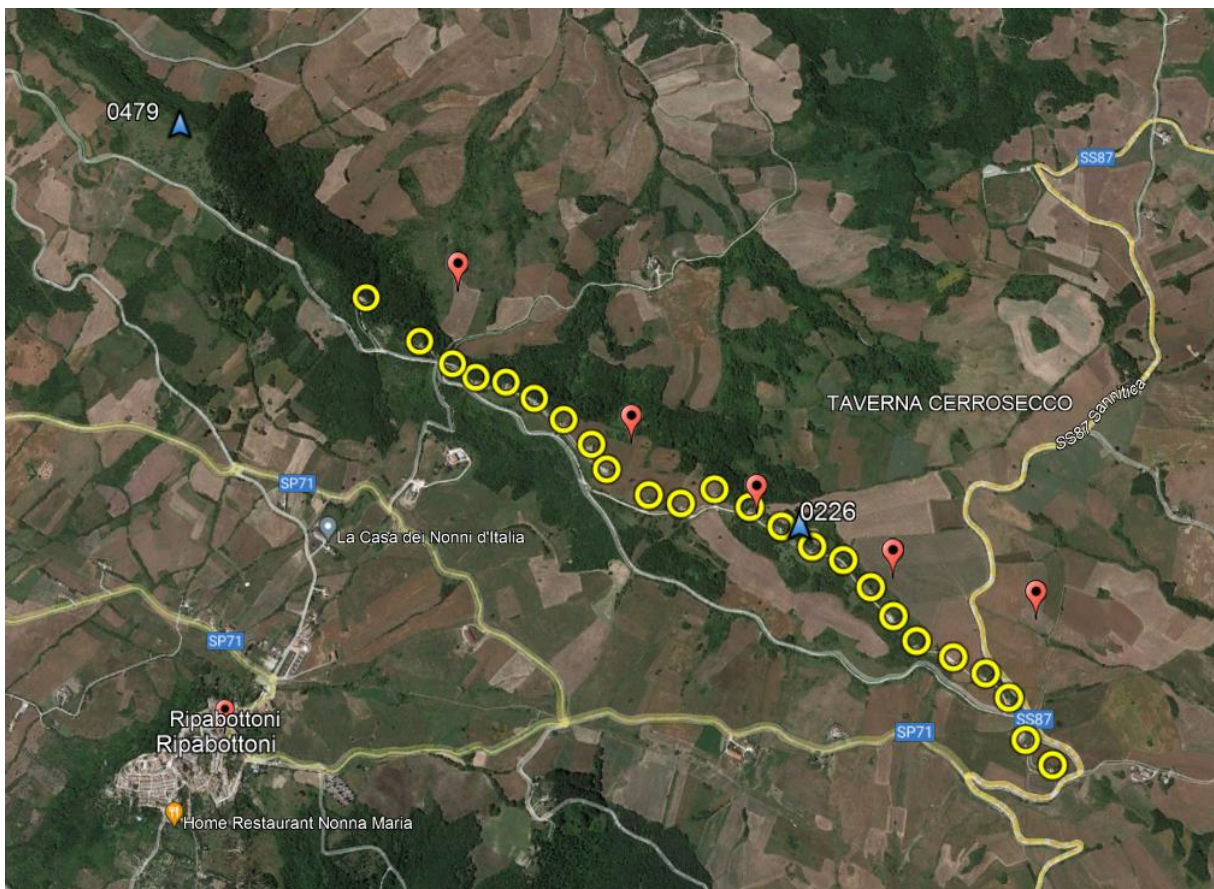
Nome Stazione	Codice Stazione	H Torre s.l.s.	V _{media}	Disponibilità %
			m/s	
RIPABOTTONI1	226	10	6,00	97
MORRONE	479	70	6,33	97

1.2 LAYOUT D'IMPIANTO

Il progetto di IR nel Comune di Ripabottoni è così sintetizzabile:

- 1) saranno dismessi n. 24 aerogeneratori aventi potenza complessiva di 15,8 MW
- 2) saranno realizzati n. 5 aerogeneratori aventi nuova potenza complessiva di 33 MW.

Il layout d'impianto in progetto (Ripabottoni, in rosso le posizioni degli aerogeneratori previsti), l'impianto sottostante attualmente in esercizio (in giallo) e le stazioni anemometriche sono riportati su ortofoto nella figura seguente.



Non sono stati considerati nel calcolo parchi eolici di terzi in esercizio perché sarebbero rilevanti se localizzati entro i 10 diametri (1550m); pertanto, sono stati inclusi solo gli effetti di scia interni al layout di IR. La proponente ha un impianto eolico in esercizio a Lucito a più di 10 km, non impattante sui calcoli.

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	6,6	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	0,812
9	3,868	0,750
10	4,948	0,653
11	5,812	0,545
12	6,309	0,436
13	6,513	0,342
14	6,578	0,269
15	6,595	0,216
16	6,599	0,176
17	6,600	0,147
18	6,599	0,123
19	6,592	0,105
20	6,562	0,090
21	6,486	0,078
22	6,342	0,067
23	6,137	0,058
24	5,894	0,049
25	5,652	0,043
26	5,434	0,037
27	5,262	0,033

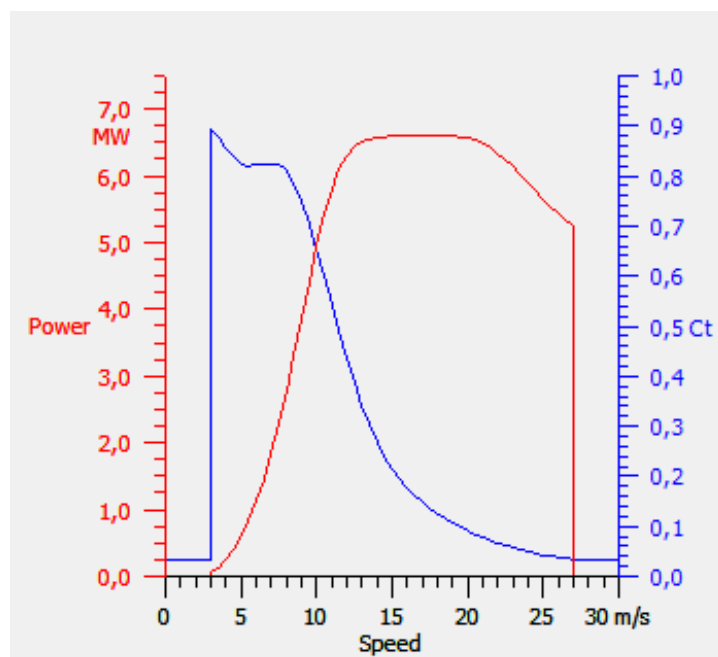


Figura I - Curva di potenza e Ct dell'aerogeneratore Siemens-Gamesa SG155 6,6MW

2 TRATTAMENTO DEI DATI ANEMOMETRICI

I dati anemometrici disponibili per la valutazione della produzione attesa per il progetto eolico sono quelli delle stazioni anemometriche nella zona dell'impianto, nonché le informazioni anemometriche e di produzione raccolte dal sistema SCADA per ciascun aerogeneratore installato nell'area della proponente.

Sono state analizzate quindi molteplici fonti di dati, in un'area complessa a causa delle scie generate dagli impianti esistenti sui sensori di misura.

Nella seguente tabella sono sinteticamente riportati i risultati finali ottenuti dall'analisi di validazione della stazione anemometrica "0479 MORRONE".

Codice stazione	H anemo- metro (m)	Periodo di rilevazione (mesi)	Disponibilità dati validi (%)	Velocità media (m/s)
479 MORRONE	70	145	97	6,33
	50	145	98	6,28
	30	145	99	6,05

Per l'analisi del gradiente del vento con l'altezza dal suolo si sono potuti analizzare i valori di misura dei sensori a varie altezze delle torri anemometriche, nonché considerare i valori di vento e produzione misurati presso le navicelle degli aerogeneratori in esercizio (altezza mozzo 50m).

Inoltre, sono stati considerati i valori di gradiente verticale della velocità del vento calcolati dal consulente Fichtner.

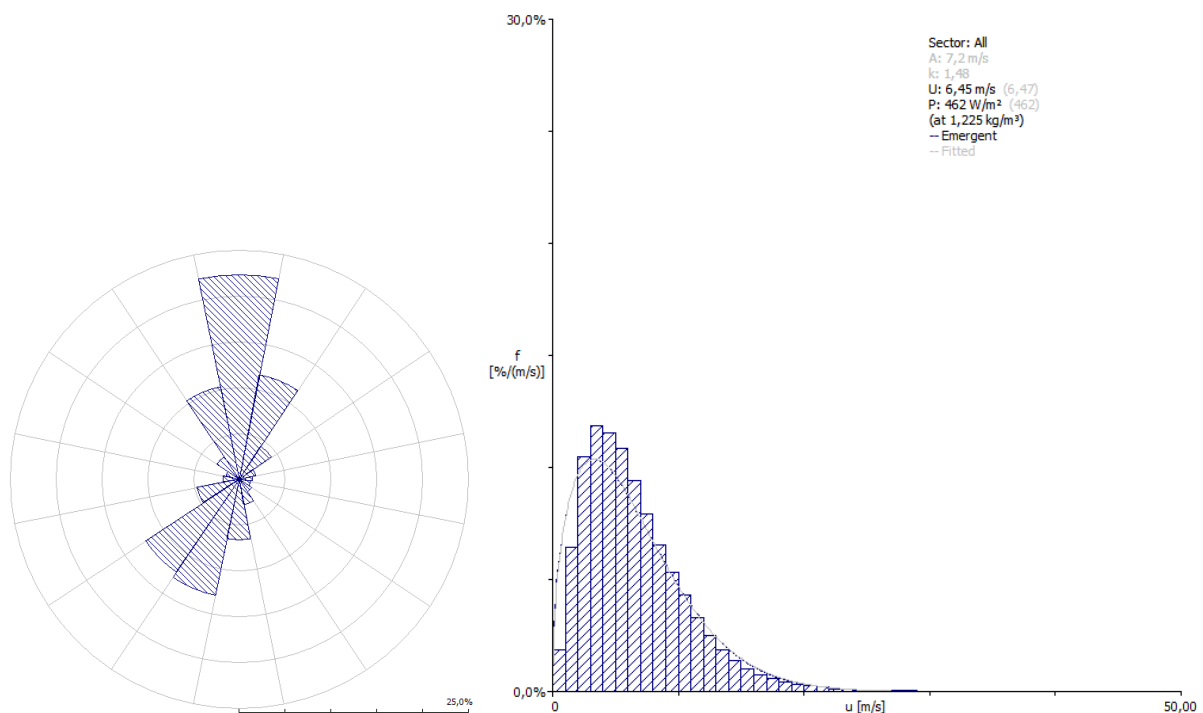
2.1 DATI ANEMOMETRICI IN INPUT AL MODELLO

La valutazione di produzione attesa è stata effettuata sulla base dei dati di produzione, col supporto dei dati delle stazioni anemometriche.

I valori all'altezza dei sensori delle stazioni anemometriche e i valori all'altezza del mozzo degli aerogeneratori in esercizio sono stati estrapolati all'altezza di mozzo dell'aerogeneratore considerato per la stima della produzione energetica, seguendo il profilo del vento specifico del sito. Questi valori sono in linea con quanto stimato dal consulente Fichtner.

I dati così generati a partire dalle stazioni anemometriche coprono un periodo di tempo di parecchi anni e pertanto non è stato necessario effettuare correlazioni sul lungo periodo con dati satellitari o altre stazioni.

Sotto è rappresentata la rosa del vento ad altezza mozzo nella posizione della stazione anemometrica 0479 Morrone, a seguito della validazione ed elaborazione delle misure.



2.2 IMPOSTAZIONE DEL MODELLO

È stato considerato un valore di densità dell'aria pari a $1,11 \text{ kg/m}^3$, sulla base delle pluriennali misurazioni negli impianti in esercizio.

E' stato usato un modello per l'estrapolazione orizzontale dei valori di ventosità a partire dai punti di misura (aerogeneratori in esercizio e stazioni), che pondera la distanza dai valori sperimentali nei punti di interesse.

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	6,6	5	33	102,5	1,5	67,4	2043

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.

4 CONCLUSIONI

Con il presente rapporto sono stati determinati i risultati di stima della produzione attesa dell’impianto eolico di integrale ricostruzione di Ripabottoni, ubicato in Molise, in Provincia di Campobasso, nel territorio comunale di Ripabottoni.

L’attività è iniziata con la validazione e l’analisi statistica dei dati disponibili rilevati dalle stazioni anemometriche in sito e dai sensori anemometrici installati in navicella e registrati dal sistema SCADA degli aerogeneratori esistenti di proprietà della proponente situati nell’area in esame da diversi anni. È stata verificata in tal modo la ventosità di lungo periodo, nonché messo a punto un modello di calcolo.

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.

Infine, nella seguente tabella è riportato un confronto in termini di KPI dell’IR rispetto all’esistente basati sulle seguenti variazioni:

- a. numero di aerogeneratori
- b. potenza totale
- c. produzione di energia.

n. WTG exis.	Potenza esistente	Media produz. energia	n. WTG IR	Potenza futura IR	Stima produz. netta	WTG new / WTG exis. - 1	P new / P existing	E new / E existing
#	MW	GWh/y	#	MW	GWh/y	%	#	#
24	15,8	28,0	5	33	67,4	-79%	2,1	2,4

Si può evincere **dalla tabella il miglioramento complessivo del progetto di IR rispetto all’esistente con riduzione del numero di aerogeneratori a fronte di un incremento della potenza elettrica complessiva e di un incremento ancora maggiore in termini di energia.**