

PROPONENTE:

AEI Wind Project VII S.r.l.

Sede in:

Via Savoia n.78 - 00198 Roma (RM)

PEC: aeiwind-settima@legalmail.it

AEI WIND
PROJECT VII S.R.L.

P.I. 16805311004

Via Savoia 78

00198 Roma



PROVINCIA DI
NUORO



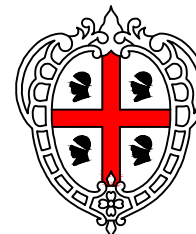
COMUNE DI
NUORO



COMUNE DI
ORANI



COMUNE DI
ORGOSOLO



REGIONE SARDEGNA

OGGETTO:

PROGETTO DEFINITIVO DI UN IMPIANTO EOLICO COMPOSTO DA 10 AEROGENERATORI CON POTENZA COMPLESSIVA DI 66 MW, DENOMINATO "CE NUORO SUD", NEI COMUNI DI ORANI (NU), ORGOSOLO (NU) E NUORO (NU) E OPERE CONNESSE NEI COMUNI DI ORANI (NU), ORGOSOLO (NU) E NUORO (NU)

NOME ELABORATO:

STIMA PRELIMINARE DELLA PRODUCIBILITÀ

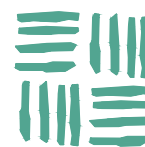
PROGETTO SVILUPPATO DA:

AGREENPOWER s.r.l.

Sede legale: Via Serra, 44

09038 Serramanna (SU) - ITALIA

Email: info@agreenpower.it



agreenpower s.r.l.

GRUPPO DI LAVORO:

Ing. Simone Abis
Dott. Ing. Fabio Sirigu
Dott. Ing. Daniele Cabiddu
Arch. Roberta Sanna
Dott. Gianluca Fadda

COLLABORATORI:

BIA Srl
Geologika Srls
Dott. Nat. Maurizio Medda
Dott. Nat. Francesco Mascia
Dott. Agronomo Vincenzo Sechi
Dott.ssa Archeologa Manuela Simbula
Ing. Federico Miscali
Ing. Luigi Cuccu
Ing. Vincenzo Carboni
Ing. Nicola Sollai

TIMBRO E FIRMA:

SCALA:	CODICE ELABORATO	TIPOLOGIA	FASE PROGETTUALE			
-	REL17	IMPIANTO EOLICO	DEFINITIVO			
FORMATO:						
-						
3						
2						
1						
0	Prima emissione	Gennaio 2024	Agreenpower	Agreenpower	Agreenpower	
REV.	DESCRIZIONE	DATA	REDATTO	CONTROLLATO	APPROVATO	

INDICE

1.	INTRODUZIONE.....	2
1.1	Descrizione del sito.....	2
2.	DESCRIZIONE DELL'INTERVENTO PROGETTUALE	3
2.1	Il progetto	3
2.2	L'aerogeneratore	3
3.	CARATTERISTICHE DEI DATI ANEMOLOGICI	6
3.1	Caratteristiche dei dati	6
4.	ANALISI DEI DATI DEL VENTO	6
4.1	Wind Shear - Profilo verticale	7
4.2	Direzione del vento.....	7
4.3	Velocità media annuale del vento a 155 m	7
4.4	Distribuzione del vento all'altezza del mozzo.....	8
5.	MODELLO DI CALCOLO DELLA RISORSA EOLICA.....	8
5.1	Mappa di elevazione e di orografia	9
5.2	Calcolo energetico	9
5.3	Calcolo energetico - Perdite.....	10
5.4	Risultato del calcolo dell'energia	13
6.	CONCLUSIONI	15

1. INTRODUZIONE

La presente relazione è stata redatta allo scopo di fornire una stima della risorsa ventosa disponibile in sito e della relativa produzione di un impianto eolico, di tipo *grid-connected*, denominato "**CE Nuoro Sud**".

Il progetto prevede l'installazione di nr.10 aerogeneratori modello **Siemens Gamesa SG 6.6 – 170**, con diametro di 170 m, altezza al mozzo 155 m e altezza massima 240 m, ciascuno di potenza pari a 6,6 MW, per complessivi 66 MW di potenza ai fini dell'immissione in rete, e relative opere connesse. L'impianto eolico sarà connesso alla Rete di Trasmissione Nazionale (RTN) tramite elettrodotto interrato, necessario al convogliamento dell'energia elettrica prodotta dall'impianto alla nuova Stazione Elettrica (SE) della RTN 150/36 kV. L'impianto eolico sarà connesso alla rete elettrica in Alta Tensione per mezzo di un collegamento in antenna a 36 kV sulla nuova SE di smistamento della RTN a 150 kV, in località Pratosardo, come da STMG allegata al preventivo di connessione ricevuto da Terna S.p.A.

1.1 Descrizione del sito

L'impianto verrà realizzato su terreni privati ubicati nella parte meridionale del Comune di Nuoro (NU), nella parte orientale del Comune di Orani (NU) e nella parte settentrionale del Comune di Orgosolo (NU). Il percorso dell'elettrodotto di connessione alla Stazione Elettrica della RTN è previsto anch'esso in terreni ubicati in parte nel Comune di Nuoro, Orani e Orgosolo.

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 390 e 690 metri sul livello del mare.

Per quanto riguarda le condizioni climatiche sito specifiche, è stata considerata una temperatura media annua di 14.9 ° C e una densità media dell'aria nel sito all'altezza del mozzo è: $\rho = 1,11 \text{ Kg/m}^3$.

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 omogeneo, in direzione perpendicolare al vento prevalente W/SW.

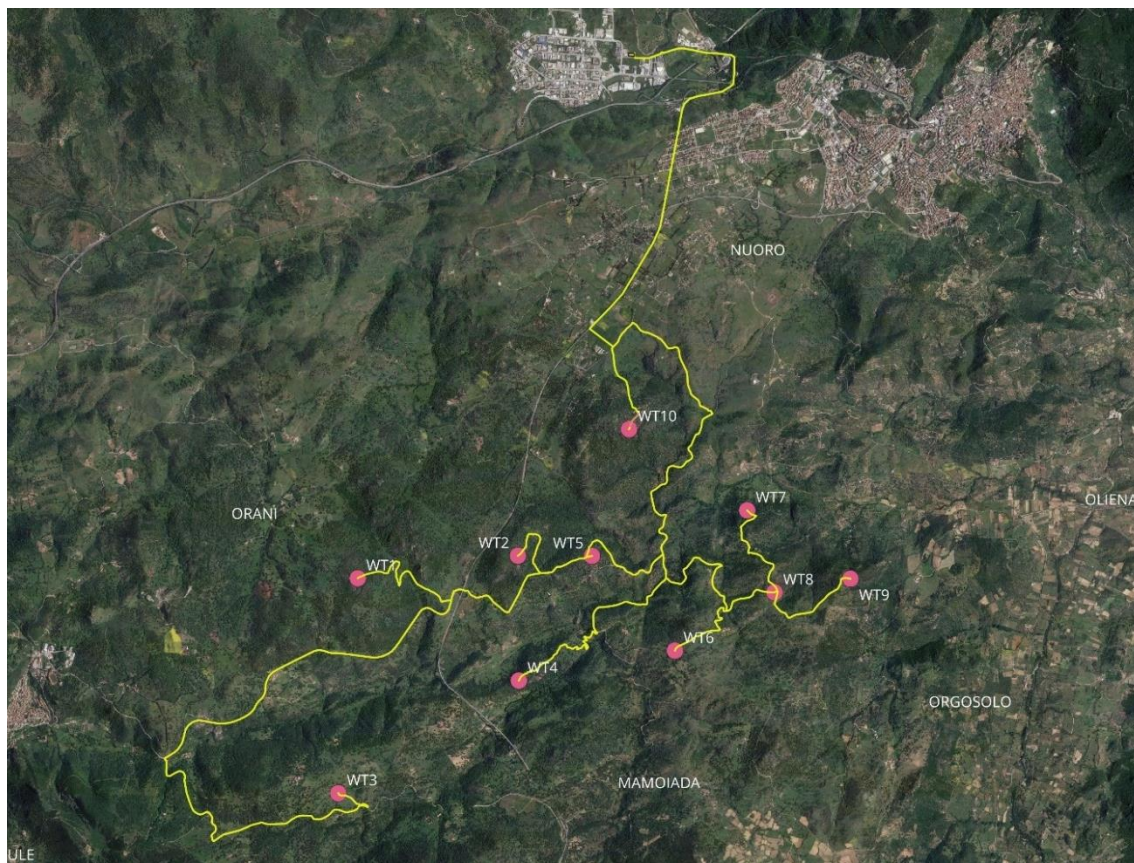


Figura 1: inquadramento geografico dell'area interessata dal progetto CE Nuoro Sud.

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: 66.0 MW;
- potenza del singolo aerogeneratore: 6.6 MW;
- n. 10 aerogeneratori;
- n. 2 cabine di raccolta in campo;
- n. 1 cabina di consegna.

2.2 L'aerogeneratore

L'aerogeneratore previsto per la realizzazione del parco eolico è la turbina da 6.6 MW della **Siemens - Gamesa SG 6.6-170**, le cui caratteristiche principali sono sintetizzate nella tabella seguente.

Tipo di Aerogeneratore	Altezza al mozzo (m)	Diametro rotore (m)	Potenza nominale (kW)
Gamesa SG 6.6-170 - MOD 6,6 MW_v2	155 m	170 m	6600

Tabella 1 – Caratteristiche principali dell'aerogeneratore di progetto

Curva di potenza

La figura 2 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 S.Gamesa.

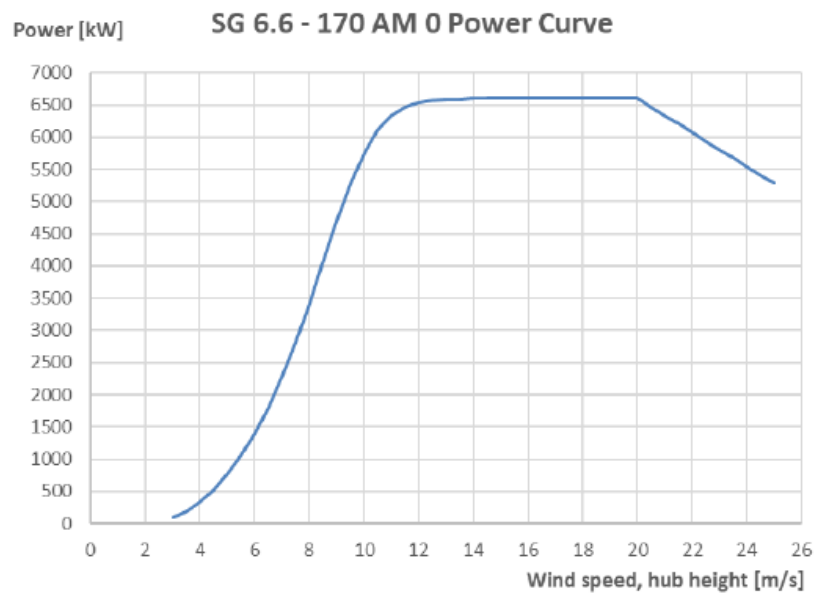


Figura 2 - Curva di potenza Gamesa SG 6.6-170 -MOD 6,6 MW_v2

Curva di spinta

La Figura 3 mostra i valori della curva di spinta per diverse velocità del vento e una densità dell'aria di 1,225 kg/m³.

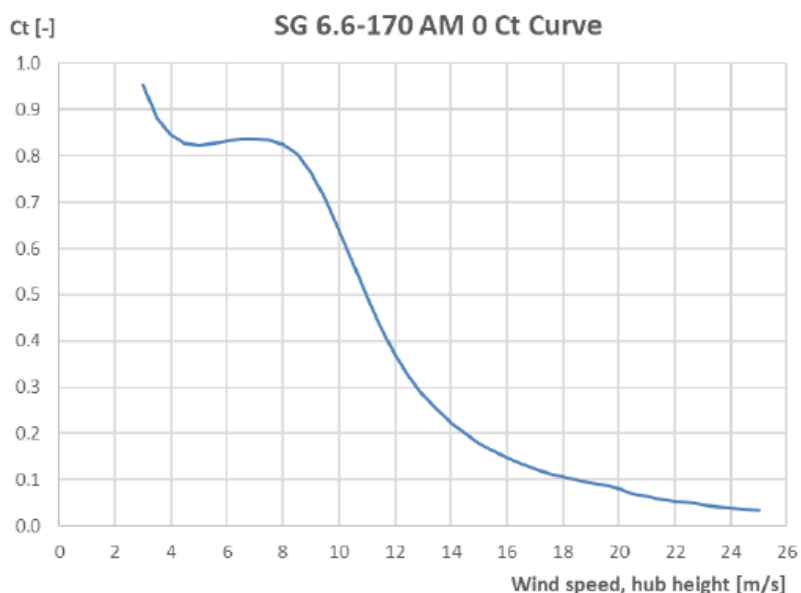


Figura 3 - Curva di spinta Gamesa SG 6.6-170 -MOD 6,6 MW_v2

Dati di input per il calcolo

Analizzando il database ERA-5, è stato effettuato un calcolo di varie altezze a partire da 155 m, che è l'altezza al mozzo dell'aerogeneratore prescelto.

Il software utilizzato per le elaborazioni è il Furow; di seguito vengono descritti i principali 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 della presente relazione è mostrata la mappa di rugosità del sito.

Dati meteorologici: sono stati scaricati i dati di pressione e temperatura ERA-5 a 0 e 2 m dal suolo ed è stata effettuata una estrapolazione per simulare i dati a 155 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 ERA-5.

Per la realizzazione di questo studio preliminare è stata analizzata una serie storica di 5 anni di dati provenienti dal database ERA-5 ad altezze di 2, 10 e 100 m.

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

- coordinate: 40.269352 E, 9.270052 m N Huso 32T;
- altezza al livello del mare: 540 m;
- periodo download dati: 01/01/2015 - 31/12/2022

Velocità/direzione vento	2 m
Velocità/direzione vento	10 m
Velocità/direzione vento	100 m
Temperatura	2 m
Pressione (m s.l.m.)	0 m

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 (%)
01/01/2015	12/31/2022	540	155	0,1

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 Ovest, sia in frequenza che in energia. Questo può essere mostrato nella Figura 4:

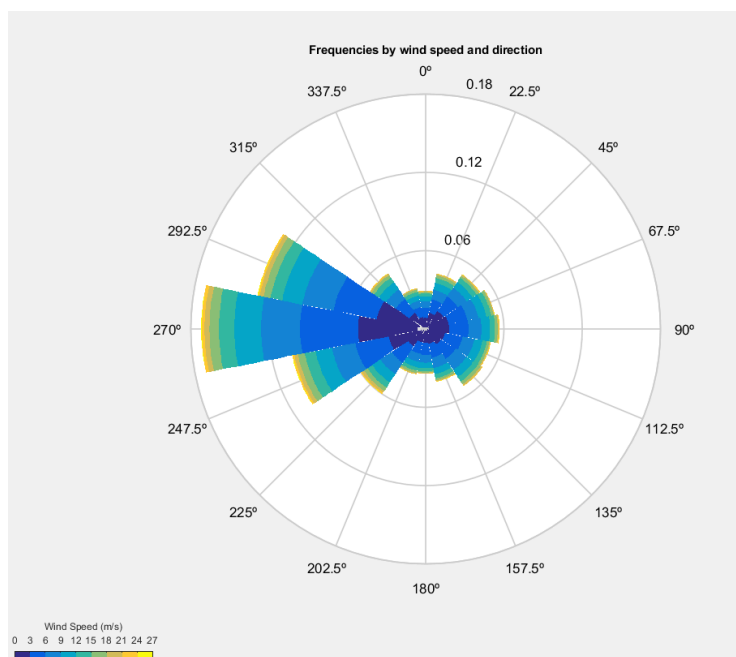


Figura 4 – Rosa dei venti del progetto CE NUORO SUD.

4.3 Velocità media annuale del vento a 155 m

La velocità media annuale del vento a 155 m è stimata a **7.95 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°	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°
0.50 m/s	0.0500	0.0500	0.0500	0.0500	0.0500	0.0500	0.0500	0.0500	0.0500	0.0500	0.0500	0.0500	0.0500	0.0500	0.0500
1.50 m/s	0.1500	0.1500	0.1500	0.1500	0.1500	0.1500	0.1500	0.1500	0.1500	0.1500	0.1500	0.1500	0.1500	0.1500	0.1500
2.50 m/s	0.2500	0.2500	0.2500	0.2500	0.2500	0.2500	0.2500	0.2500	0.2500	0.2500	0.2500	0.2500	0.2500	0.2500	0.2500
3.50 m/s	0.3500	0.3500	0.3500	0.3500	0.3500	0.3500	0.3500	0.3500	0.3500	0.3500	0.3500	0.3500	0.3500	0.3500	0.3500
4.50 m/s	0.4500	0.4500	0.4500	0.4500	0.4500	0.4500	0.4500	0.4500	0.4500	0.4500	0.4500	0.4500	0.4500	0.4500	0.4500
5.50 m/s	0.5500	0.5500	0.5500	0.5500	0.5500	0.5500	0.5500	0.5500	0.5500	0.5500	0.5500	0.5500	0.5500	0.5500	0.5500
6.50 m/s	0.6500	0.6500	0.6500	0.6500	0.6500	0.6500	0.6500	0.6500	0.6500	0.6500	0.6500	0.6500	0.6500	0.6500	0.6500
7.50 m/s	0.7500	0.7500	0.7500	0.7500	0.7500	0.7500	0.7500	0.7500	0.7500	0.7500	0.7500	0.7500	0.7500	0.7500	0.7500
8.50 m/s	0.8500	0.8500	0.8500	0.8500	0.8500	0.8500	0.8500	0.8500	0.8500	0.8500	0.8500	0.8500	0.8500	0.8500	0.8500
9.50 m/s	0.9500	0.9500	0.9500	0.9500	0.9500	0.9500	0.9500	0.9500	0.9500	0.9500	0.9500	0.9500	0.9500	0.9500	0.9500
10.50 m/s	1.0500	1.0500	1.0500	1.0500	1.0500	1.0500	1.0500	1.0500	1.0500	1.0500	1.0500	1.0500	1.0500	1.0500	1.0500
11.50 m/s	1.1500	1.1500	1.1500	1.1500	1.1500	1.1500	1.1500	1.1500	1.1500	1.1500	1.1500	1.1500	1.1500	1.1500	1.1500
12.50 m/s	1.2500	1.2500	1.2500	1.2500	1.2500	1.2500	1.2500	1.2500	1.2500	1.2500	1.2500	1.2500	1.2500	1.2500	1.2500
13.50 m/s	1.3500	1.3500	1.3500	1.3500	1.3500	1.3500	1.3500	1.3500	1.3500	1.3500	1.3500	1.3500	1.3500	1.3500	1.3500
14.50 m/s	1.4500	1.4500	1.4500	1.4500	1.4500	1.4500	1.4500	1.4500	1.4500	1.4500	1.4500	1.4500	1.4500	1.4500	1.4500
15.50 m/s	1.5500	1.5500	1.5500	1.5500	1.5500	1.5500	1.5500	1.5500	1.5500	1.5500	1.5500	1.5500	1.5500	1.5500	1.5500
16.50 m/s	1.6500	1.6500	1.6500	1.6500	1.6500	1.6500	1.6500	1.6500	1.6500	1.6500	1.6500	1.6500	1.6500	1.6500	1.6500
17.50 m/s	1.7500	1.7500	1.7500	1.7500	1.7500	1.7500	1.7500	1.7500	1.7500	1.7500	1.7500	1.7500	1.7500	1.7500	1.7500
18.50 m/s	1.8500	1.8500	1.8500	1.8500	1.8500	1.8500	1.8500	1.8500	1.8500	1.8500	1.8500	1.8500	1.8500	1.8500	1.8500
19.50 m/s	1.9500	1.9500	1.9500	1.9500	1.9500	1.9500	1.9500	1.9500	1.9500	1.9500	1.9500	1.9500	1.9500	1.9500	1.9500
20.50 m/s	2.0500	2.0500	2.0500	2.0500	2.0500	2.0500	2.0500	2.0500	2.0500	2.0500	2.0500	2.0500	2.0500	2.0500	2.0500
21.50 m/s	2.1500	2.1500	2.1500	2.1500	2.1500	2.1500	2.1500	2.1500	2.1500	2.1500	2.1500	2.1500	2.1500	2.1500	2.1500
22.50 m/s	2.2500	2.2500	2.2500	2.2500	2.2500	2.2500	2.2500	2.2500	2.2500	2.2500	2.2500	2.2500	2.2500	2.2500	2.2500
23.50 m/s	2.3500	2.3500	2.3500	2.3500	2.3500	2.3500	2.3500	2.3500	2.3500	2.3500	2.3500	2.3500	2.3500	2.3500	2.3500
24.50 m/s	2.4500	2.4500	2.4500	2.4500	2.4500	2.4500	2.4500	2.4500	2.4500	2.4500	2.4500	2.4500	2.4500	2.4500	2.4500
25.50 m/s	2.5500	2.5500	2.5500	2.5500	2.5500	2.5500	2.5500	2.5500	2.5500	2.5500	2.5500	2.5500	2.5500	2.5500	2.5500

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 il ERA-5. Ai fini della elaborazione di questo studio preliminare è stata considerata una serie storica di 5 anni di dati scaricati dal database ERA-5 a 155 m.

La velocità del vento e le distribuzioni della direzione sono state calcolate sulla base di un periodo di riferimento di 5 anni (dal 01/01/2015 al 31/12/2022).

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 ERA-5 ad un'altezza di 2 e 0 m rispettivamente e sono stati estrapolati ad un'altezza di 155 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 155 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 elevazione e di orografia

Per l'elaborazione dei dati del vento è stata utilizzata una mappa altimetrica con una risoluzione verticale di 25 m e 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

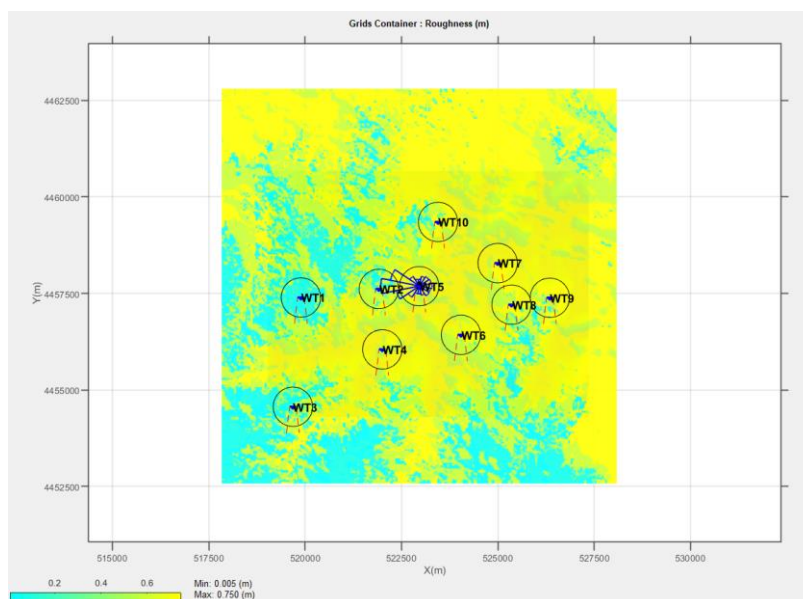


Figura 5 – Rugosità del sito del progetto CE NUORO SUD.

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 NUORO SUD.

Tipo di Turbina	Numero d Turbina	MW total	Rendimento netto (MWh)	Fattore di capacità netto (%)	Ore equivalenti nette (h)
Gamesa SG 6.6-170 -MOD 6,6 MW_v2	10	66.0	216120	37.3551	3274.54

Tabella 5 – Producibilità della risorsa eolica del progetto CE NUORO SUD.

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 1,36%;
- **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 3,2635%;
- **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 0,2%;
- **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 NUORO SUD.

PERDITE PER INDISPONIBILITÀ	
Aerogeneratore (%)	3
Sistema collettamento (%)	0,25
Sottostazione (%)	0,25
Rete (%)	0,25
TOTALE (%)	3,7257
PERDITE ELETTRICHE	
Trasformatore turbina (%)	1
Sistema collettamento (%)	0,25
Sottostazione (%)	0,5
Linea di trasmissione (%)	1,5
Potenza consumata al minimo (%)	0,05
TOTALE (%)	3,2635
PERDITE PER RENDIMENTO AEROGENERATORE	
Adattamento alla curva di potenza (%)	1
Isteresi da venti forti (%)	0,2

Taglio del vento (%)	0,1
TOTALE (%)	1,4941
PERDITE PER DEGRADAZIONE	
Degradazione delle pale (%)	1
Congelamento della lama (%)	0,1
TOTALE (%)	1,2967

Tabella 6 – Riepilogo delle perdite di processo del progetto CE NUORO SUD.

Nella seguente tabella 7 è stata riportata una sintesi dei risultati annuali di produzione CE NUORO SUD stimati da Furow per un periodo di tempo annuale.

L'energia annua generata dai 10 aerogeneratori Siemens Gamesa SG 6.6-170 -MOD 6,6 MW_v2 sarà di **216120 MWh/anno**.

Capacità del parco (MW)	66.0
Numero di turbine	10
Produzione lorda [MWh/anno]	242086
Perdite per scia (%)	1,36
Perdite elettriche (%)	3,2635
Perdite per rendimento dell'aerogeneratore (%)	1,4941
Perdite per indisponibilità (%)	3,72
Perdite per degradazione (%)	1,2967
Produzione netta [MWh/anno]	216120
Fattore di impianto netto(%)	37.3551
Ore equivalenti [h/anno]	3274.54

Tabella 7 – Stima della produzione energetica del parco CE NUORO SUD con 10 turbine Gamesa SG 6.6-170 - MOD 6,6 MW_v2 a 155 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 NUORO SUD.

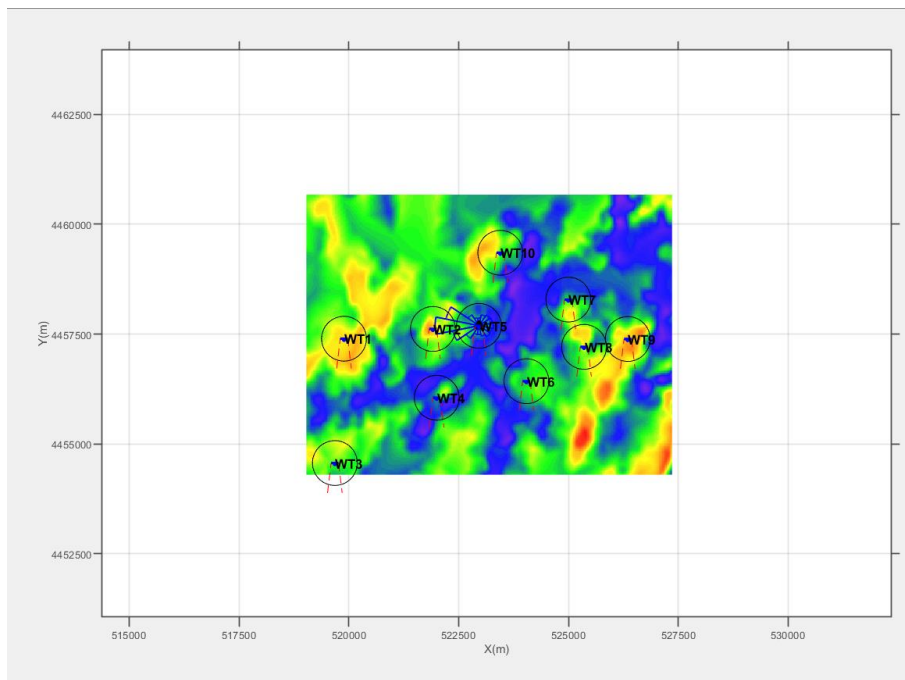


Figura 6 – Posizione delle turbine del progetto CE NUORO SUD.

Nº Turbine	WT1	WT2	WT3	WT4	WT5
Tipo di turbina	Gamesa SG 6.6-170 -MOD 6,6 MW_v2	Gamesa SG 6.6-170 -MOD 6,6 MW_v2	Gamesa SG 6.6-170 -MOD 6,6 MW_v2	Gamesa SG 6.6-170 -MOD 6,6 MW_v2	Gamesa SG 6.6-170 -MOD 6,6 MW_v2
Altezza della turbina (m)	155	155	155	155	155
Diametro della turbina (m)	170	170	170	170	170
Potenza (kW)	6600	6600	6600	6600	6600
X (m)	519890.4	521913.6	519682.5	522001.8	522960.7
Y(m)	4457396.0	4457618.3	4454567.4	4456052.8	4457688.3
Elevazione del terreno (m)	700.0	639.2	635.4	453.6	500.0
Turbina più vicina	WT2	WT5	WT4	WT2	WT2
Distanza dalla turbina più vicina	2035.4	1049.4	2754.1	1568.0	1049.4
Temperatura (°C)	0	0	0	0	0
Pressione (hPa)	1013	1013	1013	1013	1013
Umidità relativa (%)	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN

Densità dell'aria (kg/m ³)	1.107	1.114	1.115	1.135	1.130
Velocità media (m/s)	8.6019	8.5222	7.8851	7.2196	7.5579
Velocità media influenzata (m/s)	8.5789	8.4528	7.8716	7.1749	7.4496
Ambiente TI (%)	16.284	17.406	16.106	17.775	17.826
Totale TI (%)	16.372	17.756	16.137	17.911	18.405
Rendimento ideale (MWh)	23223.3	23223.3	23223.3	23223.3	23223.3
Efficienza topografica (%)	110.9726	110.7383	103.4062	95.3810	99.9784
Efficienza lorda (MWh)	25771.5	25717.1	24014.3	22150.6	23218.3
Fattore di capacità (CF) lordo (%)	44.5445	44.4505	41.5074	38.2861	40.1315
Ore di lavoro lorde (h)	3904.77	3896.53	3638.54	3356.16	3517.92
Efficienza del parco (%)	99.5272	98.5393	99.6865	98.8558	97.3267
Rendimento del parco (MWh)	25649.7	25341.5	23939.0	21897.2	22597.6
Efficienza netta (MWh)	23226.1	22947.0	21677.1	19828.2	20462.4
Fattore di capacità (CF) netto (%)	40.1449	39.6626	37.4676	34.2718	35.3681
Ore di lavoro nette (h)	3519.11	3476.82	3284.41	3004.27	3100.36
	WT6	WT7	WT8	WT9	WT10
Tipo di turbina	Gamesa SG 6.6-170 -MOD 6,6 MW_v2	Gamesa SG 6.6-170 -MOD 6,6 MW_v2	Gamesa SG 6.6-170 -MOD 6,6 MW_v2	Gamesa SG 6.6-170 -MOD 6,6 MW_v2	Gamesa SG 6.6-170 -MOD 6,6 MW_v2
Altezza della turbina (m)	155	155	155	155	155
Diametro della turbina (m)	170	170	170	170	170
Potenza (kW)	6600	6600	6600	6600	6600
X (m)	524042.1	524995.6	525354.5	526349.1	523447.0
Y(m)	4456429.6	4458286.7	4457210.8	4457389.8	4459352.3
Elevazione del terreno (m)	514.6	415.2	544.9	570.3	555.7
Turbina più vicina	WT8	WT8	WT9	WT8	WT5
Distanza dalla turbina più vicina	1527.3	1134.2	1010.6	1010.6	1733.6
Temperatura (°C)	0	0	0	0	0
Pressione (hPa)	1013	1013	1013	1013	1013
Umidità relativa (%)	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN
Densità dell'aria (kg/m ³)	1.128	1.140	1.125	1.122	1.124

Velocità media (m/s)	7.5993	7.4961	8.0607	8.6838	7.9291
Velocità media influenzata (m/s)	7.5254	7.4290	7.9741	8.5872	7.8947
Ambiente TI (%)	18.120	18.338	18.308	18.363	17.874
Totale TI (%)	18.379	18.629	18.733	18.924	17.996
Rendimento ideale (MWh)	23223.3	23223.3	23223.3	23223.3	23223.3
Efficienza topografica (%)	100.4455	98.7734	105.7526	112.5819	104.3967
Efficienza lorda (MWh)	23326.8	22938.5	24559.3	26145.2	24244.4
Fattore di capacità (CF) lordo (%)	40.3189	39.6478	42.4492	45.1905	41.9050
Ore di lavoro lorde (h)	3534.36	3475.52	3721.10	3961.40	3673.39
Efficienza del parco (%)	98.2148	98.3529	98.0843	98.0401	99.2143
Rendimento del parco (MWh)	22910.3	22560.6	24088.8	25632.8	24053.9
Efficienza netta (MWh)	20745.6	20428.9	21812.7	23210.8	21781.1
Fattore di capacità (CF) netto (%)	35.8576	35.3102	37.7019	40.1186	37.6473
Ore di lavoro nette (h)	3143.27	3095.29	3304.95	3516.79	3300.17

Tabella 8 – Risultati del calcolo dell'energia del parco CE NUORO SUD.

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.

Eseguito l'estrapolazione verticale è stato calcolato che il vento a 155 mt ha una velocità media di 7.95 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 **216120[MWh/anno]** e **3274.54 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.

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.