

ENGIE MESORACA S.r.l.

REALIZZAZIONE DI UN IMPIANTO EOLICO DELLA POTENZA DI 37,2 MW_p RICADENTE NEI TERRITORI DI MARCEDUSA (CZ) E MESORACA (KR) E DELLE RELATIVE OPERE DI CONNESSIONE



Via Degli Arredatori, 8
70026 Modugno (BA) - Italy
www.bfpgroup.net - info@bfpgroup.net
tel. (+39) 0805046361

Azienda con Sistema di Gestione Certificato
UNI EN ISO 9001:2015
UNI EN ISO 14001:2015
UNI ISO 45001:2018

Tecnico

ing. Danilo POMPONIO
ing. Giada BOLIGNANO

Collaborazioni

ing. Milena MIGLIONICO
ing. Giulia CARELLA
ing. Tommaso MANCINI
ing. Giuseppe Federico ZINGARELLI
ing. Dionisio STAFFIERI
ARATO S.r.l.

Responsabile Commessa

ing. Danilo POMPONIO

ELABORATO		TITOLO	COMMESSA	TIPOLOGIA	
V23		VALUTAZIONE DELLA RISORSA EOLICA E ANALISI PRODUCIBILITA'	23008	D	
			CODICE ELABORATO		
			DC23008D-V23		
REVISIONE		Tutte le informazioni tecniche contenute nel presente documento sono di proprietà esclusiva della Studio Tecnico BFP S.r.l e non possono essere riprodotte, divulgate o comunque utilizzate senza la sua preventiva autorizzazione scritta. All technical information contained in this document is the exclusive property of Studio Tecnico BFP S.r.l. and may neither be used nor disclosed without its prior written consent. (art. 2575 c.c.)	SOSTITUISCE	SOSTITUITO DA	
01			-	-	
			NOME FILE	PAGINE	
			DC23008D-V23.doc	18+ copertina+allegato	
			REV	DATA	MODIFICA
00	23/10/23	Emissione	D'Arcangelo	Miglionico	Pomponio
01					
02					
03					
04					
05					
06					

INDICE

1. OGGETTO	2
2. CARATTERISTICHE GENERALI DEL CAMPO EOLICO.....	4
3. CARATTERISTICHE DELL'AEROGENERATORE	5
4. CARATTERIZZAZIONE DEL SITO	7
4.1 Orografia.....	7
4.2 Rugosità	8
5. DATI ANEMOLOGICI UTILIZZATI	9
6. METODO DI CALCOLO DELLA PRODUCIBILITÀ ELETTRICA DELL'AEROGENERATORE	15
7. CONSIDERAZIONI E RISULTATI DEI CALCOLI DI PRODUCIBILITÀ.....	18
8. ALLEGATO: REPORT DI CALCOLO WINDPRO	19

1. OGGETTO

La presente relazione descrive il progetto per la realizzazione di un impianto per la produzione di energia elettrica da fonte rinnovabile eolica proposto dalla società **ENGIE MESORACA S.r.l.**

La proposta progettuale è finalizzata alla realizzazione di un impianto per la produzione di energia elettrica da fonte rinnovabile eolica, costituito da 7 aerogeneratori, del tipo Siemens-Gamesa con rotore pari a 170 m e altezza al tip pari a 220 m, per una potenza complessiva di 37,2 MW, da realizzarsi nei comuni di Marcedusa (CZ) e Mesoraca (KR), in cui insistono gli aerogeneratori e parte delle opere di connessione, nei comuni di Roccabernarda (KR) e Cutro (KR) in cui ricade una ulteriore parte delle opere di connessione, e nel comune di Scandale (KR) in cui ricadono la restante parte delle opere di connessione e la cabina utente per il collegamento in antenna a 36 kV alla nuova Stazione Elettrica a 380/150/36 kV della RTN da inserire in entra-esce alla linea RTN a 380 "Belcastro-Scandale".

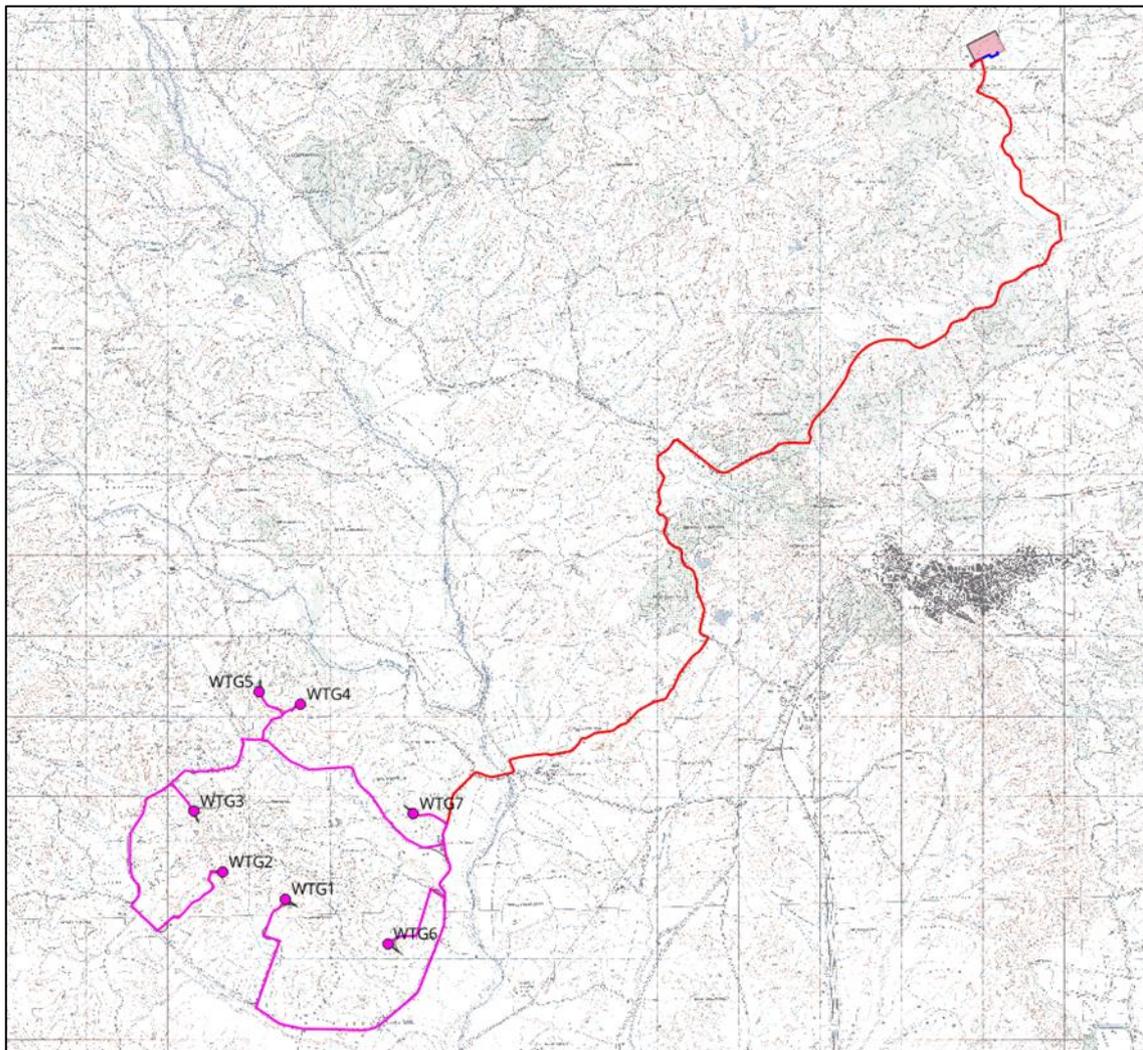


Figura 1 – Ubicazione dell'impianto eolico e delle opere di connessione su IGM.

Il progetto si pone come obiettivo la realizzazione di un parco eolico per la produzione di energia elettrica da immettere nella rete di trasmissione nazionale (RTN) in alta tensione. In

questo scenario il parco eolico consentirà di raggiungere obiettivi più complessi fra i quali si annoverano:

- la produzione di energia elettrica da fonte rinnovabile, priva di alcuna emissione diretta o derivata nell'ambiente;
- la valorizzazione di un'area marginale rispetto alle altre fonti di sviluppo regionale con destinazione prevalente a scopo agricolo e con bassa densità antropica;
- la diffusione di know-how in materia di produzione di energia elettrica da fonte eolica, a valenza fortemente sinergica per aree con problemi occupazionali e di sviluppo.

2. CARATTERISTICHE GENERALI DEL CAMPO EOLICO

L'impianto eolico per la produzione di energia elettrica avrà le seguenti caratteristiche generali:

- n° 7 aerogeneratori avente generatore di tipo asincrono, con diametro del rotore pari a 170 m, altezza mozzo pari a 135 m, per un'altezza massima al tip (punta della pala) pari a 220 m, comprensivi al loro interno di cabine elettriche di trasformazione MT/BT;
- rete elettrica interrata a 36 kV per l'interconnessione tra gli aerogeneratori e la cabina utente;
- n° 1 cabina utente che raccoglie le linee AT di interconnessione del parco eolico;
- rete telematica di monitoraggio in fibra ottica per il controllo dell'impianto eolico mediante trasmissione dati via modem o satellitare.

3. CARATTERISTICHE DELL'AEROGENERATORE

In particolare, trattasi di aerogeneratori trifase con tensione nominale preliminarmente definita in 690 V.

Le pale della macchina sono fissate su un mozzo e nell'insieme costituiscono il rotore che ha diametro massimo di 170 m: il mozzo a sua volta viene collegato ad un sistema di alberi e moltiplicatori di giri per permettere la connessione al generatore elettrico, da cui si dipartono i cavi elettrici di potenza, in bassa tensione verso il trasformatore MT/BT.

Tutti i componenti su menzionati, ad eccezione del rotore, sono ubicati in una cabina, detta navicella, la quale a sua volta, è posta su un supporto cuscinetto in modo da essere facilmente orientabile secondo la direzione del vento. L'intera navicella (realizzata in materiale plastico rinforzato con fibra di vetro) viene posta su di una torre tronco-conica tubolare.

Oltre ai componenti prima detti, vi è un sistema di controllo che esegue diverse funzioni:

- ✓ il controllo della potenza, che viene eseguito ruotando le pale intorno al proprio asse principale in maniera da aumentare o ridurre la superficie esposta al vento, in base al profilo delle pale;
- ✓ il controllo della navicella, detto controllo dell'imbardata, che serve ad inseguire la direzione del vento, ma che può essere anche utilizzato anche per il controllo della potenza;
- ✓ l'avviamento della macchina allorché è presente un vento di velocità sufficiente, e la fermata della macchina, quando vi è un vento di velocità superiore a quella massima per la quale la macchina è stata progettata.

La velocità del vento di avviamento è la minima velocità del vento che dà la potenza corrispondente al massimo rendimento aerodinamico del rotore. Quando la velocità del vento supera il valore corrispondente alla velocità di avviamento la potenza cresce al crescere della velocità del vento.

La potenza cresce fino alla velocità nominale e poi si mantiene costante fino alla velocità di *Cut-out wind speed* (fuori servizio).

Per ragioni di sicurezza a partire dalla velocità nominale la turbina si regola automaticamente e l'aerogeneratore fornirà la potenza nominale servendosi dei suoi meccanismi di controllo.

L'aerogeneratore si avvicinerà al valore della potenza nominale a seconda delle caratteristiche costruttive della turbina montata: passo fisso, passo variabile, velocità variabile, etc.

Tabella 1 – Scheda tecnica dell'aerogeneratore tipo

ROTORE	Diametro max	170 m
	Area spazzata max	22.698 m ²
	Numero di pale	3
	Materiale	GRP (CRP) materiale plastico rinforzato con fibra di vetro
	Velocità nominale	10,6 giri/min
	Senso di rotazione	orario
	Posizione rotore	Sopra vento
SISTEMA ELETTRICO	Tipo generatore	Asincrono a 4 poli, doppia alimentazione, collettore ad anelli
	Classe di protezione	IP 54
	Tensione di uscita	690 V
	Frequenza	50 Hz
TORRE IN ACCIAIO	Altezza al mozzo	135 m
	Numero segmenti	3
SISTEMA DI CONTROLLO	Tipo	Microprocessore
	Trasmissione segnale	Fibra ottica
	Controllo remoto	PC-modem, interfaccia grafica

4. CARATTERIZZAZIONE DEL SITO

4.1 Orografia

Il sito di interesse (in località Mesoraca e Marcedusa) si trova a circa 3,5 km in direzione Sud-est rispetto al centro abitato di Marcedusa, a circa 10 km in direzione Sud-sudest rispetto al centro abitato di Mesoraca, a circa 6 km in direzione sudovest dal centro abitato di Cutro, ed a circa 6 km in direzione nord dal centro abitato di Steccato di Cutro. Le quote altimetriche dell'area variano orientativamente tra 80 e 150 m s.l.m., con una orografia caratterizzata dalla presenza di alture e avvallamenti, alternati a zone più pianeggianti o comunque con pendenze più lievi dove è prevista l'installazione degli aerogeneratori. L'intera zona è caratterizzata quindi da una ottima ventosità.

Di seguito alcune immagini rappresentative delle caratteristiche orografiche e di uso del suolo.

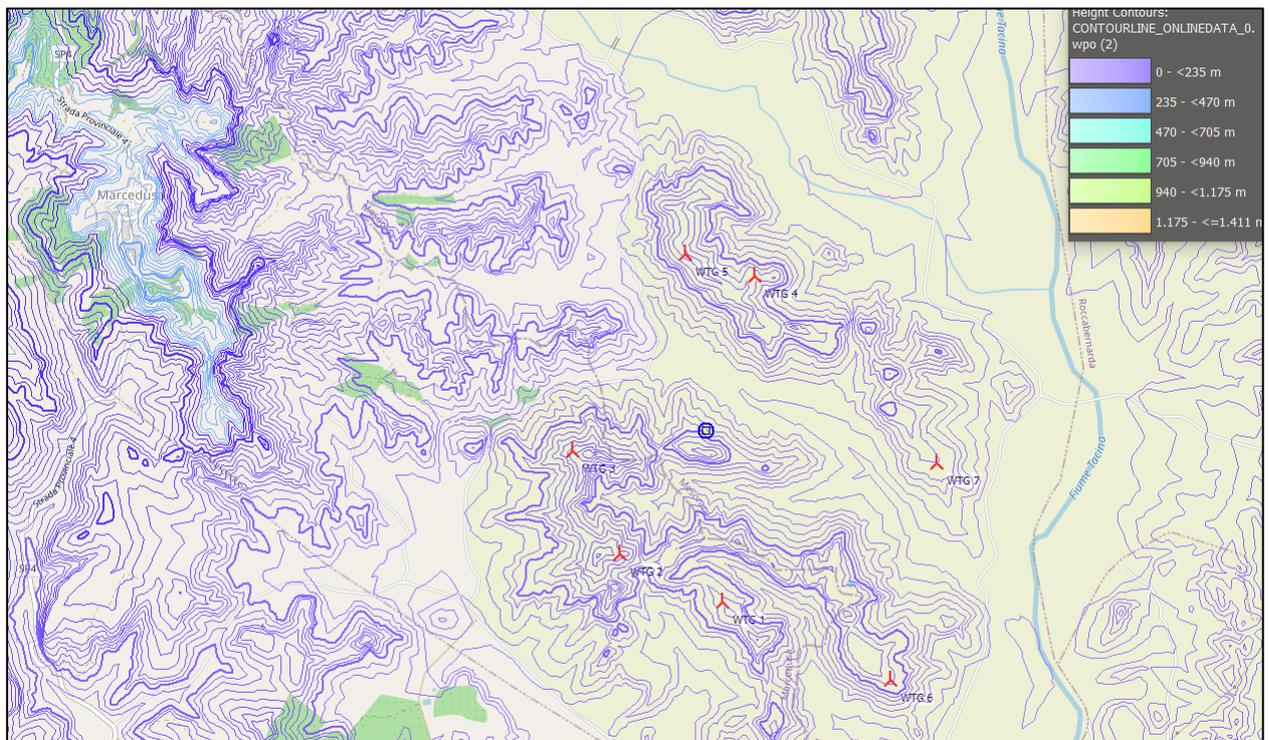


Figura 2 - Orografia del sito di installazione del parco eolico (curve di livello colorate, ogni 10 m)

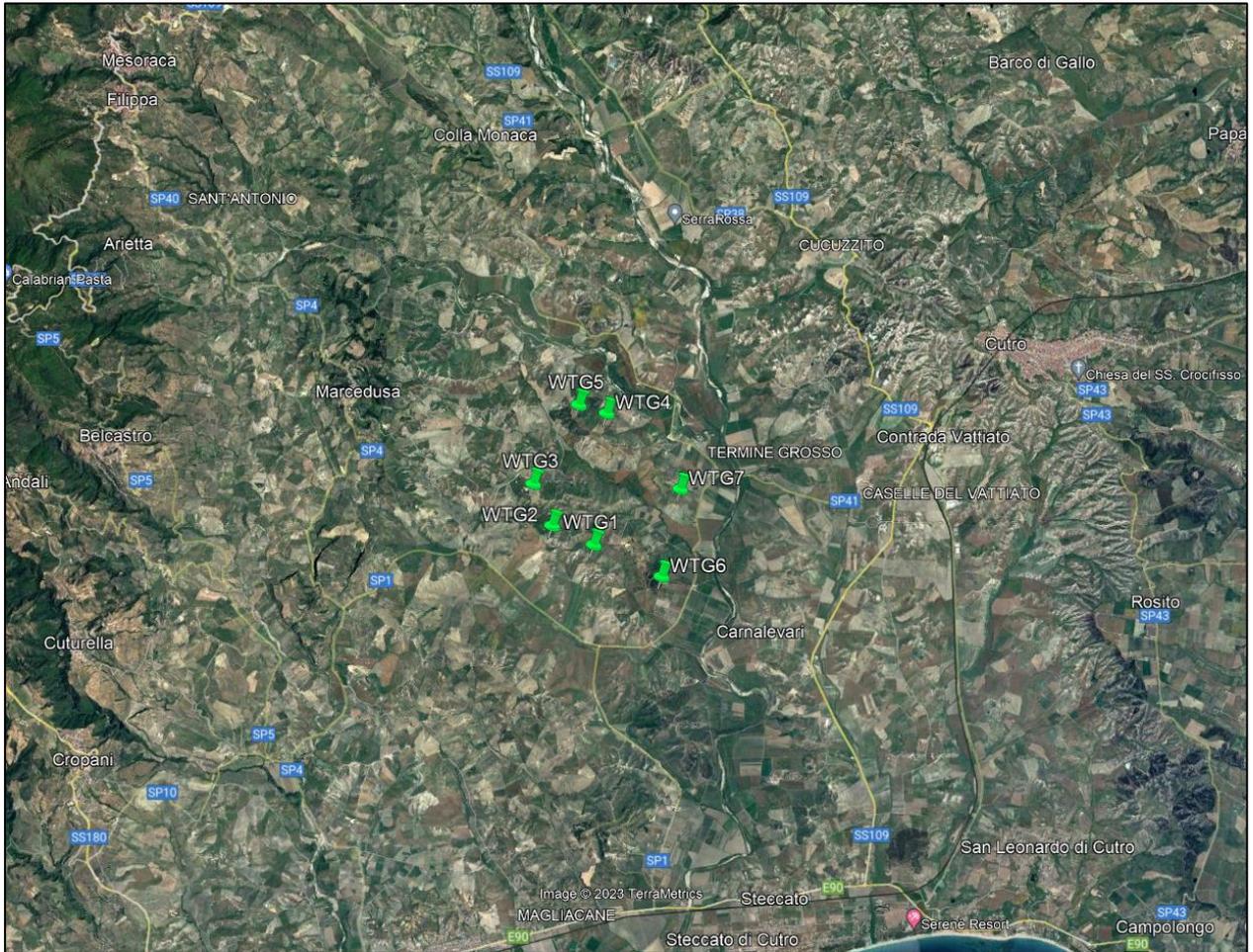


Figura 3 – Ubicazione del parco eolico su ortofoto, (fonte Google Earth).

Le caratteristiche orografiche del sito lasciano presupporre una buona esposizione ai venti, condizionati dalla conformazione orografica, con eventuali correnti ascensionali e "corridoi" in direzione N che seguono le vallate.

4.2 Rugosità

Tutta l'area è caratterizzata dalla presenza di vasti seminativi, alternati a zone alberate e boschive. Nell'ottica di elaborare uno studio preliminare, nel documento fornito è stata assunta una rugosità di base di classe 1,7 perimetrando però le zone alberate e soprattutto i centri abitati, assegnando valori di rugosità più elevati, compresi tra 2 e 3,2. Infatti in genere l'area di influenza dei valori di rugosità, ai fini delle stime anemologiche, è pari ad un raggio di circa 10 km dal sito di interesse.

5. DATI ANEMOLOGICI UTILIZZATI

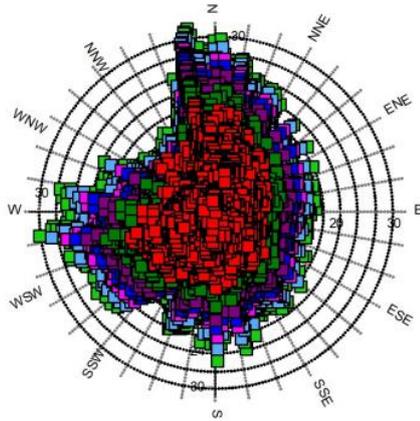
I dati utilizzati per le valutazioni anemologiche del sito sono elaborazioni di rianalisi alla mesoscala accessibili tramite il software di calcolo WindPro, in particolare della serie EMD-ConWx Meso Data, EUROPE con coordinate N39,02_E016,88 ad altezza 150 m dal suolo, comprendo un arco temporale di 319,9 mesi, ovvero dall'anno 1993 al 2019.

La finestra temporale di osservazione rispetta le variazioni stagionali e permette una corretta valutazione delle caratteristiche del sito, oltre che l'estrapolazione del vento imperturbato ("geostrofico"). In Figura 4, Figura 5 e Figura 6 sono mostrati i dati riassuntivi estrapolati dai dati alla mesoscala.

Relazione dati meteo - Risultati principali

Palo di misura: EMD-ConWx Meso Data, EUROPE_N39,02_E016,88 (3) Periodo: Periodo completo: 01/01/1993 - 31/08/2019 (319,9 mesi)

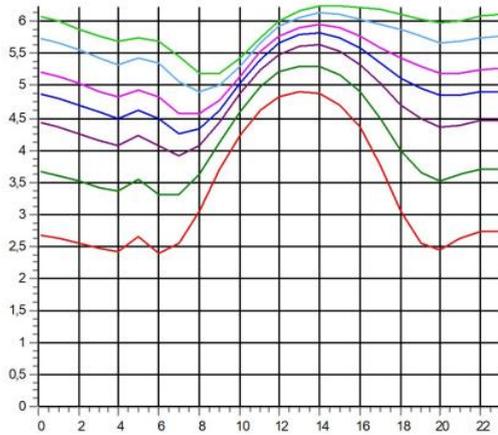
Distribuzione direzionale delle velocità



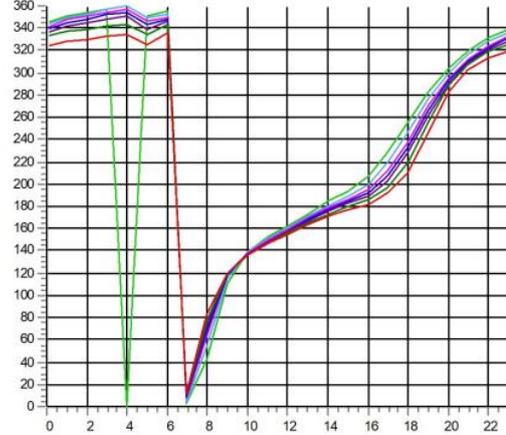
Statistica

Parametro	Unità	N. dati	Percentuale del totale [%]	Media	Weibull media	Weibull A	Weibull k
200,00m - Velocità media del vento, tutti i dati	m/s	233712	100,0	5,89	5,97	6,57	1,42
200,00m - Wind direction, tutti i dati	Gradi	233712	100,0	322,34			
150,00m - Velocità media del vento, tutti i dati	m/s	233712	100,0	5,64	5,74	6,33	1,46
150,00m - Wind direction, tutti i dati	Gradi	233712	100,0	318,98			
100,00m - Velocità media del vento, tutti i dati	m/s	233712	100,0	5,25	5,35	5,92	1,50
100,00m - Wind direction, tutti i dati	Gradi	233712	100,0	315,59			
100,00m - Temperature, tutti i dati	°C	233712	100,0	17,35			
75,00m - Velocità media del vento, tutti i dati	m/s	233712	100,0	4,99	5,07	5,63	1,52
75,00m - Wind direction, tutti i dati	Gradi	233712	100,0	312,82			
50,00m - Velocità media del vento, tutti i dati	m/s	233712	100,0	4,65	4,70	5,21	1,51
50,00m - Wind direction, tutti i dati	Gradi	233712	100,0	309,20			
25,00m - Velocità media del vento, tutti i dati	m/s	233712	100,0	4,07	4,09	4,54	1,51
25,00m - Wind direction, tutti i dati	Gradi	233712	100,0	304,45			
10,00m - Velocità media del vento, tutti i dati	m/s	233712	100,0	3,31	3,36	3,72	1,50
10,00m - Wind direction, tutti i dati	Gradi	233712	100,0	287,61			

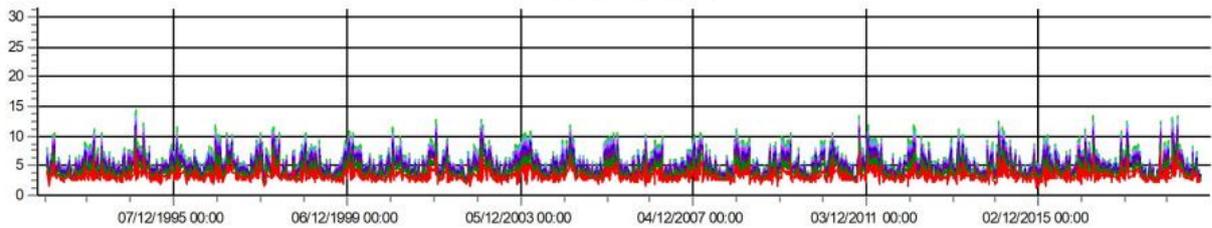
Velocità media oraria



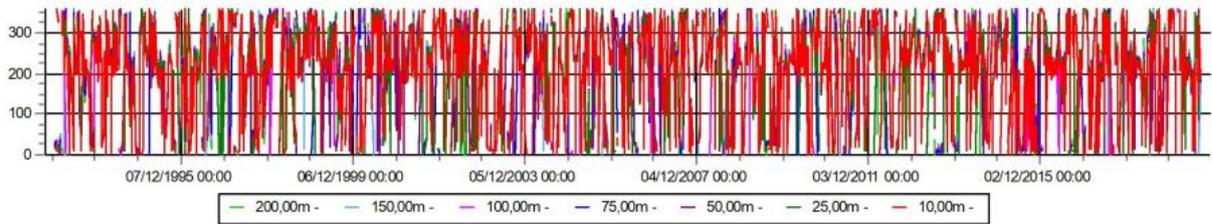
Direzione media oraria



Velocità, media: Week



Direzione, media: Week



— 200,00m - — 150,00m - — 100,00m - — 75,00m - — 50,00m - — 25,00m - — 10,00m -

Figura 4 – Relazione dati meteo, risultati principali.

Relazione dati meteo - Velocità medie mensili

Palo di misura: EMD-ConWx Meso Data, EUROPE_N39,02_E016,88 (3) Periodo: Periodo completo: 01/01/1993 - 31/08/2019 (319,9 mesi)

Velocità medie mensili

150,00m -

Mese	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012
Gennaio	5,05	7,45	8,36	7,06	5,75	5,07	6,18	6,09	6,45	5,26	8,33	8,05	7,62	7,66	5,87	6,62	6,72	8,14	5,51	7,65
Febbraio	7,02	6,33	7,24	6,80	6,37	6,28	6,65	6,67	7,49	5,74	7,88	7,38	8,62	7,55	7,26	6,67	7,70	7,72	7,22	8,05
Marzo	6,22	5,50	7,55	5,41	8,05	8,41	6,07	6,31	6,05	7,06	6,78	6,87	6,16	6,36	6,46	6,41	7,94	6,53	7,25	5,99
Aprile	5,01	7,24	5,84	5,25	7,35	6,51	5,95	5,45	5,49	4,60	6,37	6,42	5,95	4,39	4,04	5,51	4,49	5,12	7,01	6,32
Maggio	4,09	4,97	5,43	5,28	5,14	5,74	4,14	4,08	5,20	4,75	4,45	5,35	5,11	4,28	4,13	4,83	4,31	5,32	5,38	4,23
Giugno	5,06	5,36	4,30	4,71	4,40	4,31	4,55	5,13	4,91	4,27	3,98	3,94	4,28	4,00	4,18	4,34	4,17	4,17	4,43	4,43
Luglio	4,47	4,68	4,19	4,35	4,49	4,52	3,93	4,61	4,18	4,61	3,89	3,99	4,52	4,88	3,91	4,05	3,76	3,97	3,74	4,71
Agosto	3,89	4,27	4,03	4,32	4,46	3,68	3,88	3,94	3,86	3,88	4,28	4,57	4,57	4,16	5,00	3,82	4,15	3,68	4,00	4,30
Settembre	5,08	3,87	5,59	6,33	4,61	5,78	4,21	5,48	5,48	4,11	5,43	5,06	3,94	4,84	5,45	4,60	5,52	4,84	4,51	4,79
Ottobre	5,63	5,93	4,56	6,07	6,53	4,59	5,05	4,53	4,26	4,87	6,24	4,76	5,08	5,71	5,31	4,29	6,08	5,89	6,90	5,07
Novembre	6,40	6,05	7,25	7,19	6,42	5,87	6,51	6,89	8,05	6,75	6,49	5,77	6,55	5,42	7,01	6,42	4,74	7,10	5,97	5,95
Dicembre	6,53	5,64	7,37	6,60	7,45	7,72	8,53	6,26	8,03	5,73	7,47	7,07	7,52	5,69	6,87	8,45	6,59	7,30	7,94	7,46
Media, tutti i dati	5,36	5,60	5,97	5,77	5,92	5,70	5,46	5,44	5,77	5,13	5,95	5,77	5,81	5,40	5,45	5,50	5,50	5,81	5,81	5,74
media dei mesi	5,37	5,61	5,98	5,78	5,92	5,71	5,47	5,45	5,79	5,14	5,97	5,77	5,83	5,41	5,46	5,50	5,51	5,82	5,82	5,75

Velocità medie mensili

150,00m -

Mese	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	Media	Media mensile
Gennaio	7,89	6,90	7,34	6,63	6,85	5,80	8,15	6,83	6,83
Febbraio	5,48	5,73	8,45	7,10	6,10	7,28	9,51	7,12	7,12
Marzo	7,38	6,73	6,76	5,91	7,43	7,59	6,59	6,73	6,73
Aprile	5,99	5,52	6,66	5,83	5,41	5,32	5,17	5,71	5,71
Maggio	5,20	3,88	4,81	5,74	5,23	3,72	5,19	4,81	4,81
Giugno	4,01	4,97	4,59	4,81	4,83	4,20	4,88	4,49	4,49
Luglio	4,43	4,42	3,68	4,50	5,13	4,12	5,02	4,32	4,32
Agosto	4,96	3,51	3,97	5,20	4,60	3,24	3,62	4,14	4,14
Settembre	4,93	5,03	4,72	4,38	4,94	5,70		4,97	4,97
Ottobre	4,72	5,16	5,48	6,37	5,99	5,58		5,41	5,41
Novembre	6,31	5,79	4,03	6,85	6,08	6,42		6,32	6,32
Dicembre	5,21	6,94	3,79	6,99	8,18	6,13		6,90	6,90
Media, tutti i dati	5,55	5,38	5,33	5,86	5,90	5,41	5,99	5,64	
media dei mesi	5,54	5,38	5,36	5,86	5,90	5,43	6,02		5,64

Figura 5 – Relazioni dati meteo, velocità medie mensili a 150 m s.l.t.

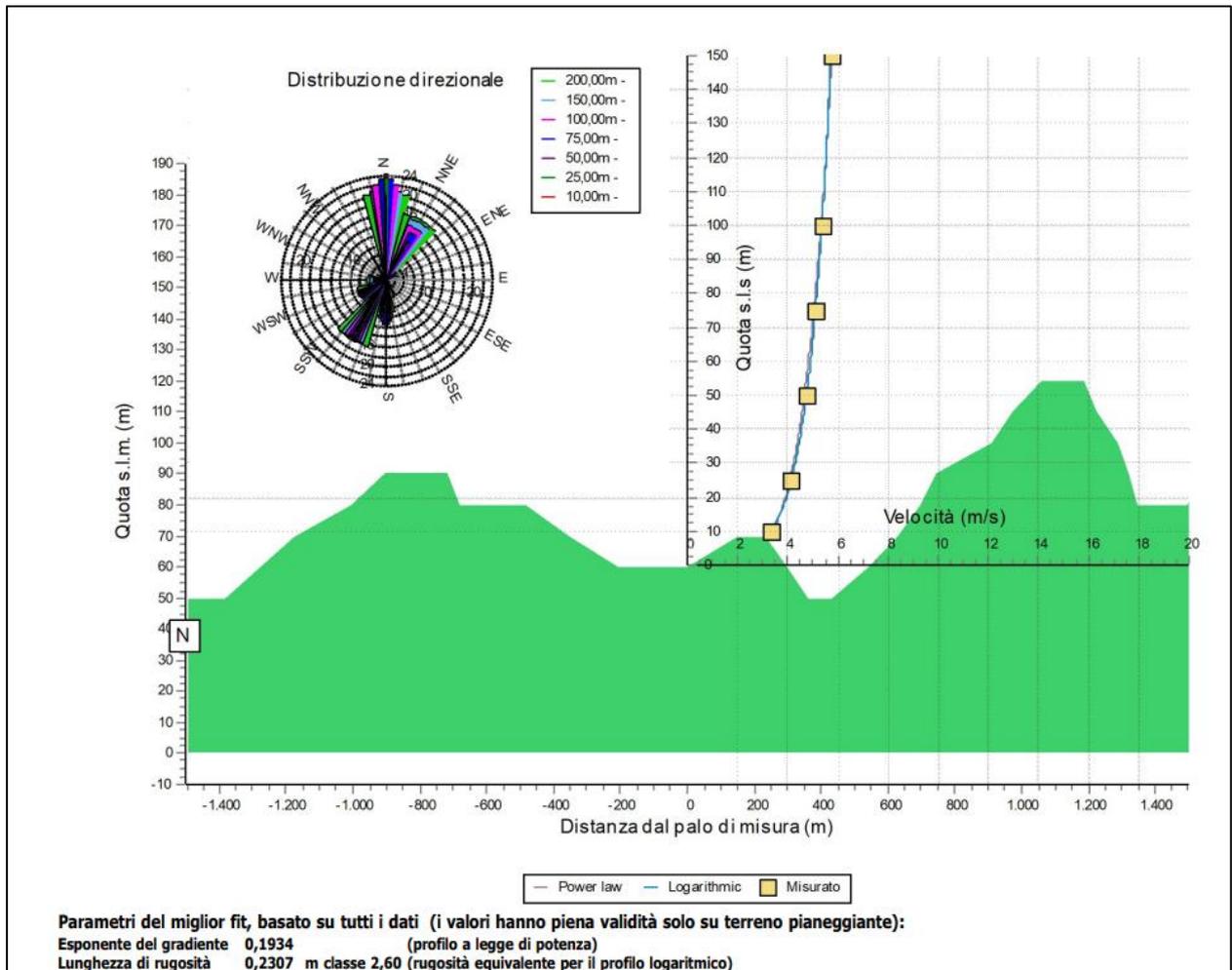


Figura 6 - Relazioni dati meteo, wind shear.

Infine, in Figura 7 viene generata la mappa della risorsa eolica tramite il modello di calcolo "Resource" presente nel software WindPro, nello specifico la velocità media del vento a 150 m

sul livello del terreno. Quest'ultima mostra che gli aerogeneratori sono investiti da una velocità media del vento compresa tra 5,5-6,3 m/s ad un'altezza di 150 m s.l.t.

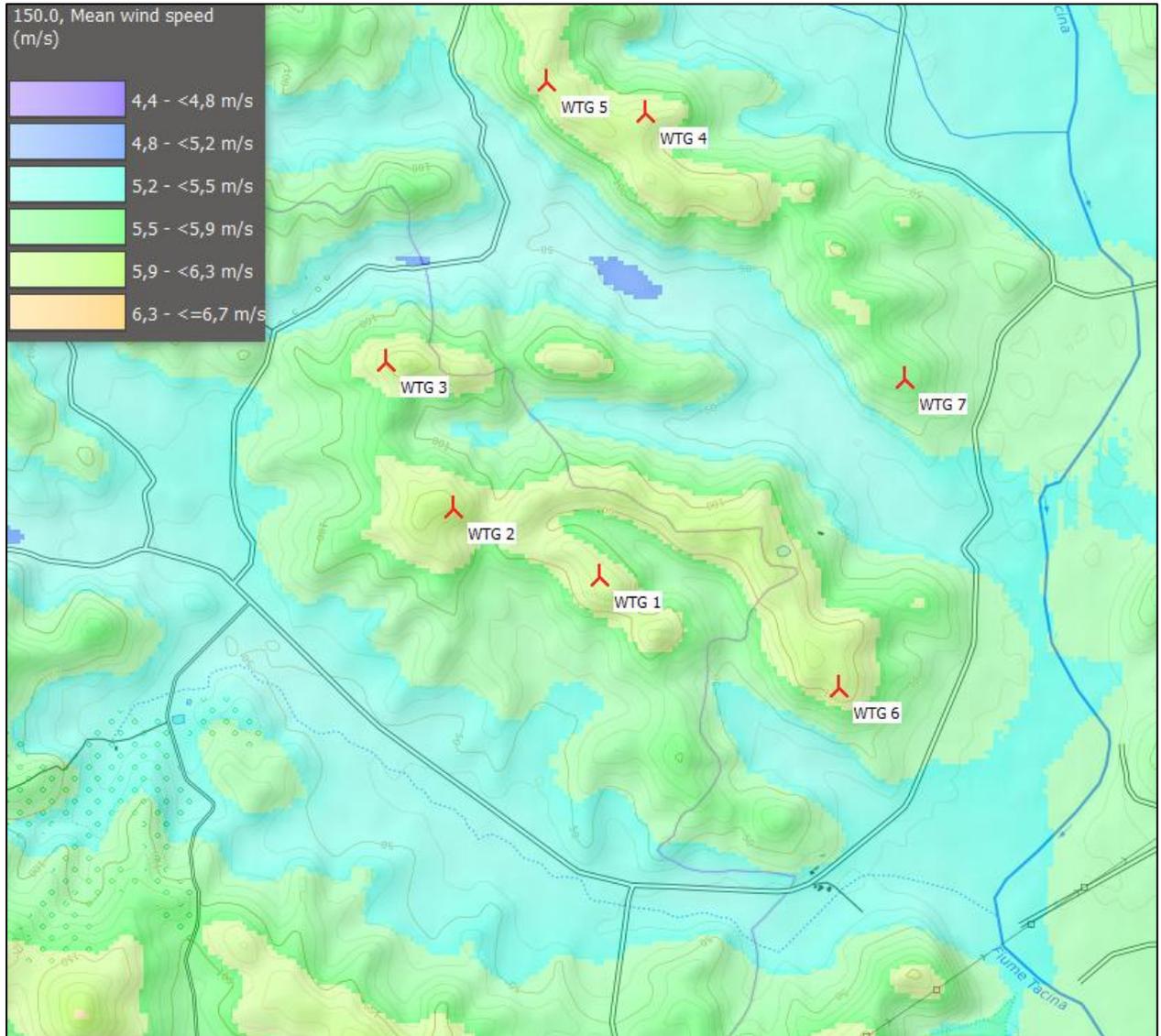


Figura 7 – Mappa della risorsa eolica, velocità media del vento a 150 m s.l.t.

Come ulteriore validazione dei dati, sono state consultate le mappe dell'Atlante Eolico interattivo curato da RSE (Ricerca Sistema Energetico, organo del GSE), che riportano per il sito in oggetto, velocità medie comprese tra 5 e 6 m/s ad una altezza di 150 m dal suolo (Figura 8).

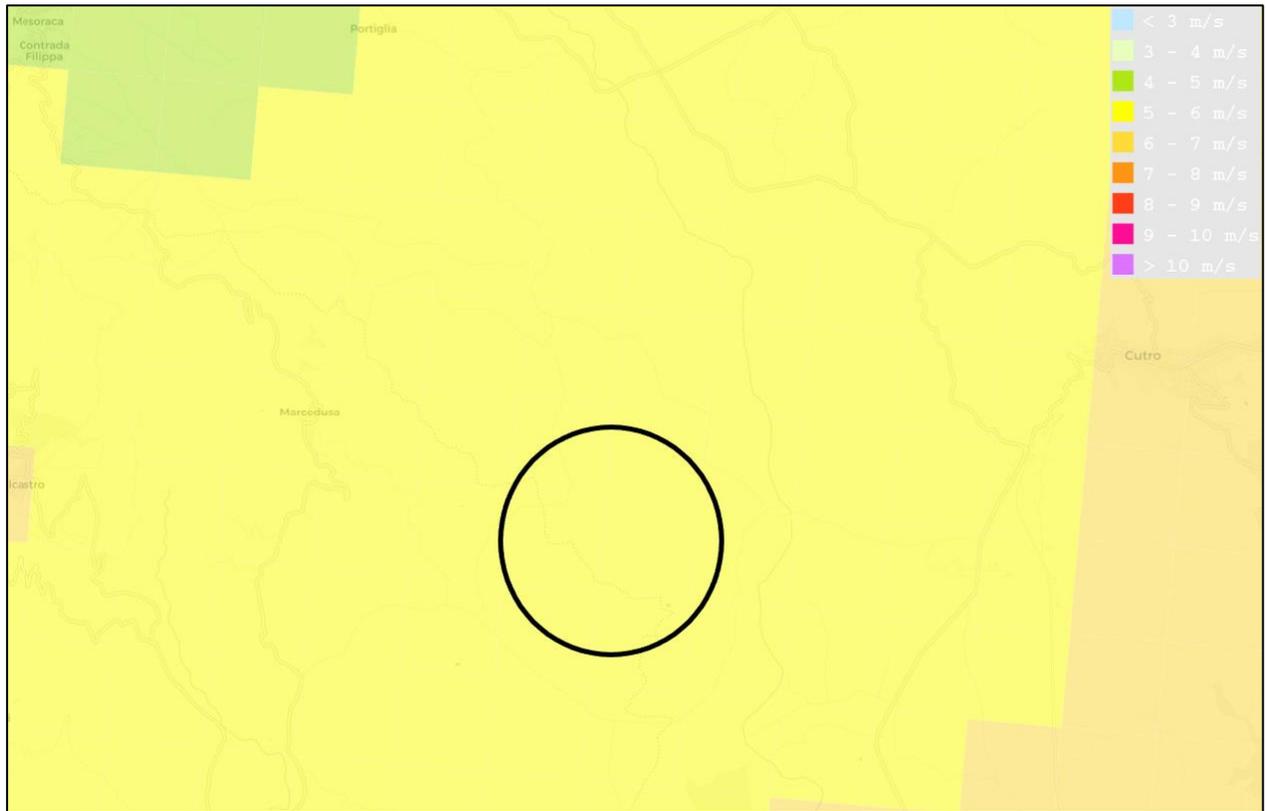


Figura 8- Mappa dell'Atlante Eolico (RSE), velocità media annua a 150 m s.l.t.

6. METODO DI CALCOLO DELLA PRODUCIBILITÀ ELETTRICA DELL'AEROGENERATORE

Le elaborazioni, a partire dai dati di vento alla mesoscala, sono state svolte mediante l'uso del software WindPro 4.0, che si avvale a sua volta del modello di calcolo WAsP; questo permette di elaborare, a partire dai dati rilevati da un anemometro e da informazioni relative alle specifiche puntuali dell'area analizzata, il vento *geostrofico*, ovvero quel vento che si realizza alla sommità dello strato limite atmosferico, dove il flusso risulta imperturbato dai fenomeni di attrito dovuti alla superficie terrestre.

L'analisi della velocità del vento geostrofico costituisce il percorso obbligato al fine di studiare i fenomeni eolici dell'area in oggetto. La stima della distribuzione della velocità del vento a livello geostrofico permette infatti di ricostruire, sempre utilizzando il modello di calcolo WAsP, la distribuzione della velocità al suolo e a vari livelli, in funzione di vari valori di rugosità attribuibili al territorio, ovvero delle mappe climatologiche dei venti caratteristici. Ciò si ottiene in pratica applicando proprio al vento geostrofico le caratteristiche orografiche, di rugosità e le caratteristiche puntuali dell'area di studio.

Di seguito i grafici rappresentativi della statistica anemologica applicata ad un punto baricentrico dell'area di studio.

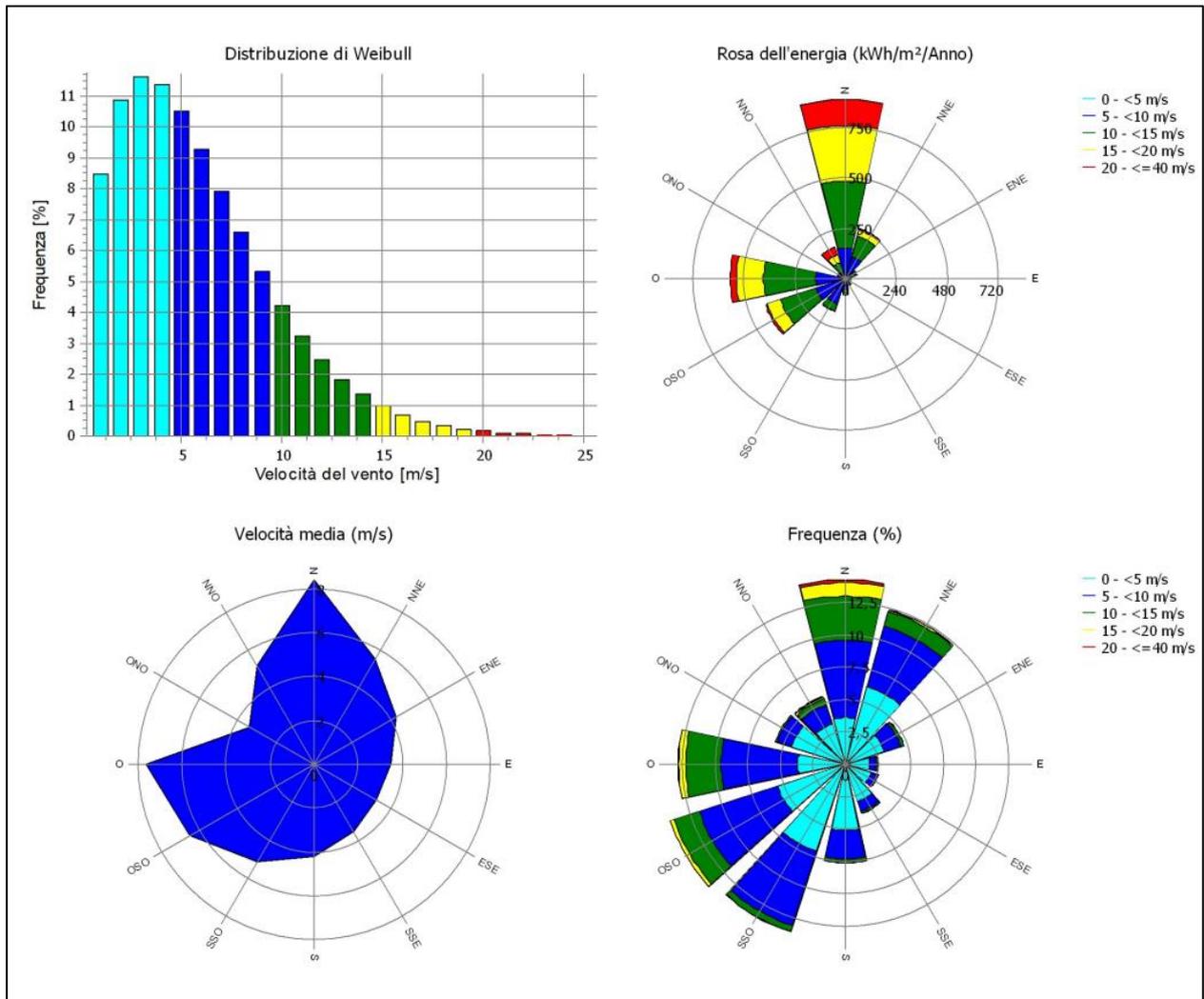


Figura 9- Grafici relativi alla statistica anemologica applicata al sito di installazione del parco eolico in oggetto ad altezza rotore (135 m), elaborati mediante software WindPro 4.0

I venti prevalenti sono nei quadranti **N** e da **OSO a SSO**, ma in particolare i venti provenienti dal quadrante **N** hanno una velocità media più elevata; Infatti, la più elevata potenzialità energetica si ha dal quadrante **N** con un valore approssimativo di **960 [kWh / m² / anno]**.

La **producibilità annua** di energia elettrica dell'impianto è stata effettuata con il software WindPro 4.0 tramite il modulo "Park", utilizzando il modello di calcolo "N.O. Jensen (RISØ / EMD) Park 2 2018" con una costante di decadimento della scia **$\alpha = 0,090$** .

È stata automaticamente applicata dal software una correzione della densità dell'aria al centro del sito, in funzione dell'altezza e della temperatura della stazione climatica più vicina (CROTONE V3 2014), al fine di correggere le curve di potenza degli aerogeneratori, utilizzando per il centro del sito una densità dell'aria $\rho = 1.190$ [kg/m³].

La curva di potenza utilizzata è la curva a potenza ridotta "N3-103 db", con una potenza nominale di 5,240 MW per ciascuna turbina eolica. La Figura 10 mostra la curva di potenza, le curve del coefficiente di potenza (C_p) e la spinta assiale (C_t) del WTG per la densità dell'aria corretta.

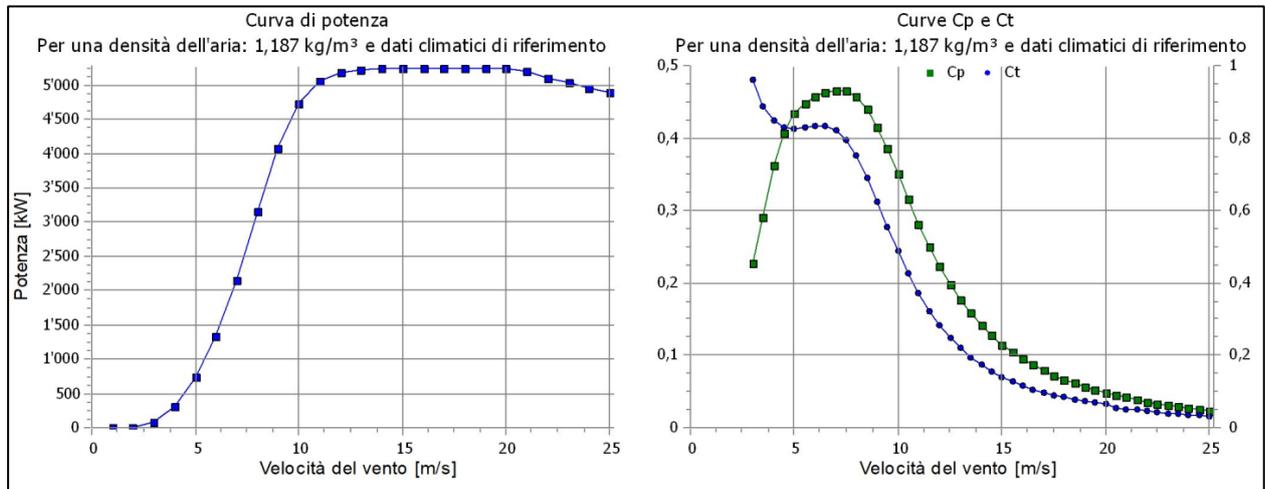


Figura 10 – Curva di potenza (sx) e curve del coefficiente di potenza C_p e del coefficiente di spinta assiale C_t (dx).

Alla producibilità annua lorda viene ridotta del 15%, oltre alle perdite in scia già calcolate nel modulo "Park", per far fronte ad uno scenario di "peggiore ipotesi", tenendo conto delle seguenti perdite di:

- Disponibilità (aerogeneratori, rete esterna al parco eolico, fermo impianto);
- Rete elettrica (perdite elettriche, consumi parassiti dell'impianto);
- Performance aerogeneratori (curve di potenza, isteresi da vento forte, flusso di vento non perfettamente assiale);
- Ambientali;
- Decurtazioni.

7. CONSIDERAZIONI E RISULTATI DEI CALCOLI DI PRODUCIBILITÀ

Il sito scelto per l'installazione del parco eolico presenta venti prevalenti, in termini di frequenza e velocità media, provenienti dai quadranti N e da OSO a SSO, con la presenza di venti con alto potenziale energetico in particolare nel quadrante N.

Per l'aerogeneratore scelto, particolarmente performante grazie all'ampio rotore (diametro rotorico 170 m, altezza al mozzo 135 m), per una altezza massima nel punto più alto pari a 220 m dal suolo, si stima una producibilità annua netta pari a **93.048,1 [MWh/anno]** ed una producibilità specifica annua di circa **2501 ore equivalenti**, avendo considerato una riduzione del 15% per le approssimazioni cautelative descritte nei paragrafi precedenti.

Naturalmente questi risultati preliminari sono lievemente variabili in funzione dello stato di evoluzione tecnologica del generatore scelto, al momento dell'acquisto.

8. ALLEGATO: REPORT DI CALCOLO WINDPRO

Si riporta in allegato il report di calcolo di producibilità mediante software WindPro 4.0.

Si precisa che il numero di ore equivalenti indicato nella prima pagina del report non tiene conto della limitazione di potenza. Il valore da considerare deve essere calcolato come segue:

$$\text{Ore equivalenti} = \frac{\text{Energia netta prodotta}}{\text{Potenza nominale}} = \frac{93.048,1}{37.2} = 2501 \text{ h/anno.}$$

PARK - Risultato principale

Calcolo: Park Mesoraca 2 PC 5.3

Modello di scia N.O. Jensen (RISØ/EMD) Park 2 2018

Calcolo delle scie eseguito in UTM (north)-WGS84 Zona: 33
Al centro del sito, la differenza tra Nord del sistema di riferimento e Nord Vero è: 1,2°

Metodo di correzione della curva di potenza
Nuovo metodo windPRO (metodo IEC modificato per accordarsi al controllo turbina) <RACCOMANDATO>
Metodo di calcolo della densità dell'aria
Funzione dell'altezza, temperatura da stazione climatica
Stazione: CROTONE V3 2014
Temperatura di riferimento: 16,0 °C a 161,0 m
Pressione di riferimento: 1013,3 hPa a 0,0 m
Densità dell'aria al Centro Sito, all'altezza di riferimento: 93,3 m + 135,0 m = 1,190 kg/m³ -> 97,2 % dello standard
Umidità relativa: 0,0 %

Parametri del modello di scia
Tipo terreno Costante di decadimento scia
Default DTU onshore 0,090 Hub height independent

Altezza di dislocamento omnidirezionale importata dagli Oggetti

Impostazioni calcolo scie
Angolo [°] Velocità del vento [m/s]
inizio fine passo inizio fine passo
0,5 360,0 1,0 0,5 30,5 1,0

Statistica del Vento IT EMD-ConWx Meso Data, EUROPE_N38,96_E016,88 (10)ane

Versione WAsP WAsP 12 Version 12.08.0032



Risultati di riferimento a 135,0 m sopra il terreno

Terreno	UTM (north)-WGS84 Zona: 33	Easting	Northing	Nome Oggetto	Dati di Sito	Tipo	Energia del vento [kWh/m²]	Velocità media [m/s]	Rugosità equivalente
Conf1.1	663'234	4'319'806	Site data: ConWex conf1.1	WAsP (WAsP 12 Version 12.08.0032)			2'662	5,8	1,8

Produzione annuale stimata del parco eolico

Combinazione di WTG	Risultato PARK [MWh/anno]	Risultato-15,0% [MWh/anno]	Lordo (senza perdite) [MWh/anno]	Perdite di scia [%]	Risultati ^{a)}		Media per WTG [MWh/anno]	Ore equivalenti [Ore/anno]	Velocità media al mozzo [m/s]
					Fattore di capacità [%]	Velocità media al mozzo [m/s]			
Parco eolico	109'468,3	93'048,1	111'630,9	1,9	24,5	6,1	13'292,6	2'144	6,1

^{a)} Basato su Risultato-15,0%

Ore equivalenti per 37,2 MW: 2501 h/anno

Energia annuale calcolata per ciascuna delle 7 nuove WTG, per un totale di 43,4 MW nominali installati

WTG	Conf.	Tipo di WTG		Tipo generatore	Potenza nominale [kW]	Diametro rotore [m]	Altezza mozzo [m]	Curva di potenza Creata da	Nome	Produzione annuale		Perdite di scia [%]	Velocità del vento imperturbato [m/s]
		Statistica	Valida							Produttore	Risultato		
WTG 1	Conf1.1	Si	Siemens Gamesa	SG 6.0-170-6'200	6'200	170,0	135,0	USER	N3 - 103dB(A) - 1.225 kg/m3	15'768,0	13'403	1,7	6,16
WTG 2	Conf1.1	Si	Siemens Gamesa	SG 6.0-170-6'200	6'200	170,0	135,0	USER	N3 - 103dB(A) - 1.225 kg/m3	16'015,7	13'613	1,7	6,24
WTG 3	Conf1.1	Si	Siemens Gamesa	SG 6.0-170-6'200	6'200	170,0	135,0	USER	N3 - 103dB(A) - 1.225 kg/m3	15'836,9	13'461	1,5	6,19
WTG 4	Conf1.1	Si	Siemens Gamesa	SG 6.0-170-6'200	6'200	170,0	135,0	USER	N3 - 103dB(A) - 1.225 kg/m3	15'148,6	12'876	3,7	6,09
WTG 5	Conf1.1	Si	Siemens Gamesa	SG 6.0-170-6'200	6'200	170,0	135,0	USER	N3 - 103dB(A) - 1.225 kg/m3	15'867,4	13'487	1,6	6,19
WTG 6	Conf1.1	Si	Siemens Gamesa	SG 6.0-170-6'200	6'200	170,0	135,0	USER	N3 - 103dB(A) - 1.225 kg/m3	16'037,6	13'632	1,2	6,21
WTG 7	Conf1.1	Si	Siemens Gamesa	SG 6.0-170-6'200	6'200	170,0	135,0	USER	N3 - 103dB(A) - 1.225 kg/m3	14'794,0	12'575	2,2	5,92

Posizione delle WTG

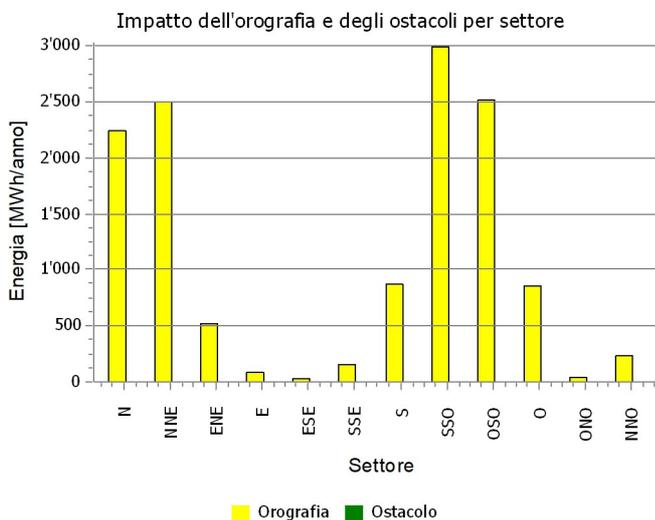
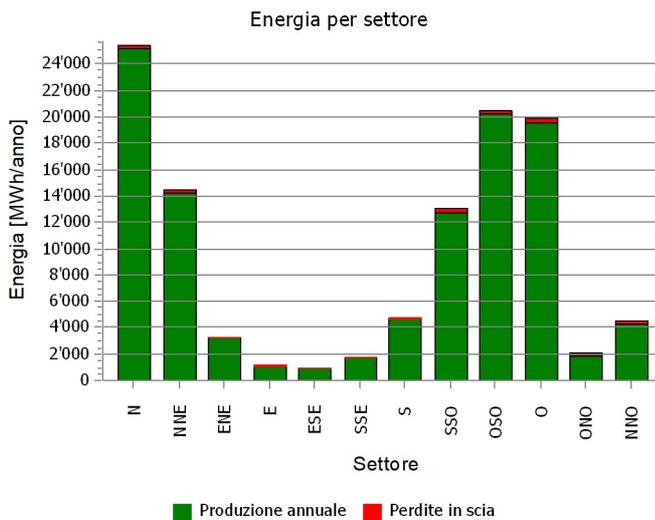
UTM (north)-WGS84 Zona: 33
Easting Northing Z Dati/Descrizione [m]

WTG 1	Nuova	663'383	4'318'542	124,2	Siemens Gamesa	SG 6.0-170	6200	170,0	!O!	hub: 135,0 m (TOT: 220,0 m) (113)
WTG 2	Nuova	662'615	4'318'879	150,0	Siemens Gamesa	SG 6.0-170	6200	170,0	!O!	hub: 135,0 m (TOT: 220,0 m) (114)
WTG 3	Nuova	662'252	4'319'638	153,5	Siemens Gamesa	SG 6.0-170	6200	170,0	!O!	hub: 135,0 m (TOT: 220,0 m) (115)
WTG 4	Nuova	663'568	4'320'962	120,0	Siemens Gamesa	SG 6.0-170	6200	170,0	!O!	hub: 135,0 m (TOT: 220,0 m) (116)
WTG 5	Nuova	663'054	4'321'108	140,0	Siemens Gamesa	SG 6.0-170	6200	170,0	!O!	hub: 135,0 m (TOT: 220,0 m) (117)
WTG 6	Nuova	664'633	4'317'988	112,7	Siemens Gamesa	SG 6.0-170	6200	170,0	!O!	hub: 135,0 m (TOT: 220,0 m) (118)
WTG 7	Nuova	664'946	4'319'600	79,2	Siemens Gamesa	SG 6.0-170	6200	170,0	!O!	hub: 135,0 m (TOT: 220,0 m) (119)

PARK - Analisi della produzione

Calcolo: Park Mesoraca 2 PC 5.3 WTG: Tutte le WTG nuove, densità dell'aria variabile con la posizione della WTG: 1,183 kg/m³ - 1,192 kg/m³
Analisi direzionale

Settore		0 N	1 NNE	2 ENE	3 E	4 ESE	5 SSE	6 S	7 SSO	8 OSO	9 O	10 ONO	11 NNO	Totale
Energia basata sulla rugosità	[MWh]	23'189,7	11'948,1	2'727,0	1'048,0	932,2	1'609,4	3'849,4	10'112,8	17'906,5	19'035,5	2'017,2	4'219,6	98'595,4
+ Incremento dovuto all'orografia	[MWh]	2'248,6	2'501,8	522,3	82,2	26,5	147,7	865,3	2'992,4	2'513,4	855,2	42,3	237,9	13'035,5
- Perdite dovute alle scie	[MWh]	281,3	256,8	46,6	36,7	83,8	73,3	118,3	330,5	210,8	394,1	205,5	124,9	2'162,6
Energia risultante	[MWh]	25'157,0	14'193,0	3'202,7	1'093,5	874,9	1'683,8	4'596,3	12'774,7	20'209,2	19'496,6	1'854,0	4'332,6	109'468,3
Energia specifica	[kWh/m ²]													689
Energia specifica	[kWh/kW]													2'522
Incremento dovuto all'orografia	[%]	9,7	20,9	19,2	7,8	2,8	9,2	22,5	29,6	14,0	4,5	2,1	5,6	13,22
Perdite dovute alle scie	[%]	1,1	1,8	1,4	3,2	8,7	4,2	2,5	2,5	1,0	2,0	10,0	2,8	1,94
Utilizzazione	[%]	15,7	24,7	27,9	25,6	25,3	27,6	31,8	34,9	23,5	20,8	30,0	17,1	21,7
Tempo di operatività	[Ore/anno]	1'054	979	359	183	187	288	568	1'069	1'097	926	400	394	7'505
Ore equivalenti	[Ore/anno]	580	327	74	25	20	39	106	294	466	449	43	100	2'522



PARK - Analisi della curva di potenza

Calcolo: Park Mesoraca 2 PC 5.3 WTG: WTG 1 - Siemens Gamesa SG 6.0-170 6200 170.0 !O!, Altezza mozzo: 135,0 m
Nome: N3 - 103dB(A) - 1.225 kg/m³
Fonte: SGRE

Data fonte	Creata da	Creato	Modificato	Soglia di blocco [m/s]	Controllo della potenza	Tipo di curva Ct	Tipo di generatore	Potenza specifica kW/m ²
25/03/2020	USER	11/02/2020	25/03/2020	25,0	Pitch	Definito dall'utente	Variable	0,27

Rev. 0
Siemens Gamesa Renewable Energy and its affiliates reserve the right to change the above specifications without prior notice.

Confronto con curva HP - Nota: per densità dell'aria standard

V media	[m/s]	5	6	7	8	9	10
Valore HP Pitch, variable speed (2013)	[MWh]	11'298	16'928	22'249	26'906	30'781	33'846
Siemens Gamesa SG 6.0-170 6200 170.0 !O! N3 - 103dB(A) - 1.225 kg/m ³	[MWh]	10'818	15'751	20'255	24'099	27'226	29'630
Valore di controllo	[%]	4	7	10	12	13	14

La tabella mostra il confronto con la produzione annuale di energia calcolata sulla base delle semplici "curve HP", che assumono che tutte le WTG abbiano prestazioni simili - solo la potenza specifica (kW/m²), la velocità singola/duale o stallo/pitch influenzano i valori calcolati. La produzione è intesa senza le perdite di scia.

Per ulteriori dettagli, consultare la relazione di progetto n. 51171/00-0016 dell'Agenzia Danese per l'Energia, o il manuale di windPRO.

Il metodo è descritto nel rapporto EMD "20 Detailed Case Studies comparing Project Design Calculations and actual Energy Productions for Wind Energy Projects worldwide", gennaio 2003.

Usare la tabella per valutare se la curva di potenza data è ragionevole - se il valore di controllo è inferiore a -5%, la curva di potenza è probabilmente troppo ottimistica a causa dell'incertezza sulla sua misurazione.

Curva di potenza

Dati originali dal Catalogo WTG, Densità dell'aria: 1,225 kg/m³

Velocità del vento [m/s]	Potenza [kW]	Cp	Velocità del vento [m/s]	Curva Ct
3,0	88,0	0,23	3,0	0,96
3,5	175,0	0,29	3,5	0,89
4,0	325,0	0,37	4,0	0,85
4,5	519,0	0,41	4,5	0,83
5,0	756,0	0,44	5,0	0,82
5,5	1038,0	0,45	5,5	0,83
6,0	1373,0	0,46	6,0	0,83
6,5	1768,0	0,46	6,5	0,83
7,0	2222,0	0,47	7,0	0,82
7,5	2722,0	0,46	7,5	0,80
8,0	3238,0	0,45	8,0	0,75
8,5	3733,0	0,44	8,5	0,69
9,0	4171,0	0,41	9,0	0,63
9,5	4528,0	0,38	9,5	0,56
10,0	4795,0	0,34	10,0	0,49
10,5	4979,0	0,31	10,5	0,43
11,0	5096,0	0,28	11,0	0,37
11,5	5164,0	0,24	11,5	0,32
12,0	5202,0	0,22	12,0	0,28
12,5	5221,0	0,19	12,5	0,25
13,0	5231,0	0,17	13,0	0,22
13,5	5236,0	0,15	13,5	0,20
14,0	5238,0	0,14	14,0	0,17
14,5	5239,0	0,12	14,5	0,16
15,0	5240,0	0,11	15,0	0,14
15,5	5240,0	0,10	15,5	0,13
16,0	5240,0	0,09	16,0	0,12
16,5	5240,0	0,08	16,5	0,11
17,0	5240,0	0,08	17,0	0,10
17,5	5240,0	0,07	17,5	0,09
18,0	5240,0	0,06	18,0	0,08
18,5	5240,0	0,06	18,5	0,08
19,0	5240,0	0,05	19,0	0,07
19,5	5240,0	0,05	19,5	0,07
20,0	5240,0	0,05	20,0	0,07
20,5	5208,0	0,04	20,5	0,06
21,0	5172,0	0,04	21,0	0,05
21,5	5137,0	0,04	21,5	0,05
22,0	5101,0	0,03	22,0	0,05
22,5	5066,0	0,03	22,5	0,04
23,0	5030,0	0,03	23,0	0,04
23,5	4995,0	0,03	23,5	0,04
24,0	4959,0	0,03	24,0	0,04
24,5	4924,0	0,02	24,5	0,03
25,0	4888,0	0,02	25,0	0,03

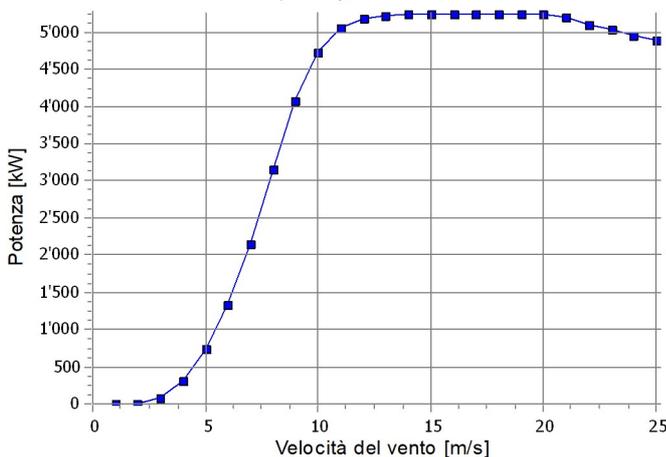
Potenza, efficienza ed energia vs. velocità del vento

Dati usati nel calcolo, Densità dell'aria: 1,187 kg/m³ Nuovo metodo windPRO (metodo IEC modificato per accordarsi al controllo turbina) <RACCOMANDATO>

Velocità del vento [m/s]	Potenza [kW]	Cp	Intervallo [m/s]	Energia [MWh]	Energia cumulata [MWh]	Frazione del totale [%]
1,0	0,0	0,00	0,50-1,50	0,0	0,0	0,0
2,0	0,0	0,00	1,50-2,50	0,0	0,0	0,0
3,0	82,3	0,23	2,50-3,50	76,7	76,7	0,5
4,0	311,9	0,36	3,50-4,50	300,0	376,6	2,4
5,0	730,1	0,43	4,50-5,50	642,8	1'019,4	6,5
6,0	1'329,1	0,46	5,50-6,50	1'061,7	2'081,1	13,2
7,0	2'152,6	0,47	6,50-7,50	1'500,0	3'581,0	22,7
8,0	3'147,0	0,46	7,50-8,50	1'850,0	5'431,0	34,4
9,0	4'077,2	0,42	8,50-9,50	1'982,0	7'413,0	47,0
10,0	4'721,6	0,35	9,50-10,50	1'865,5	9'278,5	58,8
11,0	5'053,8	0,28	10,50-11,50	1'591,1	10'869,6	68,9
12,0	5'184,8	0,22	11,50-12,50	1'274,4	12'144,0	77,0
13,0	5'225,9	0,18	12,50-13,50	984,5	13'128,5	83,3
14,0	5'236,9	0,14	13,50-14,50	744,1	13'872,6	88,0
15,0	5'239,4	0,12	14,50-15,50	553,6	14'426,3	91,5
16,0	5'240,0	0,09	15,50-16,50	406,3	14'832,5	94,1
17,0	5'240,0	0,08	16,50-17,50	294,2	15'126,7	95,9
18,0	5'240,0	0,07	17,50-18,50	210,3	15'337,0	97,3
19,0	5'240,0	0,06	18,50-19,50	148,4	15'485,5	98,2
20,0	5'240,0	0,05	19,50-20,50	103,5	15'588,9	98,9
21,0	5'201,8	0,04	20,50-21,50	70,8	15'659,7	99,3
22,0	5'101,0	0,04	21,50-22,50	47,5	15'707,2	99,6
23,0	5'030,0	0,03	22,50-23,50	31,6	15'738,8	99,8
24,0	4'959,0	0,03	23,50-24,50	20,9	15'759,7	99,9
25,0	4'888,0	0,02	24,50-25,50	8,3	15'768,0	100,0

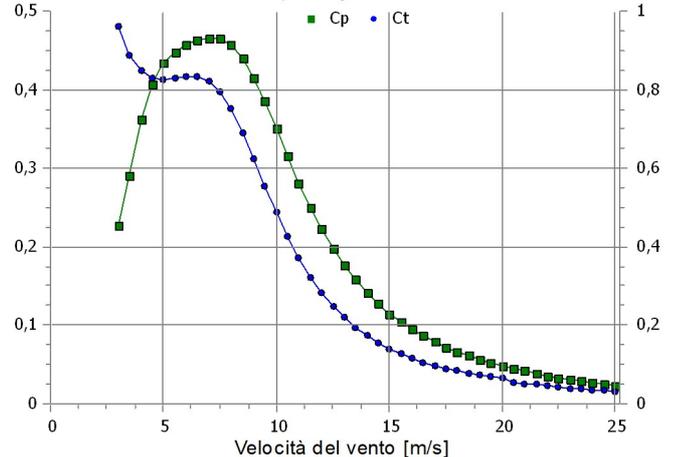
Curva di potenza

Per una densità dell'aria: 1,187 kg/m³ e dati climatici di riferimento



Curve Cp e Ct

Per una densità dell'aria: 1,187 kg/m³ e dati climatici di riferimento



Progetto:

Engie Belcastro S.r.l

Utente autorizzato:

Studio Tecnico BFP s.r.l.

Via degli Arredatori, 8

IT-70026 Modugno (BA)

+39 080 5046361

Marco D'Arcangelo / m.darcangelo@bfpgroup.net

Redatto il:

19/10/2023 17:53/3.6.366

PARK - Terreno

Calcolo: Park Mesoraca 2 PC 5.3 Dati di Sito: Conf1.1 - Site data: ConWex conf1.1

Ostacoli:

0 ostacoli usati

Rugosità:

Il calcolo usa i seguenti files .map:

C:\Users\darcangelom\Documents\WindPRO Data\Projects\Mesoraca-Belcastro\ROUGHNESSLINE_ONLINEDATA_0.wpo

Min X: 632'458, Max X: 690'219, Min Y: 4'291'822, Max Y: 4'353'043, Ampiezza: 57'761 m, Altezza: 61'221 m

Orografia:

Il calcolo usa i seguenti files .map:

C:\Users\darcangelom\Documents\WindPRO Data\Projects\Mesoraca-Belcastro\CONTOURLINE_ONLINEDATA_0.wpo

Min X: 646'644, Max X: 678'315, Min Y: 4'307'254, Max Y: 4'338'399, Ampiezza: 31'672 m, Altezza: 31'146 m

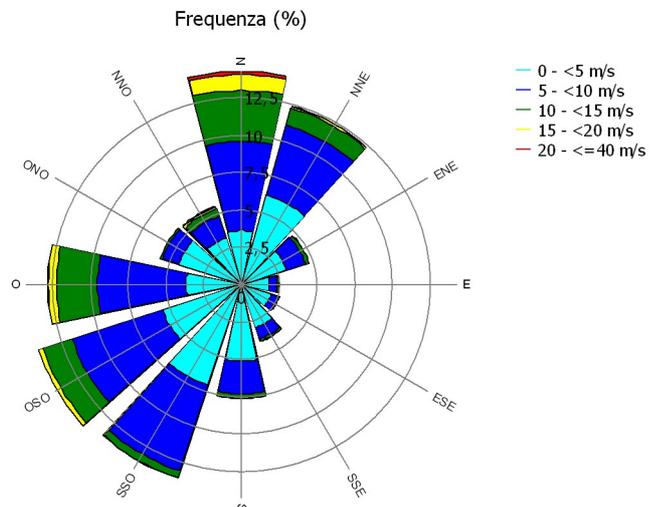
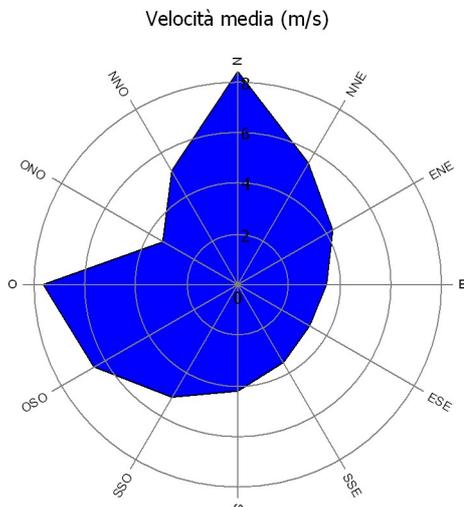
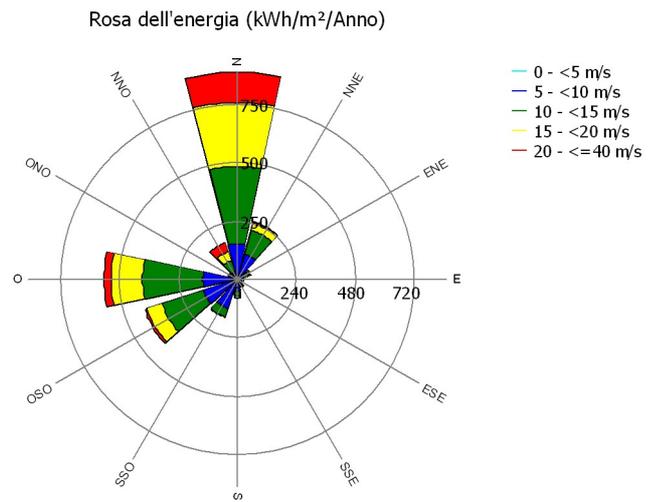
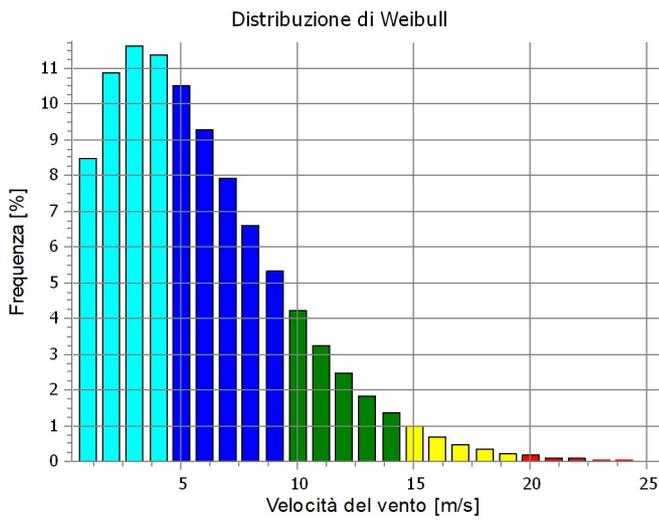
PARK - Analisi dei Dati di vento

Calcolo: Park Mesoraca 2 PC 5.3 Dati di vento: Conf1.1 - Site data: ConWex conf1.1; Altezza mozzo: 135,0

Coordinate del sito
UTM (north)-WGS84 Zone: 33
Est: 663'234 Nord: 4'319'806
Statistica del Vento
IT EMD-ConWx Meso Data, EUROPE_N38,96_E016,88 (10)anem4 - 150.00 m wws

Parametri Weibull

Site attuale				
Settore	Parametro A [m/s]	Velocità del vento [m/s]	Parametro k	Frequenza [%]
0 N	9,47	8,40	1,920	14,3
1 NNE	6,20	5,53	1,686	12,4
2 ENE	4,69	4,27	1,404	4,7
3 E	3,65	3,49	1,131	2,5
4 ESE	3,34	3,23	1,092	2,6
5 SSE	3,78	3,55	1,201	4,0
6 S	4,67	4,20	1,549	7,6
7 SSO	5,76	5,10	2,154	13,6
8 OSO	7,31	6,49	1,881	14,1
9 O	8,60	7,62	2,018	12,9
10 ONO	3,70	3,41	1,307	5,7
11 NNO	5,46	5,17	1,178	5,5
Tutti	6,43	5,80	1,521	100,0



PARK - Analisi dei Dati di vento

Calcolo: Park Mesoraca 2 PC 5.3 Dati di vento: Conf1.1 - Site data: ConWex conf1.1; Altezza mozzo: 135,0

Coordinate del sito

UTM (north)-WGS84 Zone: 33

Est: 662'615 Nord: 4'318'879

WTG 2 - Siemens Gamesa SG 6.0-170 6200 170.0 !O! hub: 135,0 m (TOT: 220,0 m) (114)

Statistica del Vento

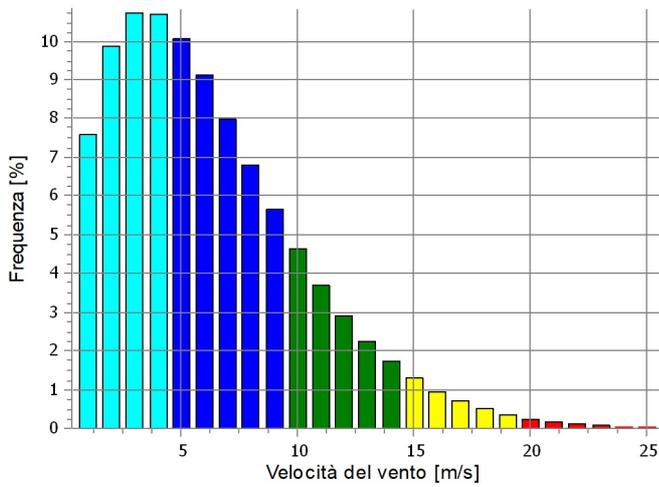
IT EMD-ConWx Meso Data, EUROPE_N38,96_E016,88 (10)anem4 - 150.00 m

Parametri Weibull

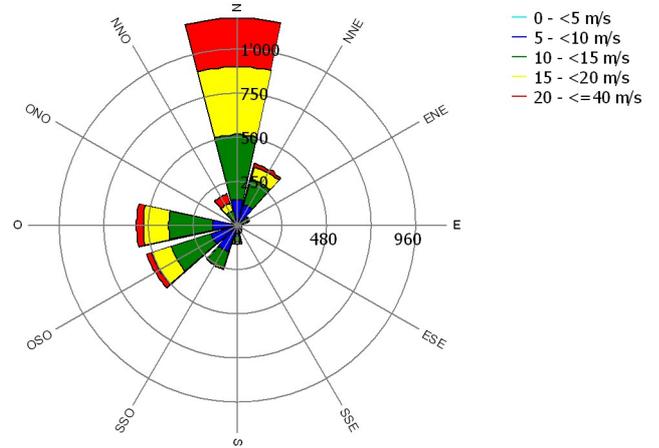
Sito attuale

Settore	Parametro A [m/s]	Velocità del vento [m/s]	Parametro k	Frequenza [%]
0 N	10,28	9,12	1,889	14,5
1 NNE	6,87	6,13	1,674	12,8
2 NNE	5,02	4,57	1,396	4,6
3 E	3,76	3,60	1,131	2,4
4 ESE	3,44	3,32	1,092	2,5
5 SSE	3,99	3,76	1,197	3,9
6 S	5,13	4,62	1,529	7,8
7 SSO	6,47	5,73	2,100	14,5
8 OSO	7,96	7,07	1,889	14,2
9 O	8,75	7,75	1,998	12,1
10 ONO	3,75	3,47	1,291	5,3
11 NNO	5,64	5,36	1,154	5,4
Tutti	6,93	6,24	1,521	100,0

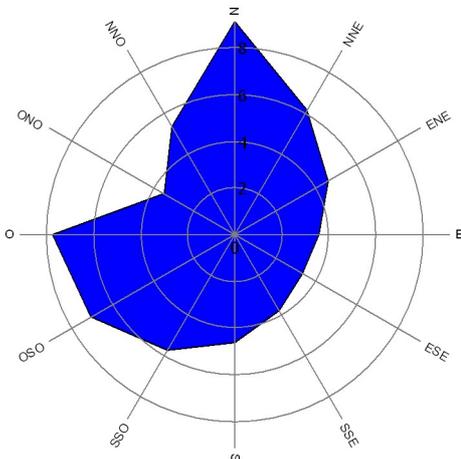
Distribuzione di Weibull



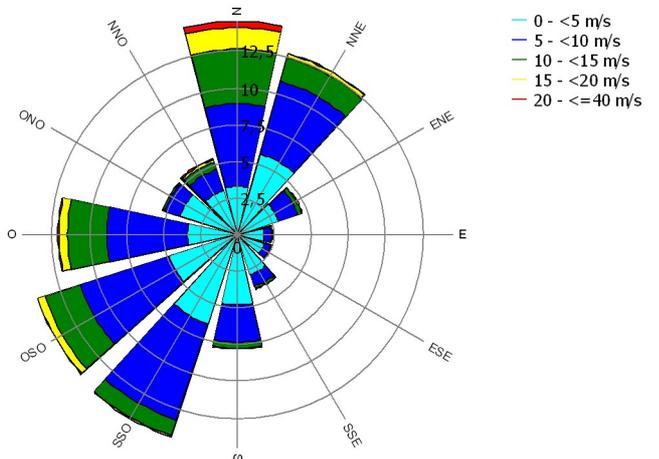
Rosa dell'energia (kWh/m²/Anno)



Velocità media (m/s)



Frequenza (%)



PARK - Curva di potenza del parco

Calcolo: Park Mesoraca 2 PC 5.3

Velocità del vento [m/s]	Potenza													
	WTG libere [kW]	WTG in parco [kW]	N [kW]	NNE [kW]	ENE [kW]	E [kW]	ESE [kW]	SSE [kW]	S [kW]	SSO [kW]	OSO [kW]	O [kW]	ONO [kW]	NNO [kW]
0,5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1,5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2,5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3,5	1'178	1'092	1'110	1'112	1'135	1'081	921	1'064	1'110	1'112	1'135	1'081	920	1'064
4,5	3'499	3'289	3'326	3'330	3'389	3'272	2'904	3'220	3'326	3'330	3'389	3'272	2'902	3'220
5,5	7'028	6'656	6'721	6'729	6'832	6'625	5'987	6'535	6'721	6'728	6'832	6'624	5'981	6'534
6,5	11'982	11'368	11'472	11'485	11'655	11'320	10'277	11'174	11'472	11'485	11'654	11'319	10'271	11'171
7,5	18'478	17'638	17'790	17'808	18'038	17'562	16'086	17'367	17'788	17'807	18'037	17'561	16'083	17'365
8,5	25'460	24'658	24'831	24'846	25'060	24'552	23'033	24'387	24'831	24'846	25'059	24'551	23'031	24'387
9,5	31'090	30'585	30'713	30'722	30'851	30'490	29'461	30'408	30'713	30'722	30'850	30'490	29'475	30'410
10,5	34'445	34'232	34'292	34'296	34'348	34'181	33'728	34'152	34'292	34'296	34'347	34'182	33'738	34'154
11,5	35'953	35'889	35'908	35'909	35'924	35'872	35'735	35'863	35'908	35'909	35'924	35'872	35'736	35'863
12,5	36'482	36'466	36'471	36'472	36'475	36'462	36'428	36'460	36'471	36'472	36'475	36'462	36'429	36'460
13,5	36'633	36'630	36'631	36'631	36'632	36'629	36'622	36'628	36'631	36'631	36'632	36'629	36'622	36'629
14,5	36'669	36'668	36'669	36'669	36'669	36'668	36'667	36'668	36'669	36'669	36'669	36'668	36'667	36'668
15,5	36'680	36'680	36'680	36'680	36'680	36'680	36'680	36'680	36'680	36'680	36'680	36'680	36'680	36'680
16,5	36'680	36'680	36'680	36'680	36'680	36'680	36'680	36'680	36'680	36'680	36'680	36'680	36'680	36'680
17,5	36'680	36'680	36'680	36'680	36'680	36'680	36'680	36'680	36'680	36'680	36'680	36'680	36'680	36'680
18,5	36'680	36'680	36'680	36'680	36'680	36'680	36'680	36'680	36'680	36'680	36'680	36'680	36'680	36'680
19,5	36'680	36'680	36'680	36'680	36'680	36'680	36'680	36'680	36'680	36'680	36'680	36'680	36'680	36'680
20,5	36'638	36'643	36'643	36'642	36'641	36'643	36'650	36'644	36'643	36'643	36'642	36'644	36'654	36'644
21,5	35'959	36'006	36'008	36'010	35'994	36'017	36'075	36'025	36'008	36'002	35'978	35'997	36'058	36'016
22,5	35'462	35'469	35'468	35'468	35'466	35'470	35'484	35'472	35'468	35'468	35'466	35'470	35'484	35'472
23,5	34'965	34'972	34'970	34'970	34'968	34'973	34'985	34'974	34'970	34'970	34'968	34'973	34'985	34'974
24,5	34'468	34'474	34'473	34'473	34'471	34'475	34'486	34'476	34'473	34'473	34'471	34'475	34'486	34'476
25,5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
26,5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
27,5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
28,5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
29,5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Descrizione:

La curva di potenza del parco è simile alla curva di potenza di una WTG, nel senso che quando una data velocità del vento si manifesta "di fronte al parco" con lo stesso valore nell'intera area del parco eolico (prima dell' effetto del parco stesso), allora la produzione complessiva può essere espressa dalla curva di potenza del parco. In altre parole: la curva di potenza del parco include le perdite di scia, ma NON include le variazioni della velocità del vento dovute al terreno entro l' area del parco. Misurare la curva di potenza di un parco eolico non è semplice come misurare quella di una WTG, a causa del fatto che la prima dipende dalla direzione del vento e che una data velocità del vento normalmente non si manifesta contemporaneamente sull'intera area del parco (solo in terreni molto piani). Questa versione della curva di potenza del parco non andrebbe dunque utilizzata per validazioni basate su misurazioni. Ciò richiederebbe almeno 2 masts su due lati del parco, a meno che non vengano testati solo alcuni settori, e un terreno non complesso (tipicamente, offshore). Per terreni complessi è disponibile un'altra versione della curva di potenza del parco.

La curva di potenza del parco può essere usata per:

1. Sistemi di previsione, basati su più dati di vento approssimativi; la curva di potenza del parco sarebbe un modo efficace di ottenere il legame tra la velocità (e la direzione) del vento e la potenza.
2. Costruzione delle curve di durata, che descrivono quanto spesso un dato output di potenza si presenta. La curva di potenza del parco può essere usata insieme con la distribuzione media del vento sull'area del parco eolico all'altezza del mozzo. Tale distribuzione può eventualmente essere ottenuta dai parametri Weibull per ogni posizione delle WTG. Questi si trovano nel menu di stampa "Risultato su file", in "Risultato del Parco", che può essere salvato su file o copiato e incollato in Excel.
3. Calcolo dell'Indice di Vento basato sulla produzione del parco (v. sotto).
4. Stima della produzione attesa di una centrale eolica esistente sulla base di misure in almeno due siti ai lati della centrale. I masts vanno usati per ottenere la velocità del vento imperturbato. Questa è usata nella simulazione della produzione con la curva di potenza del parco. Questa procedura è adatta solo a terreni non complessi. Per terreni complessi è disponibile un altro calcolo della curva di potenza del parco (modello PPV).

Nota:

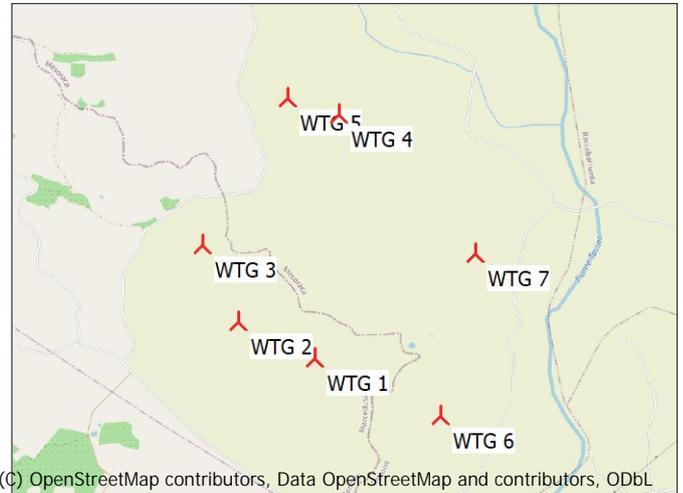
Nel menu " Risultato su file" è disponibile anche l' opzione " Velocità del vento entro il parco eolico" . Essa può essere utilizzata per estrarre (e.g. con Excel) le perdite indotte dalle scie sulla velocità del vento misurata.

PARK - Distanze tra le WTG

Calcolo: Park Mesoraca 2 PC 5.3

Distanze tra le WTG

	Z	WTG più vicina	Z	Distanza orizzontale	Distanza in Diametri Rotore
	[m]		[m]	[m]	
WTG 1	124,2	WTG 2	150,0	839	4,9
WTG 2	150,0	WTG 1	124,2	839	4,9
WTG 3	153,5	WTG 2	150,0	841	4,9
WTG 4	120,0	WTG 5	140,0	534	3,1
WTG 5	140,0	WTG 4	120,0	534	3,1
WTG 6	112,7	WTG 1	124,2	1'368	8,0
WTG 7	79,2	WTG 6	112,7	1'643	9,7
Min	79,2		112,7	534	3,1
Max	153,5		150,0	1'643	9,7



Scala 1:75'000

▲ Nuova WTG

Progetto:

Engie Belcastro S.r.l

Utente autorizzato:

Studio Tecnico BFP s.r.l.

Via degli Arredatori, 8

IT-70026 Modugno (BA)

+39 080 5046361

Marco D'Arcangelo / m.darcangelo@bfpgroup.net

Redatto il:

19/10/2023 17:53/3.6.366

PARK - Info Statistica di Vento

Calcolo: Park Mesoraca 2 PC 5.3

Dati per il calcolo della Statistica del Vento

File	C:\...\darcangelom\Documents\WindPRO Data\Projects\Mesoraca-Belcastro\IT EMD-ConWx Meso Data, EUROPE_N38,96_E016,88 (10)anem4 - 150.00 m.wvs
Nome	EMD-ConWx Meso Data, EUROPE_N38,96_E016,88 (10)anem4 - 150.00 m
Paese	Italy
Fonte	USER
Coordinate mast	UTM (north)-WGS84 Zone: 33 Est: 662'890 Nord: 4'314'018
Creato	05/05/2022
Modificato	05/05/2022
Settori	12
Versione WASP	WASP 12 Version 12.05.0008
Sistema di coordinate	UTM (north)-WGS84 Zona: 33
Altezza di dislocamento	Nessuna

Ulteriori informazioni sulla Statistica

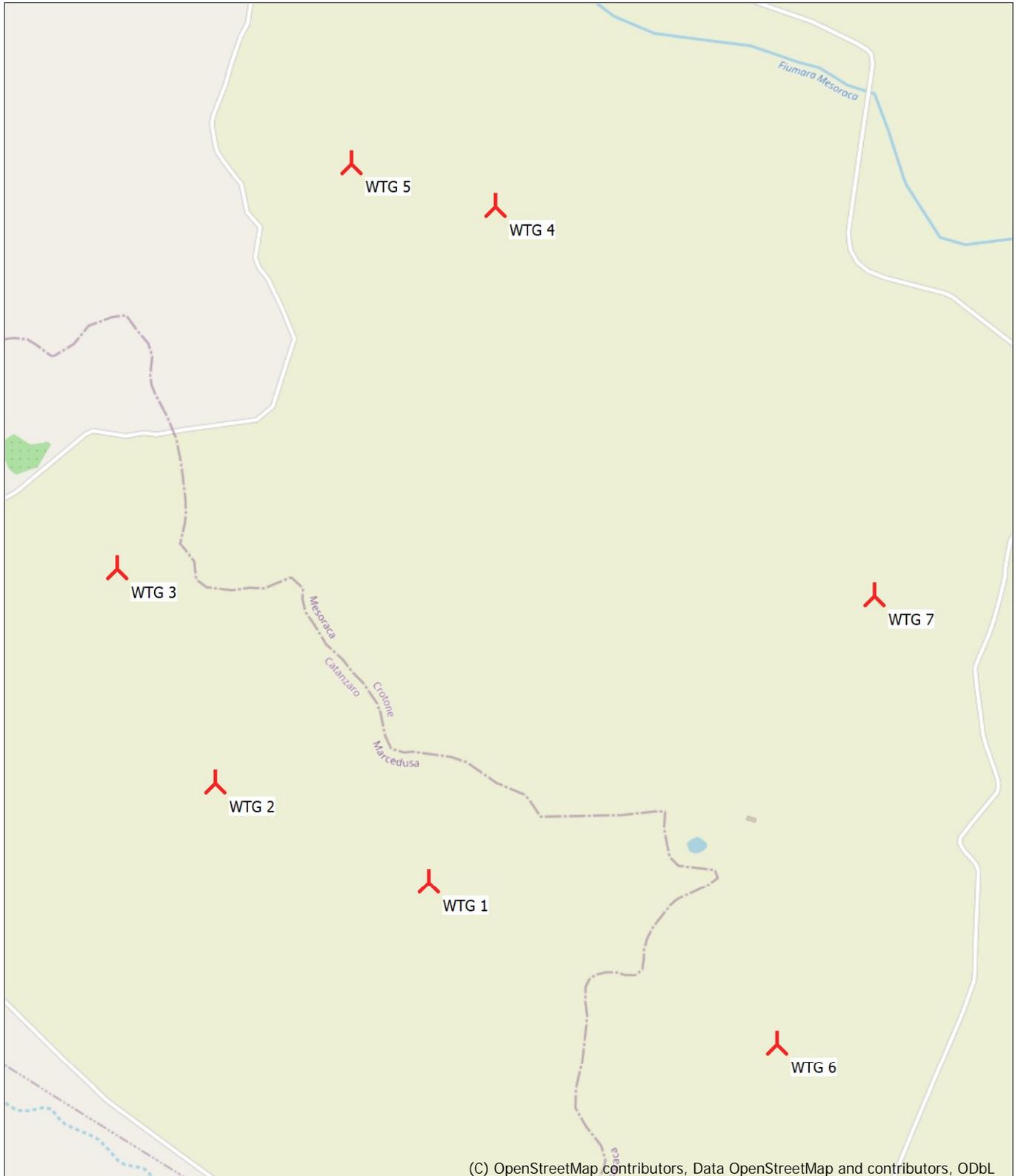
Fonte dati	EMD-ConWx Meso Data, EUROPE_N38,96_E016,88 (10)anem4
Dati dal	01/01/1993
al	31/08/2019
Periodo di misura	319,9 mesi
Tasso di recupero	100,0 %
Periodo di misura effettivo	319,9 mesi

Commento

Per ottenere un risultato corretto, la Statistica del Vento deve essere stata calcolata con lo STESSO modello e parametrizzazione selezionati in questo calcolo. Versioni di WASP precedenti alla 10.0 non presentano variazioni sostanziali, ma nelle versioni successive le modifiche applicate hanno effetto sulla Statistica del Vento. Analogamente, WASP CFD deve sempre utilizzare Statistiche di Vento calcolate con WASP CFD.

PARK - Mappa

Calcolo: Park Mesoraca 2 PC 5.3



0 250 500 750 1000m

Mappa: EMD OpenStreetMap , Scala di stampa 1:20'000, Centro mappa UTM (north)-WGS84 Zone: 33 Est: 663'599 Nord: 4'319'548

 Nuova WTG