

REGIONE  
BASILICATA



Provincia  
Potenza



COMUNE DI FORENZA (PZ)



**PROGETTO DEFINITIVO RELATIVO ALLA REALIZZAZIONE DI UN  
IMPIANTO EOLICO COSTITUITO DA 11 AEROGENERATORI E  
DALLE RELATIVE OPERE DI CONNESSIONE ALLA R.T.N.**

RELAZIONE ANEMOLOGICA

ELABORATO

**A.5**

PROPONENTE:

BLUE STONE  
**renewable I**

P.I. 1530401108  
Via Vincenzo Bellini,  
22 00198 Roma



PROGETTO E SIA:

**TECH**  
SOCIETÀ DI INGEGNERIA &  
SERVIZI PER L'INGEGNERIA

Via della Resistenza, 48 - 70125 Bari - tel. 080 3219948 - fax. 080 2020980

Il DIRETTORE TECNICO  
Dott. Ing. Orazio Trisardico



CONSULENZA:

EM./REV.	DATA	REDATTO	VERIFICATO	APPROVATO	DESCRIZIONE
0	APRILE 2021	B.B.	A.A. - O.T.	A.A. - O.T.	Progetto definitivo

## INDICE

1. INTRODUZIONE .....	2
<b>1.1</b> Descrizione del sito .....	2
2. DESCRIZIONE DELL'INTERVENTO PROGETTUALE .....	2
<b>2.1</b> Il progetto.....	2
<b>2.2</b> L'aerogeneratore.....	3
3. CARATTERISTICHE DEI DATI aNEMOLOGICI .....	5
<b>3.1</b> Caratteristiche dei dati.....	5
4. ANALISI DEI DATI DEL VENTO .....	5
<b>4.1</b> Wind Shear - Profilo verticale .....	5
<b>4.2</b> Direzione del vento .....	6
<b>4.3</b> Velocità media annuale del vento a 100 m.....	7
<b>4.4</b> Distribuzione del vento all'altezza del mozzo .....	7
5. MODELLO DI CALCOLO DELLA RISORSA EOLICA .....	9
<b>5.1</b> Mappa di elevazione e di orografia.....	10
<b>5.2</b> Calcolo energetico.....	11
<b>5.3</b> Calcolo energetico - Perdite .....	12
<b>5.4</b> Risultato del calcolo dell'energia .....	14
6. CONCLUSIONI .....	18
ALLEGATO I:.....	19



## **1. INTRODUZIONE**

La presente relazione rappresenta una analisi preliminare di ventosità e di produzione relativo al progetto di realizzazione di un parco eolico della potenza di circa 49,5 MW denominato "CE FORENZA" situato nel comune di Forenza (PZ).

Lo studio ha lo scopo di fare una stima della risorsa ventosa disponibile in sito con l'obiettivo di dimostrare la verifica dell'ottemperamento dei requisiti anemologici richiesti dal PIEAR Basilicata riportati al par. 1.2.1.5. del Piano.

### **1.1 Descrizione del sito**

Il sito oggetto dello studio è situato nel Comune di Forenza (FZ).

L'area di progetto su cui verrà realizzato il parco eolico è caratterizzata da orografia tipica delle zone collinari della zona, priva di complicazioni eccessive e con un'altezza media compresa tra 550 e 720 metri sul livello del mare.

Per quanto riguarda le condizioni climatiche sito specifiche, è stata considerata una temperatura media annua di 12,8 ° C e una densità media dell'aria nel sito all'altezza del mozzo è:  $\rho = 1,15 \text{ Kg/m}^3$ .

Attualmente il sito presenta un uso del suolo principalmente agricolo. La copertura vegetale arborea è scarsa, quindi l'area in esame è caratterizzata da una rugosità media, caratteristica favorevole allo sfruttamento del vento.

Le turbine eoliche saranno posizionate in modo non omogeneo, in direzione perpendicolare al vento prevalente, direzione Nord.

Di seguito è riportato il progetto del parco eolico proposto nel luogo.

## **2. DESCRIZIONE DELL'INTERVENTO PROGETTUALE**

### **2.1 Il progetto**

Il parco eolico per la produzione di energia elettrica oggetto di studio avrà le seguenti caratteristiche:

- potenza installata totale: 49,5 MW;
- potenza della singola turbina: 4,5 MW;
- n. 11 turbine;



- n. 1 cabine di smistamento.

## 2.2 L'aerogeneratore

L'aerogeneratore previsto per la realizzazione del parco eolico, è la turbina da 4,5 MW della Siemes-Gamesa (G145 4,5 MW IIA).

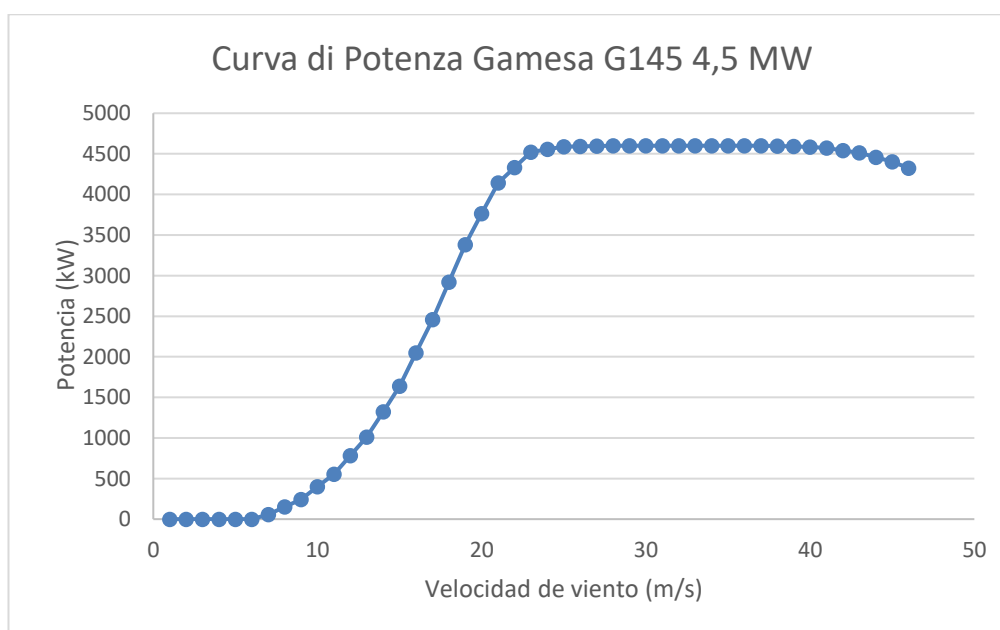
Nella tabella che segue sono sintetizzate le principali caratteristiche dell'aerogeneratore previsto nel parco eolico CE FORENZA.

Tipo di Aerogeneratore	Altezza al mozzo (m)	Diametro rotore (m)	Potenza nominale (kW)
Gamesa G145 4,5 MW IIA	127,5 m	145 m	4,5

**Tabella 1 – Caratteristiche principali dell'aerogeneratore previsto nel parco eolico CE FORENZA.**

### • Curva di potenza

La figura 1 mostra i dati della curva di potenza per diverse velocità del vento per una densità di  $1,225 \text{ kg/m}^3$ . Questa curva è stata ricavata dai dati inviati da Siemens Gamesa.

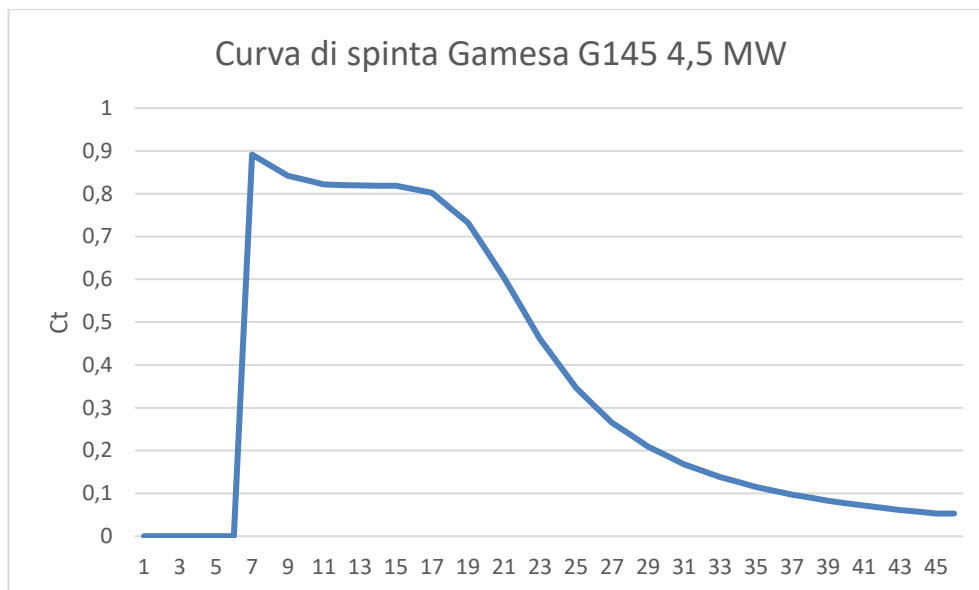


**Figura 1 - Curva di potenza S.Gamesa G145 4,5 MW.**

### • Curva di spinta

La Figura 2 mostra i valori della curva di spinta per diverse velocità del vento e una densità dell'aria di  $1,225 \text{ kg/m}^3$ .





**Figura 2 - Curva di spinta S.Gamesa G145 4,5 MW.**

• Dati di input per il calcolo

Analizzando il database MERRA-2, è stato effettuato un calcolo di varie altezze a partire da 127,5 m, che è l'altezza della turbina eolica selezionata.

Il software utilizzato per le elaborazioni è il Furow; di seguito vengono descritti i principali i dati di input implementati nel modello scelto:

- Topografia: è stata inserita una mappa topografica del sito dal database ASTER in coordinate UTM.
- Rugosità: è stata importata una mappa di rugosità dal database CORINE 2006. I valori di rugosità sono stati confrontati in Google Earth, verificandone la corrispondenza. Nella figura 5, riportata nel proseguo di questa relazione, è mostrata la mappa di rugosità del sito.
- Dati meteorologici: sono stati scaricati i dati di pressione e temperatura MERRA-2 a 0 e 10 m dal suolo ed è stata effettuata una estrapolazione per simulare i dati a 127,5 m, che è l'altezza alla quale si trova il mozzo.



### **3. CARATTERISTICHE DEI DATI ANEMOLOGICI**

#### **3.1 Caratteristiche dei dati**

Per la caratterizzazione dei dati relativi alla risorsa eolica disponibile in sito, sono stati utilizzati i dati del database di rianalisi di MERRA-2.

Per la realizzazione di questo studio preliminare è stata analizzata una serie storica di 20 anni di dati provenienti dal database MERRA-2 ad altezze di 2, 10 e 50 m.

Il punto di riferimento utilizzato per ottenere i dati di velocità e direzione del vento è di seguito descritto ed identificato:

- Coordinate: 578395,69 E, 4522601,54 m N Huso 33T
- Altezza al livello del mare: 690 m
- Periodo download dati: 01/01/2000 - 01/01/2020

<b>Velocità / direzione vento</b>	<b>2 m</b>
<b>Velocità / direzione vento</b>	<b>10 m</b>
<b>Velocità / direzione vento</b>	<b>50 m</b>
<b>Temperatura</b>	<b>2 m</b>
<b>Temperatura</b>	<b>10 m</b>
<b>Pressione (m s.l.m.)</b>	<b>0 m</b>

**Tabella 2 – Dati di misurazione.**

### **4. ANALISI DEI DATI DEL VENTO**

Prima di procedere con la modellazione dei dati del vento disponibili, è stata effettuata un'operazione di verifica dei dati stessi al fine di renderli omogenei e affidabili: sono stati infatti rimossi i dati delle ombre e i dati non validi. Questo lavoro di pulizia dei dati è stato effettuato mediante ispezione visiva e grafica dei dati di vento disponibili utilizzando il software Furow.

#### **4.1 Wind Shear - Profilo verticale**

Ai fini della modellazione, il fattore esponenziale medio della legge di potenza è stato calcolato per ogni ora e per ogni direzione.

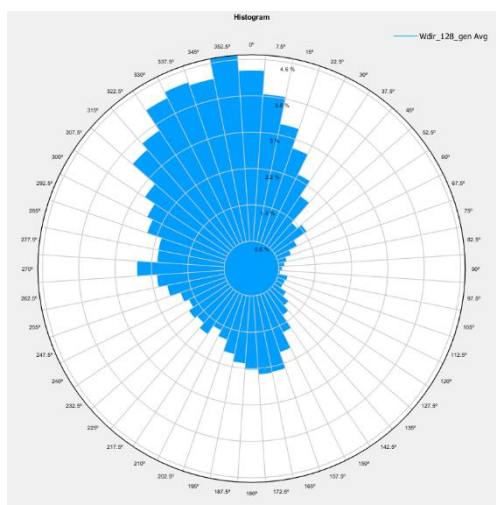


Inizio serie dati	Fine serie dati	Elevazione (m)	Calcolo dell'altezza (m)	Esponente di taglio (%)
01/01/2000	01/01/2020	145	4,5	0,127

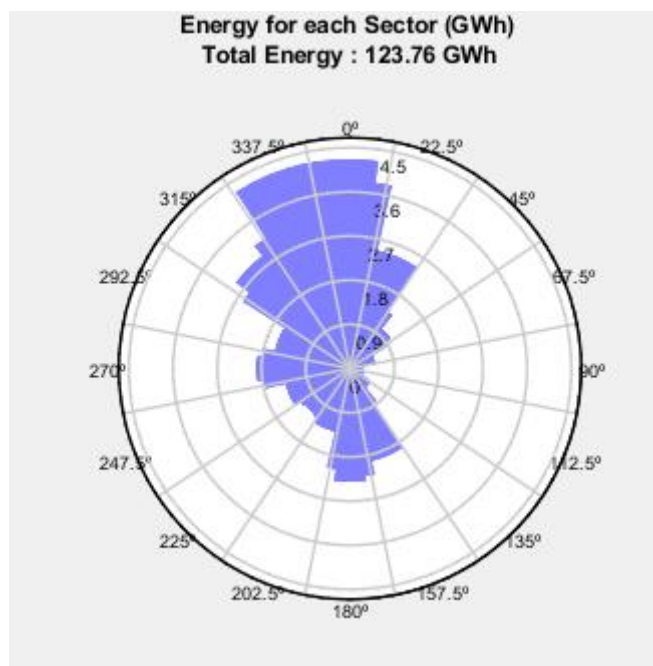
**Tabella 3 – Wind Shear - Profilo verticale.**

#### 4.2 Direzione del vento

La direzione del vento nel sito mostra chiaramente una direzione del vento predominante da nord-ovest, sia in frequenza che in energia. Questo può essere mostrato nella Figura 3:



**Figura 3 – Rosa dei venti del progetto CE FORENZA.**



**Figura 4 – Rosa dei venti di produzione eolica del progetto CE FORENZA.**



#### 4.3 Velocità media annuale del vento a 100 m

La velocità media annuale del vento a 100 m è stimata a 6,39 m/s.

#### 4.4 Distribuzione del vento all'altezza del mozzo

	348.75° - 11.25°	11.25° - 33.75°	33.75° - 56.25°	56.25° - 78.75°	78.75° - 101.25°	101.25° - 123.75°	123.75° - 146.25°	146.25° - 168.75°
0.50 m/s	0,135	0,1369	0,1198	0,1084	0,0837	0,1027	0,078	0,1236
1.50 m/s	0,2662	0,3993	0,3727	0,3384	0,2605	0,251	0,3517	0,2738
2.50 m/s	0,7092	0,6978	0,6445	0,4487	0,3555	0,3917	0,4278	0,4183
3.50 m/s	0,9411	0,9373	0,8328	0,5057	0,5133	0,5019	0,5419	0,5191
4.50 m/s	11.427	11.313	0,5191	0,3099	0,2491	0,3384	0,4373	0,4506
5.50 m/s	15.191	10.172	0,3708	0,1103	0,1179	0,1768	0,3061	0,6217
6.50 m/s	17.169	0,6902	0,308	0,1654	0,0951	0,1312	0,2491	0,481
7.50 m/s	15.743	0,3765	0,2548	0,1407	0,0247	0,0875	0,1711	0,4278
8.50 m/s	11.826	0,3498	0,3061	0,0894	0,0856	0,116	0,1122	0,424
9.50 m/s	0,8214	0,4221	0,2053	0,1369	0,0513	0,0684	0,0665	0,3384
10.5 m/s	0,5628	0,4373	0,1844	0,1654	0,0285	0,0171	0,0761	0,3403
11.5 m/s	0,6502	0,3327	0,1863	0,0361	0,0057	0,0228	0,0799	0,2377
12.5 m/s	0,5	0,4145	0,1996	0,0456	0,0057	0,0285	0,0285	0,2339
13.5 m/s	0,4107	0,2719	0,0627	0,0228	0	0,0114	0,0742	0,3023
14.5 m/s	0,3175	0,2776	0,0342	0,0114	0,0114	0,0171	0,0171	0,1521
15.5 m/s	0,173	0,1369	0,0057	0,0342	0,0114	0,0057	0,0171	0,0761
16.5 m/s	0,116	0,0627	0	0,0285	0	0	0,0114	0,0932
17.5 m/s	0,0608	0,0913	0	0	0	0	0	0,1236
18.5 m/s	0,0761	0,0513	0	0,0057	0	0	0	0,0551
19.5 m/s	0,0437	0,0171	0,0114	0,0057	0	0	0	0,0152
20.5 m/s	0,019	0,0342	0,0114	0,0114	0	0	0	0,0114
21.5 m/s	0	0,0057	0	0	0	0	0	0,0076





22.5 m/s	0	0,0228	0	0	0	0	0	0,019
23.5 m/s	0	0,0228	0	0	0	0	0	0
24.5 m/s	0	0	0	0	0	0	0	0
25.5 m/s	0	0	0	0	0	0	0	0
26.5 m/s	0	0	0	0	0	0	0	0
27.5 m/s	0	0	0	0	0	0	0	0
28.5 m/s	0	0	0	0	0	0	0	0

	168.75° - 191.25°	191.25° - 213.75°	213.75° - 236.25°	236.25° - 258.75°	258.75° - 281.25°	281.25° - 303.75°	303.75° - 326.25°	326.25° - 348.75°
0.50 m/s	0,0856	0,0856	0,0913	0,078	0,0913	0,0894	0,0837	0,0742
1.50 m/s	0,3593	0,3346	0,3479	0,3555	0,3746	0,3365	0,346	0,2852
2.50 m/s	0,3746	0,4563	0,4164	0,405	0,4772	0,5476	0,6578	0,7092
3.50 m/s	0,54	0,5799	0,5989	0,5609	0,521	0,7662	0,808	0,7738
4.50 m/s	0,6141	0,5	0,6027	0,578	0,597	0,8613	0,867	11.313
5.50 m/s	0,5438	0,6255	0,6312	0,521	0,7206	0,9202	10.058	14.412
6.50 m/s	0,5742	0,4601	0,5837	0,4411	0,7738	0,9792	12.339	15.572
7.50 m/s	0,597	0,5476	0,5343	0,6559	0,8195	10.134	13.670	15.553
8.50 m/s	0,6826	0,4145	0,289	0,3765	0,7339	0,6084	11.693	12.244
9.50 m/s	0,578	0,3232	0,2719	0,405	0,5799	0,3955	10.058	13.404
10.5 m/s	0,4696	0,2244	0,2072	0,1635	0,4107	0,2244	0,5057	0,9621
11.5 m/s	0,2643	0,1654	0,1882	0,1882	0,2358	0,1977	0,4487	0,6902
12.5 m/s	0,2453	0,1369	0,1084	0,1768	0,173	0,1008	0,211	0,5818
13.5 m/s	0,2377	0,1065	0,0399	0,1084	0,1198	0,0513	0,1084	0,1901
14.5 m/s	0,2129	0,057	0,0171	0,0456	0,0513	0,0171	0,0894	0,0742
15.5 m/s	0,0837	0	0,0342	0,0399	0,0114	0,0228	0,0494	0,0494
16.5 m/s	0,0932	0,0057	0	0,0057	0	0,0057	0,0456	0,078
17.5 m/s	0,0418	0	0	0	0	0	0,0171	0,0646
18.5 m/s	0,0228	0	0	0	0,0057	0	0	0,0038
19.5 m/s	0	0	0	0	0,0057	0,0057	0	0,0076



20.5 m/s	0,0038	0	0	0	0,0114	0	0	0,0152
21.5 m/s	0,0038	0	0	0	0	0	0	0,0114
22.5 m/s	0	0	0	0	0	0	0	0
23.5 m/s	0	0	0	0	0	0	0	0
24.5 m/s	0	0	0	0	0	0	0	0
25.5 m/s	0	0	0	0	0	0	0	0
26.5 m/s	0	0	0	0	0	0	0	0
27.5 m/s	0	0	0	0	0	0	0	0
28.5 m/s	0	0	0	0	0	0	0	0

**Tabella 4 – Distribuzione del vento all'altezza del mozzo.**

## 5. MODELLO DI CALCOLO DELLA RISORSA EOLICA

Nel seguito vengono descritti i principali aspetti considerati del modello utilizzato per il calcolo della risorsa eolica nel sito di progetto.

- Il modello di rianalisi che meglio si adatta all'area in esame è l'MERRA-2. Ai fini della elaborazione di questo studio preliminare è stata considerata una serie storica di 20 anni di dati scaricati dal database MERRA-2 a 127,5 m.

- La velocità del vento e le distribuzioni della direzione sono state calcolate sulla base di un periodo di riferimento di 20 anni (dal 01/01/2000 al 31/12/2020).

- La turbolenza ambientale media è stata stimata in base alla rugosità del sito.

- I dati di temperatura e pressione sono stati ottenuti dai dati di analisi dal modello MERRA-2 ad un'altezza di 10 e 0 m rispettivamente e sono stati estrapolati ad un'altezza di 127,5 m tenendo conto dell'elevazione del sito.

- La densità dell'aria è stata calcolata utilizzando i dati di rianalisi di temperatura e pressione ottenuti ed estrapolandoli ad un'altezza di 127,5 m.

- Sono state create griglie topografiche con risoluzione ogni 25m sulla base dell'orografia ottenuta dalla base del National Geographic Institute (curve di contorno interpolate ogni 5m) e della rugosità basata sul database CLC2006 che contiene informazioni ogni 75m.

- Tutte le simulazioni sono state eseguite utilizzando il software di calcolo Furow.



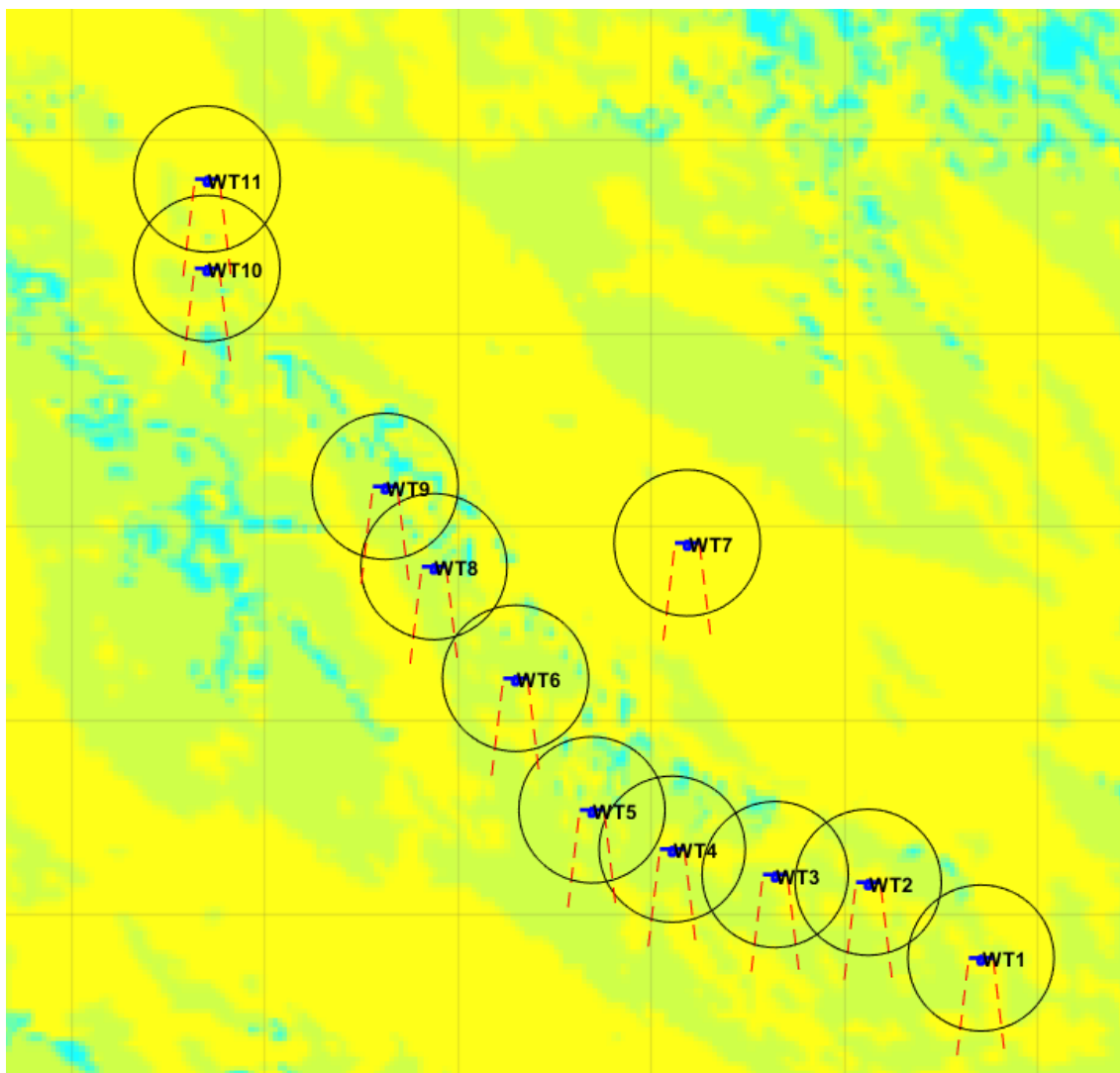
- Per il calcolo dell'energia è stato utilizzato il modello Simplified Eddy Viscosity, valutando i 72 settori.

### **5.1** Mappa di elavazione e di orografia

Per l'elaborazione dei dati di vento è stata utilizzata una mappa altimetrica con una risoluzione verticale di 25 me una rugosità del sito e dei dintorni basata sui seguenti valori:

- Foresta: 0,5
- Aree a verde: 0,1
- Terreno coltivato: 0,1
- Superfici incolte: 0,03
- Specchi d'acqua: 0,0001
- Città: 0,5





**Figura 5 – Rugosità del sito del progetto CE FORENZA.**

## 5.2 Calcolo energetico

Nella tabella che segue sono riportate la potenza totale delle turbine installate, l'energia annua (MWh), il fattore impianto (%) e le ore equivalenti del parco eolico CE FORENZA.

Tipo di Turbina	Numero d Turbina	MW total	Rendimento netto (MWh)	Fattore di capacità netto (%)	Ore equivalenti nette (h)
Gamesa G145 4,5 MW	11	49,5	141.220	32,54	2.852,92

**Tabella 5 – Producibilità della risorsa eolica del progetto CE FORENZA.**



### **5.3** Calcolo energetico - Perdite

Per il calcolo della produzione energetica del parco è stato utilizzato il programma Furow, che fornisce anche il valore delle perdite dovute ai percorsi utilizzando il modello Eddy Viscosity, calcolando i percorsi per un totale di 72 settori (ogni 5 °).

Il numero di ore annue considerato è 8.766, inclusi gli anni bisestili.

Per ottenere la produzione netta del parco in esame è stato necessario quantificare le perdite di processo che vengono di seguito indicate:

- Perdite dovute a scia: queste perdite sono prodotte dalla vicinanza delle linee delle turbine eoliche, provocando riduzioni della velocità del vento che interessano le turbine eoliche a valle. Per il parco CE sono state considerate perdite per scia intorno al 3,04%;

- Perdite per indisponibilità dell'aerogeneratore: sono le perdite stimate per fermo impianto durante le operazioni di manutenzione preventiva e correttiva dell'aerogeneratore. A causa della natura stagionale del vento nel sito, la manutenzione del parco ha una gestione complessa, quindi questa indisponibilità può essere ridotta sfruttando le stagioni di vento debole. Solitamente questo tipo di perdita viene considerata intorno al 3,00%; nel caso del parco in progetto è stato assunto lo stesso valore considerando che gli stessi produttori delle macchine garantiscono solitamente una disponibilità tecnica del 97%;

- Perdite per indisponibilità del sistema collettore: si riferiscono a quelle dovute a guasti e indisponibilità dell'impianto elettrico interno del parco. Tali perdite sono state stimate intorno al 0,25%;

- Perdite per indisponibilità della cabina: si riferiscono alle perdite per indisponibilità dovuta a manutenzione e riparazioni per guasti della cabina di entrata. Tali perdite sono state stimate intorno al 0,25%.

- Perdite per indisponibilità della rete: si riferiscono alle perdite dovute alla indisponibilità della rete di evacuazione del parco. Tali perdite sono state stimate intorno al 0,25%;

- Perdite elettriche: rappresentano le perdite elettriche totali del parco. Tali perdite sono state considerate pari al 3,99%;

- Perdite dovute all'adeguamento della curva di potenza: valore assunto 1%;



- Perdite per isteresi per vento forte: le perdite per isteresi sono dovute al tempo in cui la turbina eolica rimane ferma a velocità all'interno dell'intervallo operativo dopo eventi di arresto per vento forte. Tali perdite sono state stimate in un valore dello 0,1%;
- Perdite dovute al wind shear: valore assunto 0,1%;
- Perdite associate al disorientamento dell'aerogeneratore: si tratta di perdite causate dall'incapacità dell'aerogeneratore di orientarsi abbastanza rapidamente nella direzione incidente del vento, modificando così l'angolo di incidenza e riducendo leggermente la velocità effettiva del vento. Tali perdite sono state considerate pari allo 0,1%.

Nella tabella che segue sono sintetizzati i valori delle principali perdite sopramenzionate per il parco eolico CE FORENZA.

PERDITE PER INDISPONIBILITÀ	
Aerogeneratore (%)	3
Sistema collettamento (%)	0,25
Sottostazione (%)	0,25
Rete (%)	0,25
<b>TOTALE (%)</b>	<b>3,7257</b>
PERDITE ELETTRICHE	
Trasformatore turbina (%)	3
Sistema collettamento (%)	0,25
Sottostazione (%)	0,25
Linea di trasmissione (%)	0,25
Potenza consumata al minimo (%)	0,05
<b>TOTALE (%)</b>	<b>3,99099</b>
PERDITE PER RENDIMENTO AEROGENERATORE	
Adattamento alla curva di potenza (%)	1
Isteresi da venti forti (%)	0,1
Taglio del vento (%)	0,1
<b>TOTALE (%)</b>	<b>1,1979</b>
PERDITE PER DEGRADAZIONE	
Degradazione delle pale (%)	1
Congelamento della lama (%)	0,1
<b>TOTALE (%)</b>	<b>1,1</b>

**Tabella 6 – Riepilogo delle perdite di processo del progetto CE FORENZA.**



Nella tabella 7, di seguito riportata, è stata riportata una sintesi dei risultati annuali di produzione CE FORENZA stimati da Furow per un periodo di tempo annuale.

L'energia annua generata dalle 11 turbine eoliche Gamesa G145 da 4,5 MW sarà di **141.220 MWh/anno**.

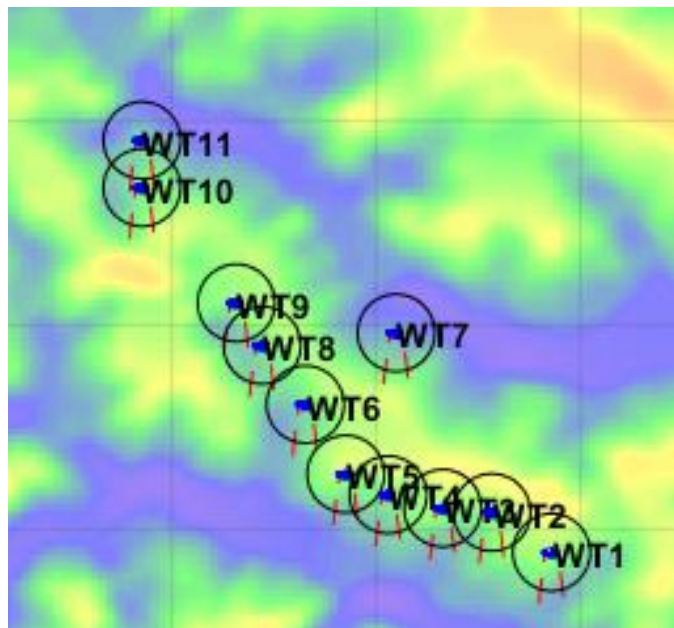
Capacità del parco (MW)	49,5
Numero di turbine	11
Produzione lorda [MWh/anno]	161.425
Perdite per scia (%)	3,25
Perdite elettriche (%)	3,99
Perdite per rendimento dell'aerogeneratore (%)	1,1979
Perdite per indisponibilità (%)	3,72
Perdite per degradazione (%)	1,1
Produzione netta [MWh/anno]	141.220
Fattore di impianto netto(%)	32,54
Ore equivalenti [h/anno]	2.852,95

**Tabella 7 – Stima della produzione energetica del parco CE FORENZA con 11 turbine G145 4,5MW a 127,5 m.**

#### **5.4** Risultato del calcolo dell'energia



La Figura 6 e la Tabella 8 mostrano le coordinate e le posizioni delle turbine eoliche CE FORENZA.



**Figura 6 – Posizione delle turbine del progetto CE FORENZA.**

N° Turbine	WT1	WT2	WT3	WT4	WT5
Tipo di turbina	Gamesa G145 4,5 MW	Gamesa G145 4,5 MW	Gamesa G145 4,5 MW	Gamesa G145 4,5 MW	Gamesa G145 4,5 MW
Altezza della turbina (m)	127,5	127,5	127,5	127,5	127,5
Diametro della turbina (m)	145	145	145	145	145
Potenza (kW)	4500	4500	4500	4500	4500
X (m)	573704,0	573120,9	572639,6	572107,0	571692,0
Y(m)	4517772,0	4518163,6	4518203,8	4518335,0	4518538,0
Elevazione del terreno (m)	651,0	652,8	656,2	655,2	674,0
Turbina più vicina	WT2	WT3	WT2	WT5	WT4
Distanza dalla turbina più vicina	702,4	483,0	483,0	462,0	462,0
Temperatura (°C)	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Pressione (hPa)	1013,00	1013,00	1013,00	1013,00	1013,00
Umidità relativa (%)	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN
Densità dell'aria (kg/m³)	1,115	1,114	1,114	1,114	1,112





Velocità media (m/s)	7,1549	7,0000	7,0816	6,9518	7,2241
Velocità media influenzata (m/s)	7,0837	6,8849	6,9654	6,8080	7,1317
Ambiente TI (%)	19,077	19,045	18,974	18,905	18,877
Totale TI (%)	19,580	19,894	19,801	19,971	19,597
Rendimento ideale (MWh)	10079,8	10079,8	10079,8	10079,8	10079,8
Efficienza topografica (%)	118,3882	113,7407	116,4241	113,3111	120,7025
Efficienza lorda (MWh)	11933,3	11464,8	11735,3	11421,5	12166,6
Fattore di capacità (CF) lordo (%)	39,4584	37,9094	38,8038	37,7662	40,2298
Ore di lavoro lorde (h)	3458,92	3323,14	3401,54	3310,59	3526,54
Efficienza del parco (%)	97,8043	96,5069	96,6248	95,7510	97,5347
Rendimento del parco (MWh)	11671,3	11064,4	11339,2	10936,2	11866,6
Efficienza netta (MWh)	10552,6	10003,8	10252,3	9888,0	10729,2
Fattore di capacità (CF) netto (%)	34,8929	33,0785	33,9002	32,6954	35,4769
Ore di lavoro nette (h)	3058,71	2899,66	2971,69	2866,08	3109,91

N° Turbine	WT6	WT7	WT8	WT9	WT10	WT11
Tipo di turbina	Gamesa G145 4,5 MW	Gamesa G145 4,5 MW	Gamesa G145 4,5 MW	Gamesa G145 4,5 MW	Gamesa G145 4,5 MW	Gamesa G145 4,5 MW
Altezza della turbina (m)	127,5	127,5	127,5	127,5	127,5	127,5
Diametro della turbina (m)	145	145	145	145	145	145
Potenza (kW)	4500	4500	4500	4500	4500	4500
X (m)	571296,7	572185,0	570875,0	570622,2	569700,5	569701,8
Y(m)	4519218,6	4519919,0	4519796,7	4520211,2	4521339,2	4521801,2
Elevazione del terreno (m)	654,9	576,1	671,8	700,0	700,0	644,0
Turbina più vicina	WT8	WT6	WT9	WT8	WT11	WT10



Distanza dalla turbina più vicina	715,5	1131,2	485,6	485,6	462,0	462,0
Temperatura (°C)	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Pressione (hPa)	1013,00	1013,00	1013,00	1013,00	1013,00	1013,00
Umidità relativa (%)	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN
Densità dell'aria (kg/m <sup>3</sup> )	1,114	1,123	1,112	1,109	1,109	1,115
Velocità media (m/s)	6,7300	6,2813	6,7972	7,0744	7,0265	6,6098
Velocità media influenzata (m/s)	6,6295	6,2067	6,6418	6,9988	6,8730	6,5277
Ambiente TI (%)	18,901	18,991	18,847	18,815	18,729	18,706
Totale TI (%)	19,640	19,234	20,029	19,319	19,891	19,207
Rendimento ideale (MWh)	10079,8	10079,8	10079,8	10079,8	10079,8	10079,8
Efficienza topografica (%)	106,5824	95,3656	108,7155	115,6975	114,8303	104,0392
Efficienza lorda (MWh)	10743,3	9612,7	10958,3	11662,1	11574,7	10486,9
Fattore di capacità (CF) lordo (%)	35,5236	31,7850	36,2345	38,5616	38,2726	34,6760
Ore di lavoro lorde (h)	3114,00	2786,28	3176,32	3380,31	3354,97	3039,69
Efficienza del parco (%)	96,7564	97,3299	94,9909	97,8630	95,7195	97,4289
Rendimento del parco (MWh)	10394,8	9356,0	10409,4	11412,9	11079,2	10217,3
Efficienza netta (MWh)	9398,5	8459,2	9411,6	10318,9	10017,2	9238,0
Fattore di capacità (CF) netto (%)	31,0768	27,9711	31,1203	34,1204	33,1229	30,5461
Ore di lavoro nette (h)	2724,19	2451,94	2728,01	2990,99	2903,55	2677,67

**Tabella 8 – Risultati del calcolo dell'energia del parco CE FORENZA.**



## **6. CONCLUSIONI**

La relazione descrive l'analisi anemologica ottenuta attraverso l'utilizzo del software Furow, analizzando serie storiche e dati di bibliografia di riferimento e rappresentative dell'area oggetto di studio in cui è stato possibile calcolare la statistica media del vento a lungo termine.

Eseguendo l'estrapolazione verticale è stato calcolato che il vento a 127 mt ha una velocità media di 6,9 m/s. Sempre utilizzando il software Furow è stata estrapolata la statistica del vento nella posizione di ogni aerogeneratore e, a partire da quest'ultima, è stata calcolata la produzione totale del parco eolico.

La produzione annuale al netto delle perdite è di 141.220 [MWh/anno] e 2.852,95 ore equivalenti.

Si ritiene che i risultati ottenuti dallo studio condotto mediante l'utilizzo di dati storici e di bibliografia analizzati per il tramite del software Furow e, come descritti nei paragrafi precedenti, siano ben rappresentativi delle condizioni reali dell'area oggetto di intervento e della tipologia degli aerogeneratori che si intendono installare.

È possibile altresì asserire che, il risultato ottenuto dallo studio oggetto della relazione è paragonabile ai risultati di altri studi effettuati nell'area in oggetto, a parità delle condizioni progettuali condotte con dati e serie storiche derivanti da torri anemometriche installate in sito.

Si cita solo per confronto lo studio condotto dalla società "IVPC Power8" (riportato in allegato alla presente relazione), basato su dati derivanti da serie storiche di anemometri installati in sito e più precisamente dei dati forniti da un anemometro installato ad una distanza di circa 6/7 km dall'area di interesse, posto su di una torre alta 40 metri (vedi documento allegato I "Relazione Specialistica – Studio anemologico\_A.5\_Parco eolico "36MW nel Comune di Acerenza").

In conclusione, lo studio condotto risulta ben rappresentativo del sito e della tipologia di intervento, e questo permette di affermare che il progetto rispetta i requisiti tecnici minimi in termini di velocità media annua del vento, ore equivalenti e densità volumetrica, rendendo congrua la realizzazione del parco eolico sia dal punto di vista tecnico che economico.



## **ALLEGATO I:**

- **“Relazione Specialistica – Studio anemologico\_A.5\_Parco eolico “36MW nel Comune di Acerenza”\_ società “IVPC Power8 SPA”.**

