

INTEGRALE RICOSTRUZIONE PARCO EOLICO "Andretta- Bisaccia"

**ADEGUAMENTO TECNICO IMPIANTO EOLICO MEDIANTE INTERVENTO DI REPOWERING
DELLE TORRI ESISTENTI E RIDUZIONE NUMERICA DEGLI AEROGENERATORI**



Progettazione
Coordinamento

GEKO S.p.A.

Via Reno, 5 - 00198 Roma (RM)
Tel. 06.88803910 | Fax 06.45654740
E-Mail: gekospa@pec.gekospa.it



Studio Acustico
e avifaunistico

Teasistemi

Via Ponte Piglieri, nr 8 - 56122 Pisa (PI)
Tel. 05.06396101
E-Mail: info@tea-group.com



Progettista:

Progetto Energia s.r.l.

Via Cardito, 202 - 83031 Ariano Irpino (AV)
Tel. 0825.831313
E-Mail: info@progettoenergia.biz



Rev.	Data	Descrizione revisione	Redatto	Controllato	Approvato
00	27.11.2023	EMISSIONE PER AUTORIZZAZIONE	Tecnologie Eoliche	Tecnologie Eoliche	Tecnologie Eoliche

Titolo Documento:

RELAZIONE ANEMOLOGICA

Numero documento:

Commessa						Fase	Tipo doc.	Prog. doc.	Rev.
2	3	3	5	0	2	D	R	0 1 0 6	0 0

Opera

Progetto di Integrale Ricostruzione di un impianto eolico composto da 18 aerogeneratori da 6,6 MW per una potenza complessiva di 118,8MW e relative opere di connessione nei Comuni di Andretta, Bisaccia e Vallata (AV) con smantellamento di n.35 aerogeneratori di potenza in esercizio pari a 70MW

Approvazione documento	Rev.	Data	Oggetto della revisione	Elaborazione	Verifica	Approvazione
	00	Dicembre 2023	Emissione per progetto definitivo	Progetto Energia S.r.l.	Geko S.p.A.	Edison Rinnovabili S.p.A.

**PROGETTO DI INTEGRALE RICOSTRUZIONE DEI PARCHI EOLICI DI
ANDRETTA-BISACCIA
COMUNI DI ANDRETTA E BISACCIA (AV)**

RELAZIONE DATI DI VENTO E VALUTAZIONE DELLA PRODUZIONE ATTESA

Rev.	Descrizione e motivazioni della revisione	Emesso	Approvato
0	Prima Emissione 27/11/2023	<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 integrale ricostruzione (IR) degli impianti esistenti di Andretta e Bisaccia è situato nel comune della Provincia di Avellino di Andretta-Bisaccia 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 18 aerogeneratori di potenza nominale unitaria fino a 6,6 MW per una potenza complessiva di 118,8 MW. Si prevede l'installazione di aerogeneratori con un diametro di rotore fino a 155 metri e un'altezza di mozzo fino a 105 metri, per un'altezza massima alla punta pala "tip" (altezza mozzo + lunghezza pala) fino a 180 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 102,5 m, per un'altezza massima al tip (mozzo + pala) di 180 m.

Oltre a parchi eolici nei Comuni di Andretta e Bisaccia, 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 numerosi sensori anemometrici ubicati 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. 18 posizioni
- modello di aerogeneratore di grande taglia con il quale realizzare la stima di produzione, ovvero, a titolo esemplificativo, modello Siemens-Gamesa SG155 da 6,6 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 vari sensori anemometrici installati in sito su stazioni anemometriche e aerogeneratori, di proprietà della proponente, a una distanza tra 0 e circa 2 km dagli aerogeneratori alla base del layout di impianto.

Di seguito la denominazione delle posizioni di misura dei sensori, con codice e posizione:

Nome Posizione di misura	Codice Misura	H Torre m s.l.s.	Coordinate UTM-WGS84- Fuso 33		Altitudine s.l.m.
			Longitudine E	Latitudine N	
Bisaccia – stazione anemometrica	523	67	527112	4536199	865
Andretta 02 – WTG	AD-02	67	527504	4535128	848
Andretta 10 - WTG	AD-10	67	528873	4534194	847
Bisaccia 14 – WTG	BS-14	67	527753	4537768	929
Bisaccia 18 – WTG	BS-18	67	528905	4536176	850
Bisaccia 21 - WTG	BS-21	67	525271	4536662	855

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

Nome Posizione di misura	Codice Misura	Periodo di rilevazione		n° Mesi
		Data inizio	Data fine	
Bisaccia – stazione anemometrica	523	13/12/2006	14/11/2018	143
Andretta 02 – WTG	AD-02	31/12/2005	*	214
Andretta 10 - WTG	AD-10	31/12/2005	*	214
Bisaccia 14 – WTG	BS-14	31/12/2005	*	214
Bisaccia 18 – WTG	BS-18	31/12/2005	*	214
Bisaccia 21 - WTG	BS-21	31/12/2005	*	214

* Posizione di misura ancora attiva

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

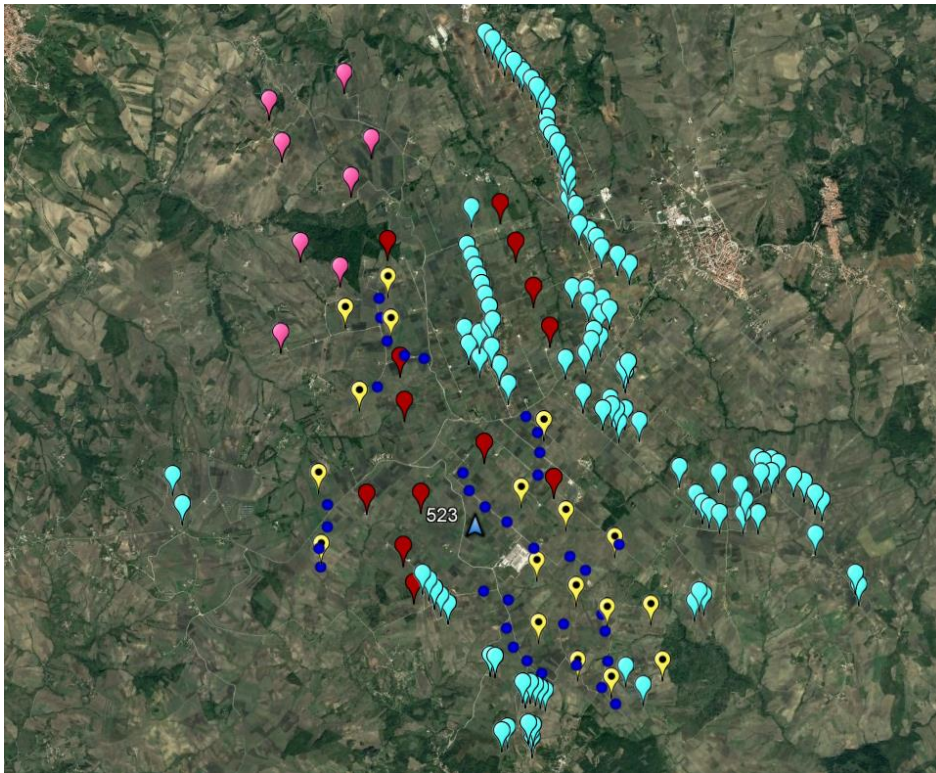
Nome Stazione	Codice Stazione	H Torre s.l.s.	V _{media}	Disponibilità
			m/s	
Bisaccia – stazione anemometrica	523	67	5,2	96
Andretta 02 – WTG	AD-02	67	6,0	98
Andretta 10 - WTG	AD-10	67	6,3	98
Bisaccia 14 – WTG	BS-14	67	6,8	98
Bisaccia 18 – WTG	BS-18	67	6,4	98
Bisaccia 21 - WTG	BS-21	67	5,5	98

1.2 LAYOUT D'IMPIANTO

Il progetto di IR nei Comuni di Andretta e Bisaccia è così sintetizzabile:

- 1) saranno dismessi n. 35 aerogeneratori degli impianti “Andretta” e “Bisaccia”, marca Vestas modello V80, ciascuno da 2 MW, aventi una potenza complessiva pari a 70 MW;
- 2) saranno realizzati n. 18 aerogeneratori aventi nuova potenza complessiva di 118,8 MW.

Nell’ortofoto in figura sottostante sono riportati il layout d’impianto in progetto (IR Andretta-Bisaccia, in giallo le posizioni degli aerogeneratori previsti), gli impianti sottostanti attualmente in esercizio, oggetto del progetto di integrale ricostruzione (35 aerogeneratori in blu di Andretta-Bisaccia), il progetto di IR di Vallata della proponente (in rosa), il progetto di IR di Bisaccia “Winbis” anch’esso della proponente (in rosso), e le stazioni anemometriche.



In figura sono inoltre riportati, e considerati nei calcoli, gli impianti limitrofi in esercizio di terzi (in azzurro).

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

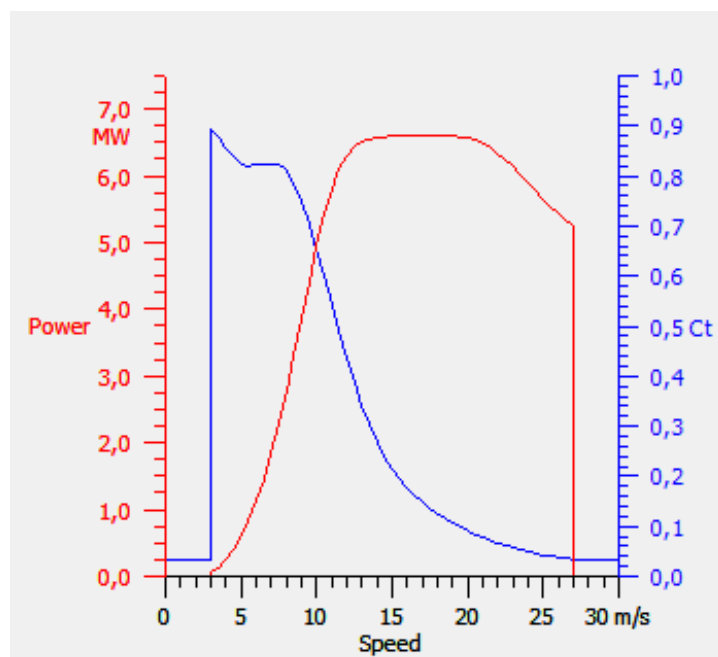


Figura I - Curva di potenza e Ct dell'aerogeneratore Siemens-Gamesa SG155 6,6MW

2 TRATTAMENTO DEI DATI ANEMOMETRICI

I dati anemometrici disponibili per la valutazione della produzione attesa per il progetto eolico sono quelli delle stazioni anemometriche di proprietà 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 ottenuti dall'analisi di validazione della stazione anemometrica "523 Bisaccia".

Codice stazione	H anemo- metro (m)	Periodo di rilevazione (mesi)	Disponibilità dati validi (%)	Velocità media (m/s)
523 BISACCIA	67	143	96	5,16
	47	143	97	4,97

La serie delle misure della stazione anemometrica 523 Bisaccia risulta influenzata dalle scie dei parchi eolici a breve distanza e pertanto è stata realizzato un modello per quantificare e rimuovere questo effetto dai dati. Per l'analisi del gradiente del vento con l'altezza dal suolo si sono potuti analizzare i valori di misura alle varie altezze dei sensori anemometrici, nonché considerare i valori di vento e produzione misurati presso le navicelle degli aerogeneratori in esercizio. Sono stati usati modelli del profilo verticale che considerano le condizioni di stabilità atmosferica con riferimento a parametri atmosferici locali.

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

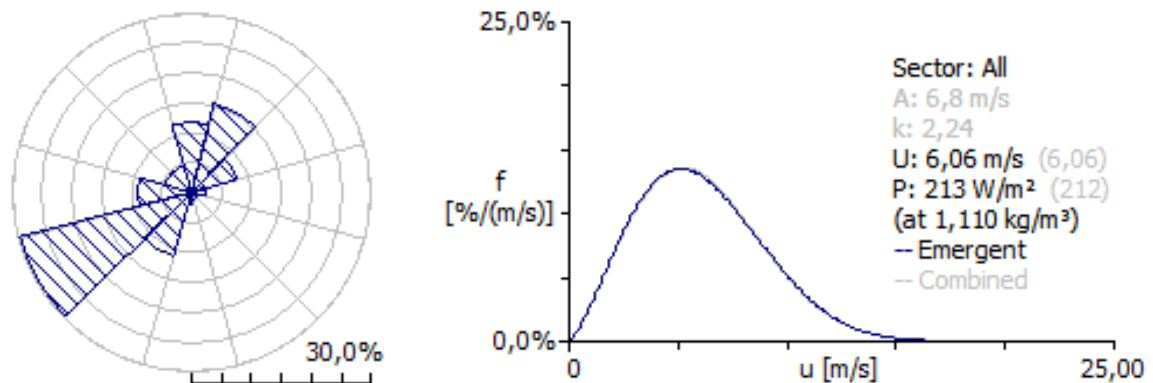
2.1 DATI ANEMOMETRICI IN INPUT AL MODELLO

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 del nuovo aerogeneratore considerato per la stima della produzione energetica del progetto di IR, seguendo il profilo del vento specifico del sito. Questi valori sono in linea con quanto stimato anche dal consulente Fichtner.

I dati così generati a partire dai sensori anemometrici 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 di 67m dal suolo nella posizione dei sensori anemometrici dell'aerogeneratore Andretta AD02, 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 dei modelli di calcolo basati su parametri atmosferici.

È 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 e gli altri parametri di simulazione utilizzando valori standard secondo lo stato dell'arte del settore eolico.

Nella stima delle perdite per effetti di scia sono stati considerati gli impianti esistenti vicini di terzi, nonché i progetti di IR di Vallata e di IR di Bisaccia "Winbis", entrambi di proprietà della proponente.

Questi aerogeneratori - i cui effetti di scia sono stati considerati nei calcoli - sono indicati in figura nel paragrafo 1.2.

Sono stati anche considerati gli effetti di scia degli impianti minieolici esistenti nell'area riportati nel par. 1.2; impianti minieolici i quali, peraltro, in generale comportano un contributo contenuto seppur comunque approssimato dal modello.

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 considerati.

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.)	
	(MW)	(N)	(MW)	(m)	%	(GWh/y)	(ore/y)
Siemens-Gamesa SG155	6,6	18	118,8	102,5	16,9	200,4	1687

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 del progetto di IR e i medesimi valori decurtati delle perdite di scia, tenuto conto che sono stati considerati in contemporanea i progetti di IR, sempre della proponente, di IR Vallata e di IR Bisaccia “Winbis” (Winbis società appartenente a Edison Rinnovabili SpA).

Aerogeneratore	Produzione annua lorda [GWh]	Produzione annua lorda - scie [GWh]	Perdite di scia [%]
AnBs-01	13,6	12,2	10,5
AnBs-02	14,8	13,0	11,8
AnBs-03	15,1	12,9	14,6
AnBs-04	16,6	13,1	21,5
AnBs-05	16,5	14,0	15,2
AnBs-06	16,4	13,7	16,2
AnBs-07	14,0	11,3	18,8
AnBs-08	15,7	13,3	15,3
AnBs-09	14,2	11,8	16,7
AnBs-10	17,1	13,7	20,1
AnBs-11	16,6	13,8	16,9
AnBs-12	13,3	10,8	19,2
AnBs-13	14,1	11,2	20,5
AnBs-14	17,2	15,0	13,0
AnBs-15	13,7	11,2	18,9
AnBs-16	15,2	12,4	18,1
AnBs-17	12,3	9,7	20,9
AnBs-18	14,5	12,2	16,2
Parco eolico	270,8	225,2	16,9%

4 CONCLUSIONI

Con il presente rapporto sono stati determinati i risultati di stima della produzione attesa dell'impianto eolico di integrale ricostruzione di Andretta-Bisaccia, ubicato in Campania, in Provincia di Avellino, nei territori comunali di Andretta e Bisaccia.

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	%	#	#
35	70	102,0	18	118,8	200,4	-49%	1,7	2,0

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.**