

REGIONE SICILIA

PROVINCIA DI PALERMO

COMUNI DI CASTELLANA SICULA - PETRALIA SOTTANA

PROVINCIA DI CALTANISSETTA

COMUNI DI RESUTTANO - SANTA CATERINA VILLARMOSSA - VILLALBA

Il Committente:



NP Sicilia 7 S.r.l.

Galleria Passarella, 2

20122 MILANO

P.IVA - C.F. 12931930965

Il Progettista:



Titolo del progetto:

PARCO EOLICO "SAN NICOLA"
POTENZA NOMINALE 39,6 MW

Documento:

PROGETTO DEFINITIVO

N° Documento:

NPS7_RES_D06_REL

ID PROGETTO:

TIPOLOGIA:

FORMATO:

A4

TITOLO:

STIMA DI PRODUCIBILITÀ

FOGLIO:

SCALA:

NA:

Rev:	Data	Descrizione Revisione	Redatto	Controllato	Approvato
0					
1	10/06/2024				

	PARCO EOLICO “SAN NICOLA”	 		
	STIMA DI PRODUCIBILITA'	01/07/2024	REV.0	Pag. 1

Sommario

1. INTRODUZIONE	2
1.1. Premessa.....	2
1.2. Inquadramento geografico del sito	3
1.3. Metodologia di analisi.....	7
2. CRITERI ADOTTATI PER LA VALUTAZIONE	11
2.1. Modello digitale orografico	11
2.2. Mappa di rugosità	11
2.3. Ostacoli.....	11
2.4. Densità dell'aria.....	12
2.5. Risorsa eolica	13
2.6. Descrizione dell'aereogeneratore	17
3. CALCOLO E VERIFICA DELLA PRODUZIONE ATTESA.....	20
3.1. Stima della produzione energetica.....	20
3.2. Verifica dell'idoneità del sito	24
3.3. Conclusioni	25

	PARCO EOLICO “SAN NICOLA”			
				
STIMA DI PRODUCIBILITA'		01/07/2024	REV.0	Pag. 2

1. INTRODUZIONE

1.1. Premessa

Il presente documento rappresenta la valutazione preliminare di ventosità e di produzione di energia elettrica del progetto del parco Eolico denominato “San Nicola” da realizzare nel territorio comunale di Resuttano (CL), Santa Caterina Villarmosa (CL), Villalba (CL), Castellana Sicula (PA) e Petralia Sottana (PA), di potenza pari a 36,9 MW.

La presentazione dell’istanza di VIA è stata effettuata in data 05/01/2024, con l’avvio della consultazione pubblica in data 15/02/2024 e avente codice di procedura (ID_VIP7ID_MATTM) 10879.

Gli interventi di cui alla presente variante rispecchiano la volontà della Società proponente, nel pieno spirito di leale collaborazione che la contraddistingue, di voler riscontrare il parere espresso dal CTS n. 199 del 18/04/2024 trasmesso dal Ministero dell’Ambiente e della Sicurezza Energetica, Divisione V – Procedure di valutazione VIA e VAS prot. n. 41809 in data 12/06/2024, con il fine di ottenere il riesame dello stesso. In estrema sintesi, le modifiche apportate al progetto prevedono:

- Soppressione degli aerogeneratori WTG 1, WTG 5 e WTG 7;
- Posizionamento di due nuovi aereogeneratori WTG 8 e WTG 9;
- Ri-tracciamento del percorso del cavidotto interessante il comune di Castellana Sicula (PA), nello specifico il tratto interessante la S.S. n 121 “*La Catanese*” al fine di non interferire con la realizzazione/ammodernamento dell’asse ferroviario Palermo-Catania di cui al “*Lotto 3 – Tratta Lercara Diramazione – Caltanissetta Xirbi*” di Rete Ferroviaria Italiana (RFI) e approvato favorevolmente in via definitiva nella relativa Conferenza dei Servizi.

Il progetto prevede l’installazione di 6 nuovi aerogeneratori, rispetto al progetto originario che ne prevedeva 7, con potenza unitaria di 6,6 MW, ciò porta la potenza complessiva di impianto di 39,6 MW, così collocati all’interno del territorio: le - WTG 2 – WTG 3 - WTG 4 nel comune di Resuttano (CL), le WTG 6, WTG 8 e WTG 9 in quello di Santa Caterina Villarmosa (CL). Per quanto riguarda la viabilità di esercizio, nonché il cavidotto di collegamento alla rete elettrica

	PARCO EOLICO “SAN NICOLA”	 
	STIMA DI PRODUCIBILITA'	01/07/2024 REV.0 Pag. 3

nazionale, interesserà anche i comuni di Villalba (CL), Castellana Sicula (PA) e Petralia Sottana (PA).

Nel territorio comunale di Villalba (CL), inoltre, saranno realizzati: una nuova Cabina Utente di connessione (CU) e un sistema di accumulo (Storage) caratterizzato da una potenza nominale di 30 MW, una potenza installata di 32,194 MW e una capacità di 128, 596 MWh. Entrambe le strutture sono collocate nelle vicinanze dell'area destinata alla realizzazione di una nuova stazione elettrica di trasformazione (SE) 380/150/36 kV della RTN, da inserire in entra – esce sul futuro elettrodotto RTN a 380 kV della RTN “Chiaramonte Gulfi - Ciminna”, previsto nel Piano di Sviluppo Terna, cui raccordare la rete AT afferente alla SE RTN di Caltanissetta.

1.2. Inquadramento geografico del sito

Il sito di installazione è localizzato in Sicilia e precisamente nei Comuni di Resuttano (CL) e Santa Caterina Villarmosa (CL) con soluzione di connessione che interesserà entrambi i comuni, oltre che i comuni di Petralia Sottana (PA), Castellana Sicula (PA) e Villalba (CL).

Complessivamente, l'area si inserisce in ambito agricolo con prevalenza di seminativi.

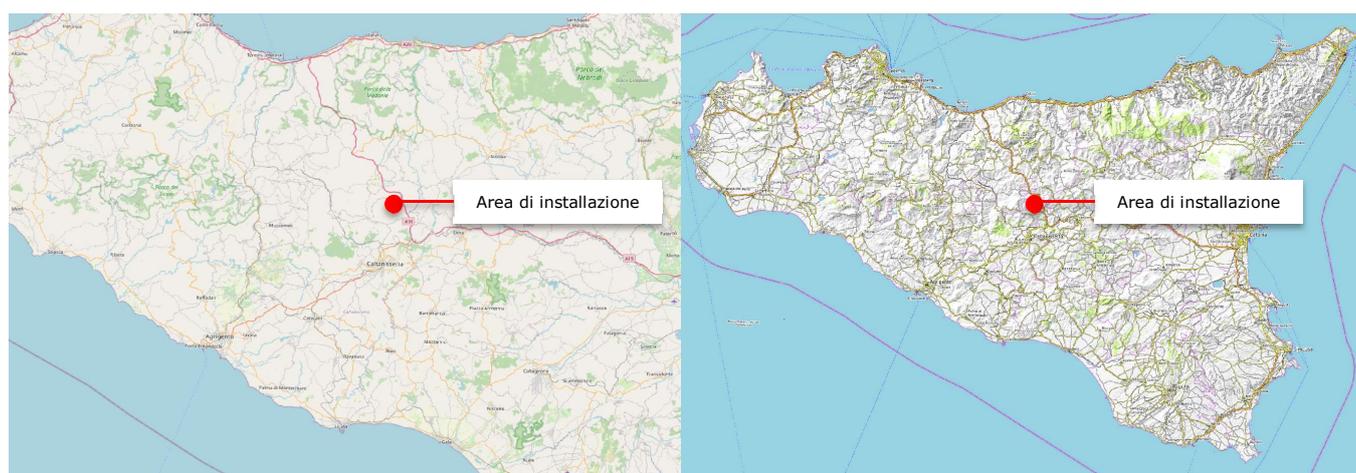


Figura 1: Sito di installazione

Nel suo insieme l'area di progetto risulta essere ben esposta ai venti dominanti soprattutto per le componenti energeticamente più importanti che provengono sostanzialmente dai settori Nord-nordovest ed Est.

La disposizione degli aerogeneratori all'interno dell'area individuata per il parco eolico si è basata su diversi criteri che conciliano il massimo sfruttamento dell'energia del vento con il rispetto dei vincoli paesaggistici e territoriali.



Figura 2: Layout del parco eolico

Di seguito si riportano le coordinate degli aerogeneratori nel sistema di riferimento Geo [deg,min]
- WTG84:

ID Turbina	Comune	Nord	Est	Altezza s.l.m. (m)
WTG02	RESUTTANO	37°38'30.22"	14° 3'51.03"	705
WTG03	RESUTTANO	37°38'10.37"	14° 4'16.86"	714

	PARCO EOLICO "SAN NICOLA"		 	
	STIMA DI PRODUCIBILITA'		01/07/2024	REV.0

WTG04	RESUTTANO	37°37'56.60"	14° 4'39.55"	633
WTG06	SANTA CATERINA VILLARMOSA	37°37'12.47"	14° 5'25.66"	601
WTG08	SANTA CATERINA VILLARMOSA	37°36'56.73"	14° 4'31.20"	574
WTG09	SANTA CATERINA VILLARMOSA	37°37'40.04"	14° 4'5.08"	629

La posizione degli aerogeneratori è stata definita analizzando la distribuzione del potenziale eolico, al fine di ottenere per ogni macchina la massima producibilità e, allo stesso tempo, minimizzare il disturbo causato alle macchine poste in scia ad altre (perdite per effetto scia).

L'area è interessata dalla presenza di altri impianti eolici, le quali turbine saranno considerate nel calcolo delle interferenze e della producibilità; di seguito si riportano le coordinate degli aerogeneratori nel sistema di riferimento Geo [deg,min,sec] - WTG84:

Falck Renewables	Comune	Nord	Est	Altezza s.l.m. (m)
Gamesa G52 850kW	PETRALIA SOTTANA	37°36'46,31"	13°59'44,86"	870
Gamesa G52 850kW	PETRALIA SOTTANA	37°37'07,34"	13°59'47,72"	870
Gamesa G52 850kW	PETRALIA SOTTANA	37°36'46,64"	13°59'34,08"	880
Gamesa G52 850kW	PETRALIA SOTTANA	37°36'36,04"	13°59'25,92"	900
Gamesa G52 850kW	PETRALIA SOTTANA	37°36'42,88"	13°59'28,46"	892
Gamesa G52 850kW	PETRALIA SOTTANA	37°36'59,90"	13°59'34,33"	865
Gamesa G52 850kW	PETRALIA SOTTANA	37°36'32,67"	13°59'18,83"	881
Gamesa G52 850kW	PETRALIA SOTTANA	37°37'32,69"	13°59'47,37"	880
Gamesa G52 850kW	PETRALIA SOTTANA	37°37'12,75"	13°59'34,61"	850
Gamesa G52 850kW	PETRALIA SOTTANA	37°36'48,06"	13°59'17,28"	884
Gamesa G52 850kW	PETRALIA SOTTANA	37°36'54,64"	13°59'20,87"	870

Gamesa G52 850kW	PETRALIA SOTTANA	37°36'40,98"	13°59'12,26"	861
Gamesa G52 850kW	PETRALIA SOTTANA	37°36'30,85"	13°59'04,99"	827
Gamesa G52 850kW	PETRALIA SOTTANA	37°37'02,23"	13°59'20,49"	850
Gamesa G52 850kW	PETRALIA SOTTANA	37°37'27,61"	13°59'35,20"	869
Gamesa G52 850kW	PETRALIA SOTTANA	37°37'38,77"	13°59'34,79"	926
Gamesa G52 850kW	PETRALIA SOTTANA	37°37'45,08"	13°59'37,75"	910
Gamesa G52 850kW	PETRALIA SOTTANA	37°37'35,81"	13°59'27,11"	910
Gamesa G52 850kW	PETRALIA SOTTANA	37°37'18,48"	13°59'07,65"	890
Gamesa G52 850kW	PETRALIA SOTTANA	37°36'34,21"	13°58'31,80"	889
Gamesa G52 850kW	PETRALIA SOTTANA	37°36'32,76"	13°58'25,25"	890
Gamesa G52 850kW	PETRALIA SOTTANA	37°36'29,83"	13°58'20,01"	881
Gamesa G52 850kW	PETRALIA SOTTANA	37°36'26,95"	13°58'14,33"	876
Gamesa G52 850kW	PETRALIA SOTTANA	37°36'24,27"	13°58'07,68"	852
Gamesa G52 850kW	PETRALIA SOTTANA	37°36'20,33"	13°57'59,60"	821
Gamesa G52 850kW	PETRALIA SOTTANA	37°36'12,80"	13°57'52,98"	783

	<p align="center">PARCO EOLICO “SAN NICOLA”</p>	 		
	<p align="center">STIMA DI PRODUCIBILITA'</p>	<p align="center">01/07/2024</p>	<p align="center">REV.0</p>	<p align="center">Pag. 7</p>

1.3. Metodologia di analisi

Il calcolo della produzione di energia elettrica di un impianto eolico è cruciale per la fattibilità del progetto, nello specifico vengono usati modelli di simulazione.

La produzione di energia eolica da un aerogeneratore in un dato istante è calcolata con la seguente equazione:

$$P = \frac{1}{2} \rho AV^3 \cdot C_p$$

dove:

- ✓ P è la potenza;
- ✓ ρ è la densità dell'aria;
- ✓ V è la velocità del vento;
- ✓ A è l'area spazzata dal rotore;
- ✓ C_p è il coefficiente di potenza.

Il programma utilizzato è Wind Pro con implementazione di WAsP che è uno dei principali e più completi strumenti di analisi del vento attualmente disponibile sul mercato.

Il software è stato usato per la creazione dell'atlante europeo del vento che mira a stabilire la base meteorologica per la valutazione dei potenziali eolici. Il funzionamento del software è piuttosto semplice:

- ✓ i dati di input necessari sono:
 - ❖ modello digitale del terreno;
 - ❖ rugosità del terreno;
 - ❖ eventuali ostacoli;
 - ❖ densità dell'aria;
 - ❖ risorsa eolica dell'area considerata;
 - ❖ tipologia e caratteristiche dell'aerogeneratore.
- ✓ l'output è costituito dal cosiddetto calcolo Park ovvero la producibilità annua di un singolo aerogeneratore e dell'intero parco eolico portando in conto le eventuali interferenze dovute all'effetto scia e l'eventuale presenza di ostacoli che possono alterare la distribuzione del vento.

Il software Wind Pro utilizza come piattaforma di calcolo WAsP, arricchendolo di altre funzionalità di verifica e di correlazione tra i dati quali il modulo MCP (measure-correlate-predict), che consente di mettere in relazione tra loro i dati di diverse stazioni di misura e sfruttare serie storiche di lungo periodo per avere una climatologia con basse incertezze. In generale il modulo mette in relazione set di dati di sensori differenti che possono appartenere anche allo stesso anemometro, con lo scopo di ricostruire dati mancanti ad una data altezza.

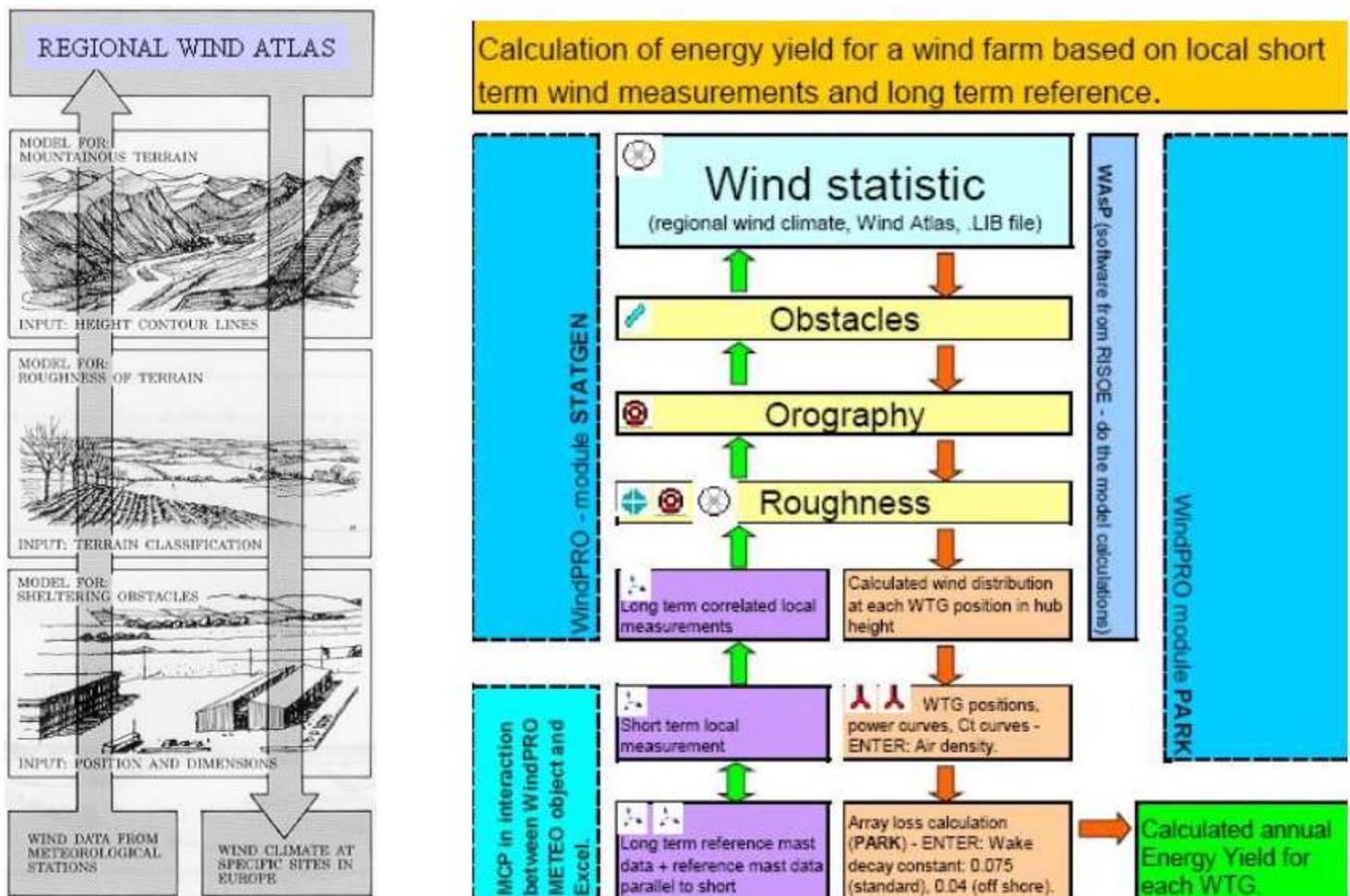


Figura 3: Diagramma di flusso del programma Wind Pro/WAsP

Il modulo Park è in grado di calcolare, offrendo diversi modelli alternativi, le perdite di scia dovute all'effetto di copertura reciproca tra aerogeneratori. L'equazione fondamentale per calcolare le perdite in scia dietro il rotore è:

$$v = u \left[1 - \frac{2}{3} \left(\frac{R}{R + \alpha x} \right)^2 \right]$$

dove:

- ✓ v è la velocità del vento ad una distanza x dietro il rotore;
- ✓ u è la velocità del vento libero subito a monte del rotore;
- ✓ R è il raggio del rotore;
- ✓ α è la costante di decadimento di scia;
- ✓ 2/3 è un valore approssimato del parametro Ct nel modello di calcolo; il valore esatto di Ct è usato in ciascun intervallo di velocità del vento.

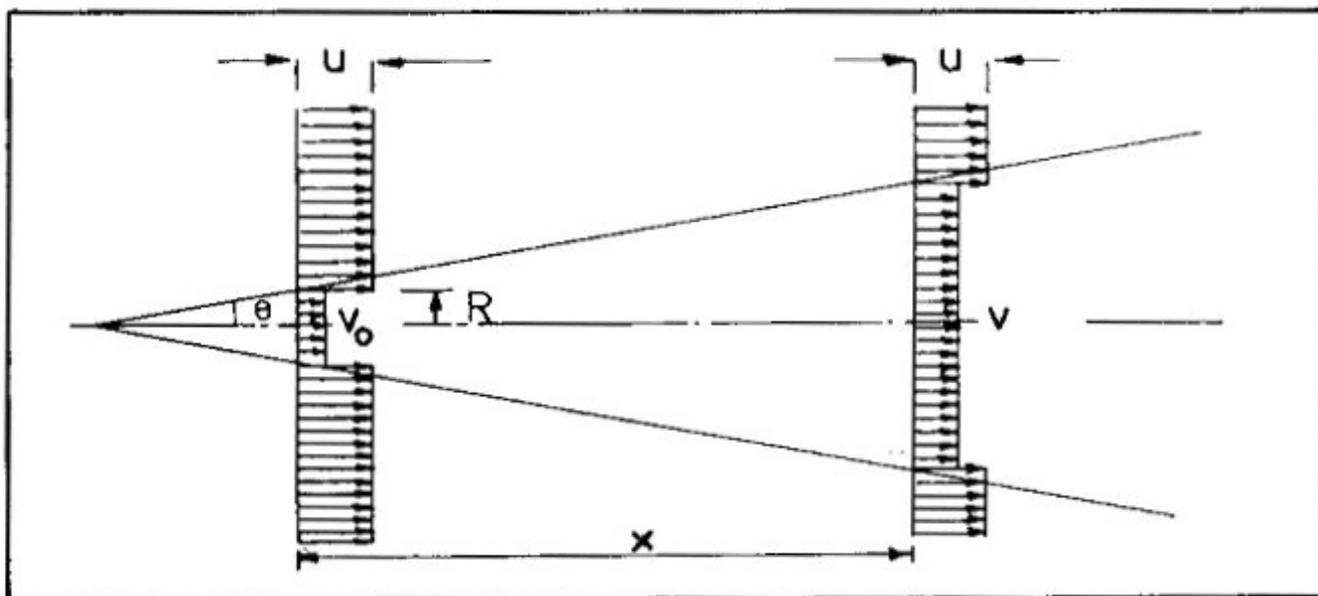


Figura 4: Modello semplificato delle perdite di scia oltre una turbina

La costante di decadimento è una misura dell'allargamento del "cono d'ombra" a valle della turbina. Essa è definita come l'allargamento in metri per metro a valle del rotore, dipende dalla turbolenza e quindi dalla classe di rugosità.

La Commissione Elettrotecnica Internazionale (IEC) stabilisce i requisiti standard di progettazione. La Norma IEC 61400-1 Ed.3 specifica le classi di progettazione con associate le

relative velocità del vento estreme ed intensità di turbolenza. Modelli di turbolenza ed altre condizioni ambientali, quali la complessità topografica, sono altresì specificati come illustrato nella tabella che segue:

Wind turbine class	I	II	III	S
V_{ave} (m/s)	10	8.5	7.5	User defined
V_{ref} (m/s)	50	42.5	37.5	
$V_{50,gust}$ (m/s)	70	59.5	52.5	
I_{ref}	A	0.16		
	B	0.14		
	C	0.12		

dove:

- ✓ V_{ref} è la velocità del vento di riferimento media su 10 minuti con un periodo di ricorrenza di 50 anni e rappresenta il parametro estremo di base utilizzato per definire le classi delle turbine eoliche (per una turbina progettata in classe S con una velocità di riferimento V_{ref} , si intende che essa è progettata per resistere climi per cui la media estrema della velocità del vento media 10min con un periodo di ricorrenza di 50 anni è inferiore o uguale a V_{ref});
- ✓ A indica la categoria con caratteristiche di turbolenza superiori;
- ✓ B indica la categoria con caratteristiche di turbolenza medie;
- ✓ C indica la categoria con caratteristiche di turbolenza inferiori;
- ✓ I_{ref} è il valore atteso dell'intensità della turbolenza a 15 m/s.

	PARCO EOLICO “SAN NICOLA”			
		STIMA DI PRODUCIBILITA'	01/07/2024	REV.0

2. CRITERI ADOTTATI PER LA VALUTAZIONE

2.1. Modello digitale orografico

Il modello digitale del terreno DTM (Digital Terrain Model) è stato estrapolato dal grid disponibile in download dal satellite, georeferenziato, sovrapposto, confrontato e adeguato con le curve di livello presenti sulla cartografia ufficiale IGM 1:25000 con uno step di 10 m. Il modello digitale ottenuto copre l'intera area e trova un buon riscontro con l'andamento orografico verificato in sito.

2.2. Mappa di rugosità

La rugosità superficiale, determinata principalmente dall'altezza e tipologia di vegetazione che ricopre l'area di interesse, gioca un ruolo fondamentale per la variabilità della velocità del vento anche alle altezze del mozzo degli aerogeneratori. Informazioni di rugosità sono rese disponibili dal progetto “Corinne Land Cover 2018” che ricopre, attraverso l'ausilio di satelliti, gran parte della superficie terrestre. La mappa di rugosità, ottenuta attraverso l'ausilio del progetto citato, è stata integrata con le informazioni aggiuntive e di dettaglio ottenute ed annotate durante l'ispezione di sito e attraverso l'integrazione e sovrapposizione di carte aerofotogrammetriche.

2.3. Ostacoli

Gli ostacoli (edifici, siepi, etc.), più alti di $\frac{1}{4}$ dell'altezza del mozzo e non distanti oltre i 1000 metri da ogni singolo aerogeneratore andrebbero trattati come locali e non come elementi di rugosità, influenzano il flusso del vento e modificano di conseguenza la produzione del parco eolico.

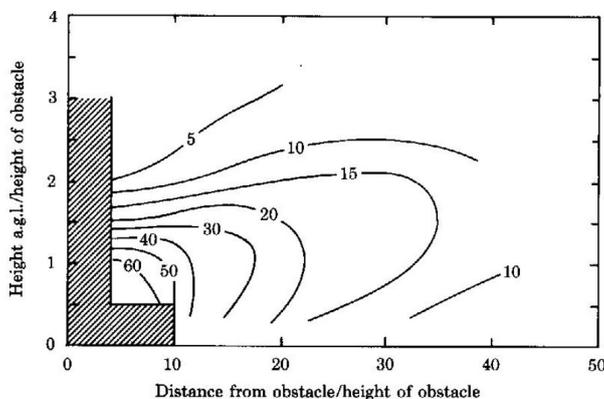


Figura 5: Riduzione percentuale della velocità del vento in presenza di ostacoli

Durante il sopralluogo non è emersa la presenza di particolari e significati ostacoli nell'area.

2.4. Densità dell'aria

La densità dell'aria in sito è stata calcolata basandosi sui dati climatologici, disponibili nel database di WindPro, relativi alla stazione più vicina all'area di progetto.

Select air density calculation method

Elevation depending air density

Temperature base values

Temperature data from climate station database Climate database ENNA ITALY

Manual input of temperature data

Elevation m a.s.l. Annual mean temperature °C

Pressure base values

Pressure calculated from elevation

Manual input of pressure data (Must be used with care)

Elevation m a.s.l. Pressure hPa Compare to standard values (0 m and 1013 hPa) %

Other settings

Relative humidity %

Example

Terrain elevation m a.s.l. + Hub height m a.g.l. = m a.s.l.

Temperature °C Pressure hPa Air density kg/m³ % of STANDARD

[View windPRO Documentation: Air Density](#)

Figura 6: Caratteristiche della stazione di riferimento per il calcolo della densità dell'aria

2.5. Risorsa eolica

La risorsa eolica specifica del sito è stata valutata utilizzando una griglia di dati mesoscala disponibili dal database EMD del software WindPro.

Al fine di effettuare una correzione di lungo periodo delle misure di ventosità, sono state selezionate diverse fonti di dati mesoscala, con l'obiettivo di mettere in luce eventuali inconsistenze o cambi di tendenza. Questa metodologia permette inoltre di ridurre il rischio di commettere errori di stima della velocità di lungo periodo utilizzando un unico set di dati.

In particolare, ogni set di dati ha una durata da gennaio 1993 ad agosto 2019 ed include queste informazioni con intervallo di tempo orario:

- ✓ Direzione del vento ad un'altezza pari a 10m, 25, 50m, 75m, 100m, 150m e 200m;
- ✓ Velocità del vento ad un'altezza pari a 10m, 25, 50m, 75m, 100m, 150m e 200m;
- ✓ Temperatura ad un'altezza pari a 2m;
- ✓ Umidità relativa ad un'altezza pari a 2m.

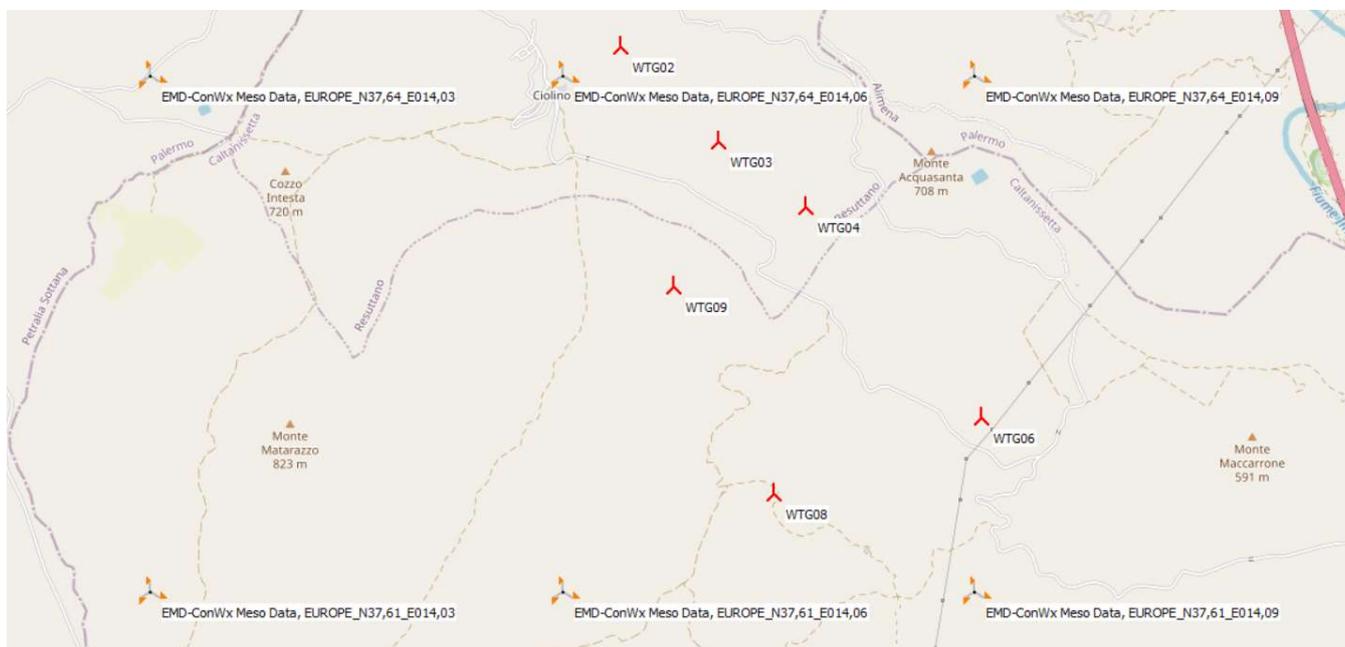


Figura 7: Posizione delle stazioni EMD-ConWx Mesodata Europe

	PARCO EOLICO "SAN NICOLA"	 		
	STIMA DI PRODUCIBILITA'	01/07/2024	REV.0	Pag. 14

Di seguito si riportano le coordinate delle sei stazioni mesoscala nel sistema di riferimento Geo [deg,min] - WTG84:

Stazione mesoscala	Nord	Est	Altezza s.l.m. (m)
EMD-ConWx Mesodata Europe_N37,61_E14,03	37°36'36,00"	14°01'48,00"	636
EMD-ConWx Mesodata Europe_N37,61_E14,06	37°36'36,00"	14°03'36,00"	575
EMD-ConWx Mesodata Europe_N37,61_E14,09	37°36'36,00"	14°05'24,00"	408
EMD-ConWx Mesodata Europe_N37,64_E14,03	37°38'24,00"	14°01'48,00"	736
EMD-ConWx Mesodata Europe_N37,64_E14,06	37°38'24,00"	14°03'36,00"	627
EMD-ConWx Mesodata Europe_N37,64_E14,09	37°38'24,00"	14°05'24,00"	567

I dati mesoscala EMD-ConWX Europe sono ottenuti tramite un modello numerico mesoscala ad alta risoluzione spaziale di 0,03°x 0,03°, corrispondente a circa 3 km x 3 km, con una risoluzione temporale oraria. I dati utilizzati per le condizioni al contorno sono i dati di rianalisi ERA-Interim forniti dal Centro Europeo per le Previsioni Meteorologiche di Medio Termine.

Questi dati ricoprono gran parte dell'Europa, inclusa la Turchia e l'Ucraina, ad esclusione dell'estremità a nord della Scandinavia. I dati sono disponibili per circa 20 anni e sono aggiornati mensilmente con circa 3 mesi di ritardo, a causa della disponibilità dei dati ERA-Interim.

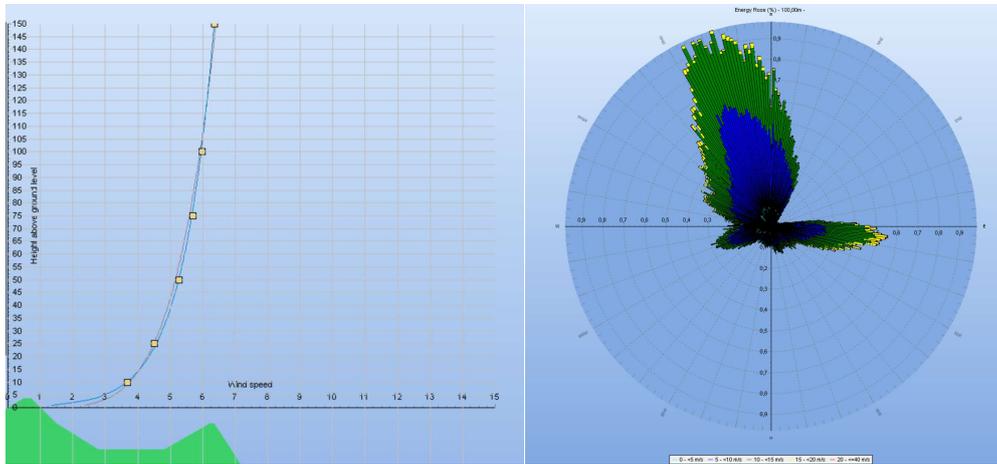


Figura 8: Caratteristiche della stazione EMD-ConWx Mesodata Europe_N37,61_E14,03

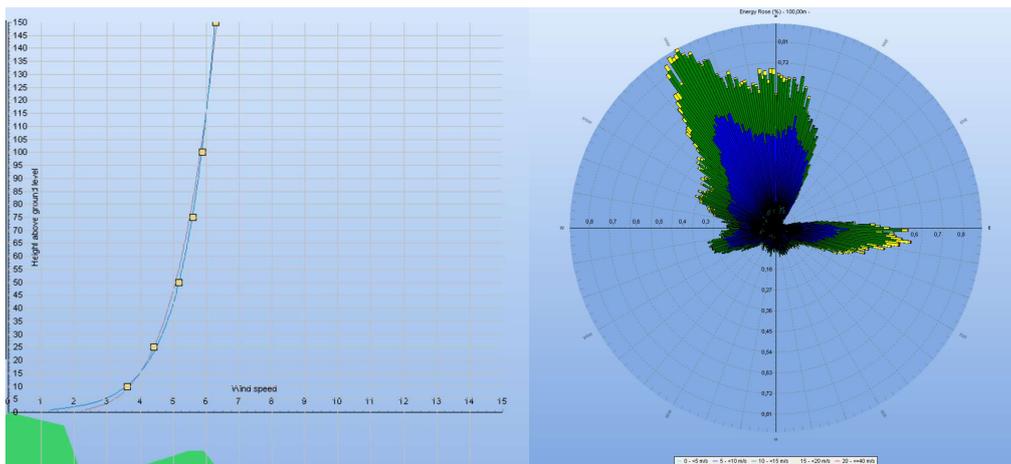


Figura 9: Caratteristiche della stazione EMD-ConWx Mesodata Europe_N37,61_E14,06

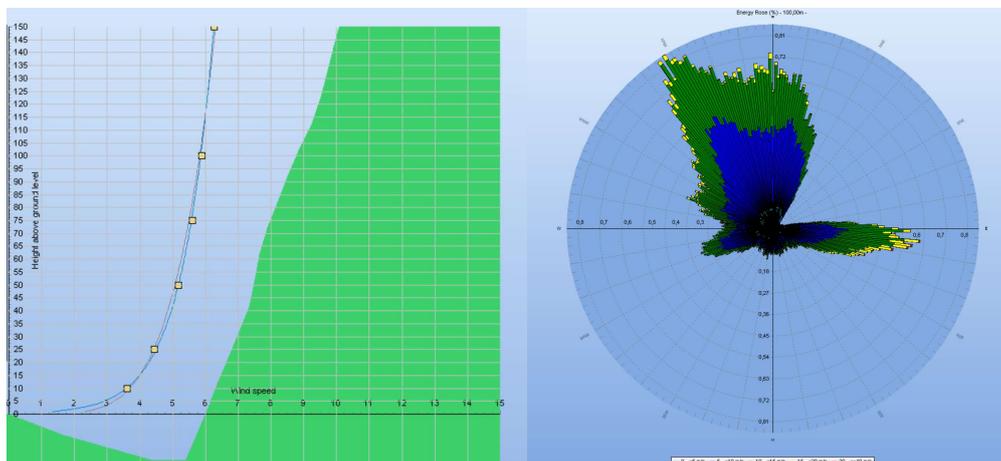


Figura 10: Caratteristiche della stazione EMD-ConWx Mesodata Europe_N37,61_E14,09

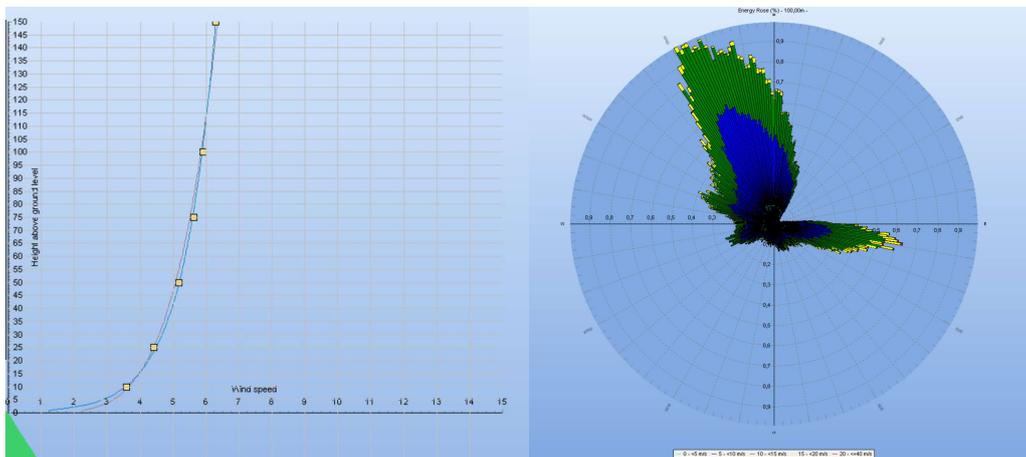


Figura 11: Caratteristiche della stazione EMD-ConWx Mesodata Europe_N37,64_E14,03

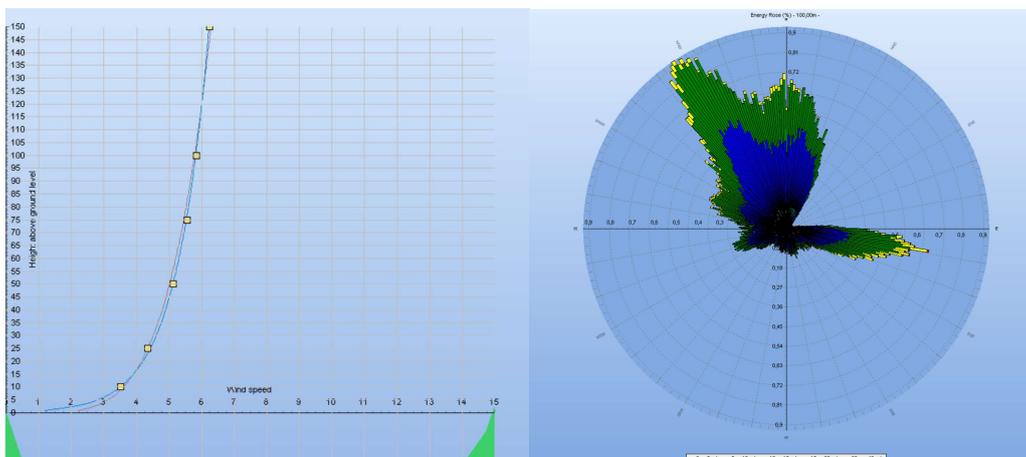
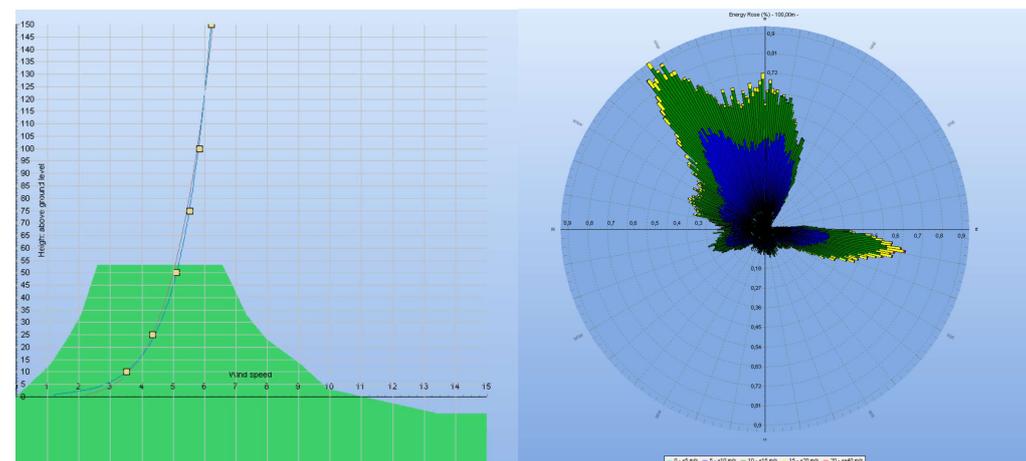


Figura 12: Caratteristiche della stazione EMD-ConWx Mesodata Europe_N37,64_E14,06



	PARCO EOLICO “SAN NICOLA”			
		STIMA DI PRODUCIBILITA'	01/07/2024	REV.0

Figura 13: Caratteristiche della stazione EMD-ConWx Mesodata Europe_N37,64_E14,09

Al fine di calcolare le condizioni di ventosità del sito all'altezza del mozzo degli aerogeneratori è necessario effettuare un'estrapolazione verticale a partire dai dati ottenuti alla massima altezza di misura. È stato eseguito un confronto tra l'esponente del profilo verticale (wind shear) misurato e quello calcolato dal modello computazionale WAsP, pesato sulla frequenza di ogni settore. L'esponente di profilo verticale è definito dalla legge esponenziale seguente:

$$U_2 = U_1 \cdot \left(\frac{h_2 - D}{h_1 - D} \right)^\alpha$$

dove:

- ✓ α è l'esponente di "wind shear" secondo la legge di potenza;
- ✓ U è la velocità media del vento;
- ✓ h è l'altezza sul livello del suolo;
- ✓ D è l'altezza dello spostamento effettivo del flusso.

2.6. Descrizione dell'aerogeneratore

L'aerogeneratore scelto per il progetto è il modello SG6.6-170 Siemens-Gamesa, di potenza pari a 6,6 MW qui di seguito sono elencate le specifiche tecniche:

GENERALI	
Temperatura di funzionamento a piena potenza	-30°C / +50 °C
Temperatura di declassamento da raggiungere	+50 °C
Temperatura operativa STW	-20 °C / +40 °C
Temperatura CW	Full power: -30 °C to 40 °C, survive -40 °C a 50 °C
Certificazioni	IEC 61400-1

	PARCO EOLICO “SAN NICOLA”	 		
	STIMA DI PRODUCIBILITA'	01/07/2024	REV.0	Pag. 18

Tipologia turbina	Rotore tripala ad asse orizzontale
Regolazione della potenza	Regolazione attiva singola pala
Potenza nominale	6600 kW
Velocità massima delle lame	1120 rpm-6p (50Hz) 1344 rpm-6p (60Hz)
Condizioni del vento secondo IEC 61400 1 (ed. 3) per il range di temperatura standard	7.5 m/s
Vita di funzionamento stimata	≥20 anni

TORRE

Tipologia	SG 6.6-170
Altezza all' Hub	115 – 125 m
Classe vento	IEC IIIA-IIIIB
Numero di lame	3

ROTORE

Diametro rotore	170,0 m
Area spazzata	22698 m ²
Potenza su superficie nominale	290,77 W/m ²
Regolazione della potenza	Regolazione del pitch e della coppia con velocità variabile
Tilt Rotore	6°

PALE DEL ROTORE

	PARCO EOLICO "SAN NICOLA"	 		
	STIMA DI PRODUCIBILITA'	01/07/2024	REV.0	Pag. 19

Materiale	G (Glassfiber) – CRP (Carbon Reinforced Plastic)
Lunghezza totale	83,5 m

IMPIANTO ELETTRICO	
Potenza nominale PnG	6600 kW
Voltaggio nominale (rotore/statore)	690/6600 V
Potenza reattiva	6600 kVA
Fattore di potenza standard	±0.90
Frequenza	50 / 60 Hz
Isolamento	Esterno
Tensione nominale OV, Ur	690 V
Tensione nominale massima OV, dipendente dalla rete a 36 kV, Ur	20 kV / 40,5 kV
Corrente nominale	630 A
Velocità nominale	1120 rpm-6p (50Hz) 1344 rpm-6p (60Hz)
Deriva Frequenza max	4 Hz/sec
Squilibrio di tensione max	<5 %

	PARCO EOLICO “SAN NICOLA”			
		STIMA DI PRODUCIBILITA'	01/07/2024	REV.0

3. CALCOLO E VERIFICA DELLA PRODUZIONE ATTESA

3.1. Stima della produzione energetica

La variazione della velocità del vento al sito è stata stimata utilizzando il software WAsP, sviluppato dal Dipartimento di Energia Eolica del Laboratorio Nazionale del Risø in Danimarca (DTU Wind Energy Department), mediante l'interfaccia del software WindPRO, sviluppato dalla società EMD della Danimarca. Il modello fluidodinamico del vento, inizializzato a partire dalle condizioni misurate nella posizione delle torri anemometriche, è stato usato per predire la velocità del vento di lungo termine nelle posizioni dei singoli aerogeneratori.

La stima di produzione energetica è stata effettuata utilizzando i dati tecnici della turbina e le caratteristiche dell'area convolta, oltre alla densità dell'aria specifica di sito che incide sulla performance ed adattamento della curva di potenza. Nel calcolo eseguito si è tenuto in conto anche del deficit di produzione legato alle perdite tecniche stimate nella percentuale del 8,1% e delle perdite di scia.

	PARCO EOLICO "SAN NICOLA"	 		
	STIMA DI PRODUCIBILITA'	01/07/2024	REV.0	Pag. 21

Setup

AEP scaled to a full year based on number of samples
Scaling factor from 26,7 years to 1 year: 0,038

Calculation performed in UTM (north)-WGS84 Zone: 33
At the site centre the difference between grid north and true north is: -0,3°

Wake

Wake Model: N.O. Jensen (R150/EMD) Park 2 2018

Wake decay constant

Wake decay constant: 0,090 DTU default onshore Hub height independent

Reference WTG: Parco eolico Resuttano/Santa Caterina Villarmosa - WTG02 Siemens-Gamesa SG170

Scaler/wind data

Name	EMD Default Meso Scaler
Terrain scaling	Meso-scale Data Downscaling
Micro terrain flow model	WAsP IBZ from Site Data
Used period	01/01/1993 01:00:00 - 31/08/2019
Meteo object(s)	Anemometro virtuale - Resuttano/Santa Caterina Villarmosa - EMD-ConWx Meso Data, EUROPE_N37,64_E014,06 Anemometro virtuale - Resuttano/Santa Caterina Villarmosa - EMD-ConWx Meso Data, EUROPE_N37,64_E014,09 Anemometro virtuale - Resuttano/Santa Caterina Villarmosa - EMD-ConWx Meso Data, EUROPE_N37,61_E014,09 Anemometro virtuale - Resuttano/Santa Caterina Villarmosa - EMD-ConWx Meso Data, EUROPE_N37,61_E014,06 Anemometro virtuale - Resuttano/Santa Caterina Villarmosa - EMD-ConWx Meso Data, EUROPE_N37,64_E014,03 Anemometro virtuale - Resuttano/Santa Caterina Villarmosa - EMD-ConWx Meso Data, EUROPE_N37,61_E014,03
Horizontal interpolation	Take nearest
Displacement height	Omnidirectional from objects
WAsP version	WAsP 12 Version 12.09.0034

Power correction (All new WTGs)

Power curve correction (adjusted IEC method, improved to match turbine control)

	Min	Max	Avg	Corr. [%]	Neg. corr. [%]	Pos. corr. [%]
Air density						
From air density settings [°C]	13,0	13,7	13,4			
From air density settings [hPa]	920,1	932,3	926,1			
Resulting air density [kg/m³]	1,120	1,132	1,126			
Relative to 15°C at sea level [%]	91,4	92,4	91,9	-5,7	-5,7	0,0

Parco eolico on-shore Resuttano-Santa Caterina Villarmosa	Siemens-Gamesa SG170
Modello utilizzato	WASP
Numero WTG [n°]	6
Altezza torre [m]	115 & 125
Diametro rotore [m]	170
Altezza massima al tip [m]	200 & 210
Potenza unitaria [MW]	6,6
Potenza complessiva installata [MW]	39,6
Vento medio all'hub [m/s]	6,23
Densità dell'aria [kg/m³]	1,126
GROSS [MWh/y]	111.363
AEP [MWh/y]	107.273
Park efficiency [%]	96,33%
Perdite in scia [%]	3,67%
Resuttano WTG02 [%]	1,54%
Resuttano WTG03 [%]	3,95%
Resuttano WTG04 [%]	4,76%
Santa Caterina Villarmosa WTG06 [%]	2,38%
Santa Caterina Villarmosa WTG08 [%]	4,46%
Santa Caterina Villarmosa WTG09 [%]	5,11%
Stima perdite complessive [%]	-8,1%
Disponibilità aerogeneratori [%]	-3,0%
Efficienza elettrica [%]	-2,0%
Efficienza dell'impianto [%]	-1,0%
Cause ambientali [%]	-1,0%
Disponibilità della rete [%]	-0,7%
Altro [%]	-0,7%
Dettaglio turbine - P50	
Resuttano WTG02 [MWh]	17.019
Resuttano WTG03 [MWh]	17.568
Resuttano WTG04 [MWh]	14.905
Santa Caterina Villarmosa WTG06 [MWh]	17.138
Santa Caterina Villarmosa WTG08 [MWh]	15.632
Santa Caterina Villarmosa WTG09 [MWh]	16.288
Energia netta in rete - P50 [MWh/y]	98.550
Ore equivalenti [ore]	2.489
Capacity factor [%]	28,4%
Energia netta in rete - P75 [MWh/y]	91.745,6
Ore equivalenti [ore]	2.317
Capacity factor [%]	26,4%
Energia netta in rete - P90 [MWh/y]	85.621,6
Ore equivalenti [ore]	2.162
Capacity factor [%]	24,7%

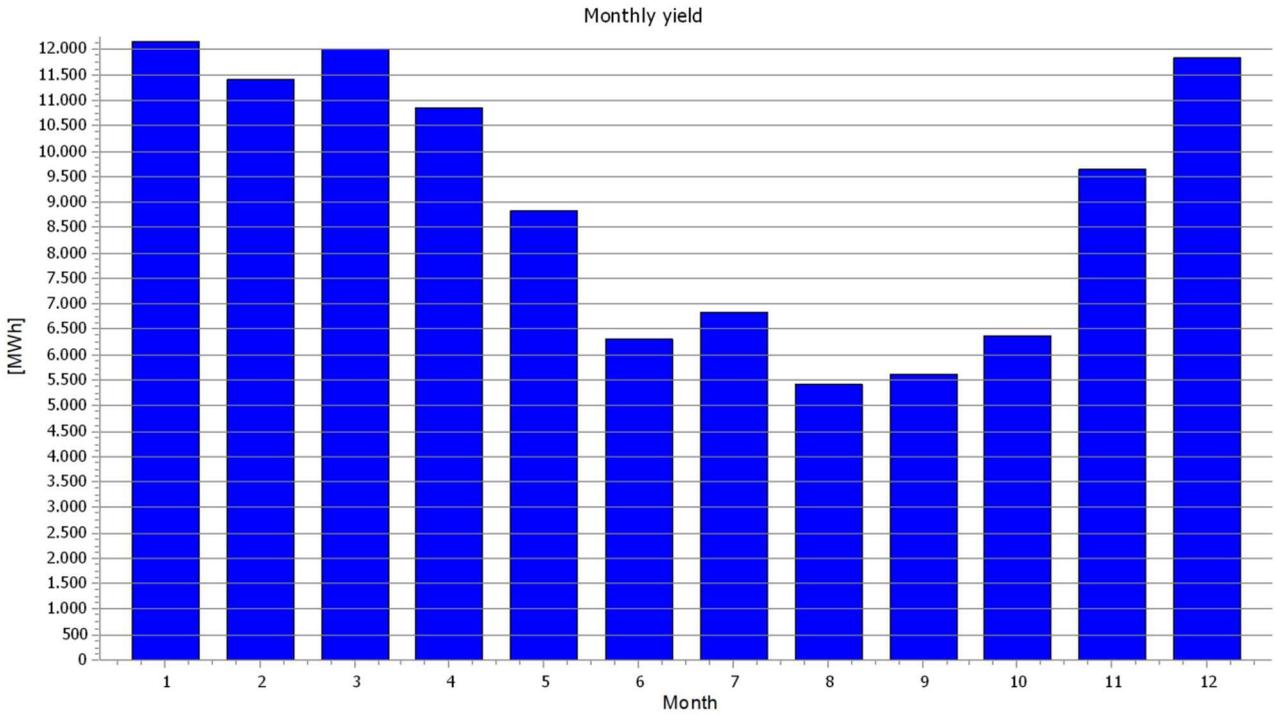


Figura 14: Produzione media mensile

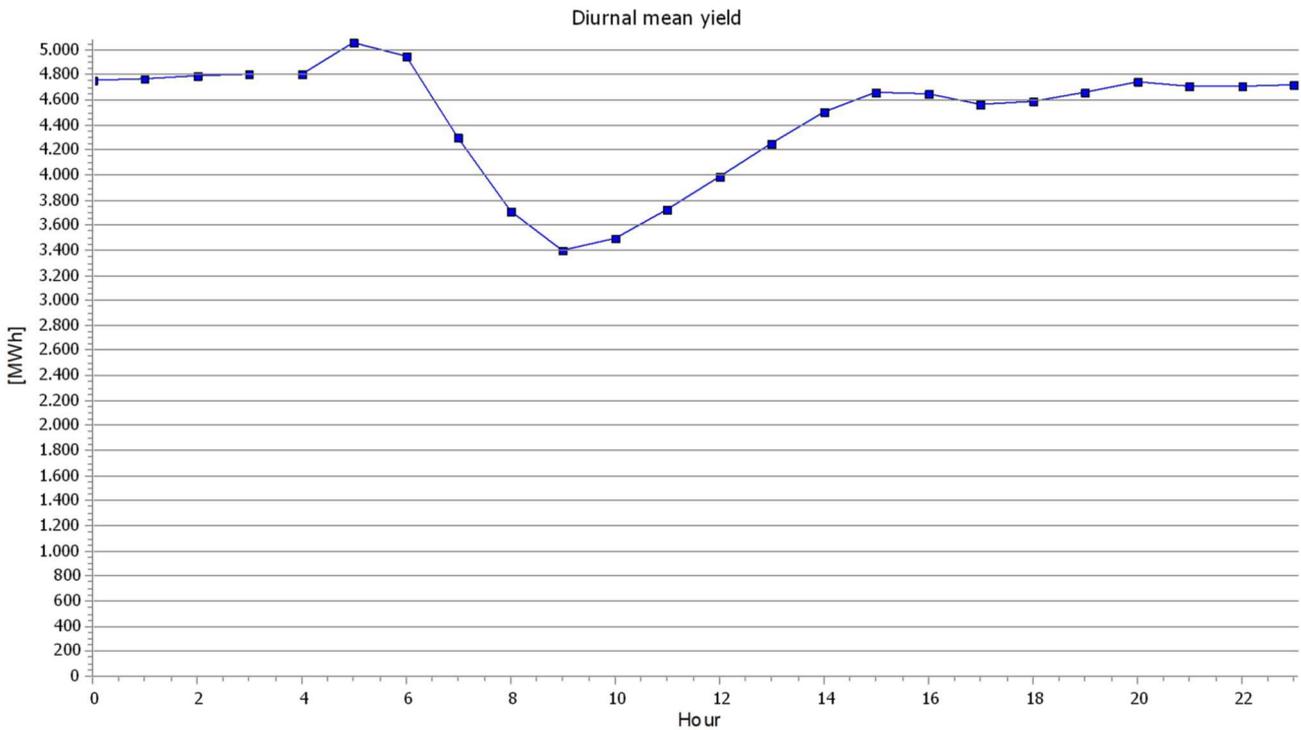


Figura 15: Produzione media giornaliera

	PARCO EOLICO “SAN NICOLA”	 		
	STIMA DI PRODUCIBILITA'		01/07/2024	REV.0

3.2. Verifica dell'idoneità del sito

La verifica dell'idoneità del sito è stata effettuata con il modulo Site Compliance di Wind Pro secondo lo standard IEC61400-1, in particolare si valuta se una classe di turbina eolica è adatta alle effettive condizioni del sito e del layout.

Main result

Main IEC checks

Terrain complexity	Caution
Fatigue/Normal conditions	
(a) Wind distribution	OK
(b) Effective turbulence	OK
(c) Flow inclination	OK
(d) Wind shear	Caution
(e) Air density	OK
Ultimate/Extreme conditions	
(a) Ambient 90% turbulence [NTM]	OK
(b) Extreme wind	OK
(d) Max centre-wake 90% turbulence [ETM]	OK

Other IEC checks & analysis

Seismic hazard	Caution
Temperature range	Caution
Lightning rate	OK
Tropical cyclone analysis	OK

Result details

			WTG class	Method	Quality	WTG Mean	Max WTG	Min WTG	WTGs OK	WTGs Caution	WTGs Critical
Main IEC checks											
Terrain complexity	Cct	[-]		Active DEM		1,03	1,05	1,00	2	4	0
Fatigue/Normal conditions											
(a) Wind distribution	pdf(u)*	[-]	IA+	Mast Weibull shear	B	-	-	-	6	0	0
(b) Effective turbulence	seff(u)*	[-]	IA+	WEng	B/C	-	-	-	6	0	0
(c) Flow inclination	favg	[°]		WEng	B	-0,7	0,1	-2,2	6	0	0
(d) Wind shear	a	[-]		Mast WEng	A	0,06	0,11	0,02	4	2	0
(e) Air density	?	[kg/m ³]		Mast	A/B	1,122	1,128	1,116	6	0	0
Ultimate/Extreme conditions											
(a) Ambient 90% turbulence [NTM]	s90(u)*	[-]	IA+	WEng	B/C	-	-	-	6	0	0
(b) Extreme wind	u50y	[m/s]	IA+	AM	A+A	31,1	33,9	28,0	6	0	0
(d) Max centre-wake 90% turbulence [ETM]	smax(u)*	[-]	IA+	WEng	B/C	-	-	-	6	0	0
Other IEC checks & analysis											
Seismic hazard	PGA	[m/s ²]		GSHAP map		1,0	-	-			
Temperature range											
Normal range, hours outside		[h/year]	Std	Full gauss		5,6	-	-			
Extreme range, hours outside		[h/year]	Std	Full gauss		0,0	-	-			
Lightning rate		[flashes/year/km ²]		NASA GHCC		9,2	-	-			
Tropical cyclone analysis		[-]		IBTrACS		-	-	-			

* Parameter checked for a range of windspeeds (u), a single summary value is not possible.

	PARCO EOLICO "SAN NICOLA"	 			
		STIMA DI PRODUCIBILITA'			01/07/2024

Design standard: IEC61400-1 ed. 4 (2019)

Main checks - WTGs

Criteria

Critical

Caution

OK

Masts

- A Anemometro virtuale - Resuttano/Santa Caterina Villarmosa - EMD-ConWx Meso Data, EUROPE_N37,64_E014,06
- B Anemometro virtuale - Resuttano/Santa Caterina Villarmosa - EMD-ConWx Meso Data, EUROPE_N37,64_E014,09
- C Anemometro virtuale - Resuttano/Santa Caterina Villarmosa - EMD-ConWx Meso Data, EUROPE_N37,61_E014,09
- D Anemometro virtuale - Resuttano/Santa Caterina Villarmosa - EMD-ConWx Meso Data, EUROPE_N37,61_E014,06
- E Anemometro virtuale - Resuttano/Santa Caterina Villarmosa - EMD-ConWx Meso Data, EUROPE_N37,64_E014,03
- F Anemometro virtuale - Resuttano/Santa Caterina Villarmosa - EMD-ConWx Meso Data, EUROPE_N37,61_E014,03

Main IEC checks

WTG-name	Class	Mast	Terrain complexity	Wind distribution	Effective turbulence	Flow inclination	Wind shear	Air density	Ambient 90% turbulence [NTM]	Extreme wind	Max centre-wake 90% turbulence [ETM]	Total
1 WTG02	IA+	A	No	OK	OK	0	0,06	1,116	OK	29,0	OK	OK
2 WTG03	IA+	A	Low	OK	OK	-2	0,04	1,116	OK	32,0	OK	Caution
3 WTG04	IA+	B	No	OK	OK	0	0,11	1,122	OK	28,0	OK	OK
4 WTG06	IA+	C	Low	OK	OK	-2	0,07	1,126	OK	33,9	OK	Caution
5 WTG08	IA+	C	Low	OK	OK	0	0,08	1,128	OK	33,7	OK	Caution
6 WTG09	IA+	A	Low	OK	OK	0	0,02	1,122	OK	29,9	OK	Caution

3.3. Conclusioni

In base all'analisi dei dati anemometrici disponibili per il sito in esame, si è potuto stimare che con l'installazione del modello di aerogeneratore ipotizzato Siemens-Gamesa SG170 di potenza nominale pari a 6,6 MW e con altezza del mozzo di 115,0 m & 125,0 m, è attesa una resa energetica dell'impianto in agro nei Comuni di Resuttano (CL) e Santa Caterina Villarmosa (CL) una produzione netta P50 pari a **98,550 GWh** annui corrispondenti a circa **2.489** ore equivalenti/anno pur decurtando una percentuale di perdite tecniche stimate pari a 8,1 %. In base alle valutazioni preliminari eseguite, il modello di turbina scelto per l'impianto risulta compatibile con le caratteristiche anemologiche del sito.