

STEL RENEWABLE ENERGIES S.R.L.

PROGETTO DEFINITIVO PER LA REALIZZAZIONE DI UN IMPIANTO EOLICO IN AGRO DI BONEFRO, CASACALENDA E RIPABOTTONI (CB), CON OPERE DI CONNESSIONE ANCHE NEL COMUNE DI MORRONE DEL SANNIO (CB)



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		
V11	VALUTAZIONE ANEMOLOGICA E DELLA PRODUCIBILITA'	23009	D		
		CODICE ELABORATO			
		DC23009D-V11			
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		
00		-	-		
		NOME FILE	PAGINE		
		DC23009D-V11.doc	18+copertina +allegato		
REV	DATA	MODIFICA	Elaborato	Controllato	Approvato
00	15/09/23	Emissione	D'Arcangelo	Miglionico	Pomponio
01					
02					
03					
04					
05					
06					

INDICE

1. PREMESSA	2
2. DESCRIZIONE DELL'INTERVENTO	3
2.1 Descrizione del progetto	5
3. CARATTERISTICHE DELL'AEROGENERATORE	7
4. CARATTERIZZAZIONE DEL SITO	9
4.1 Orografia.....	9
4.2 Rugosità.....	9
5. DATI ANEMOLOGICI UTILIZZATI	10
6. METODO DI CALCOLO DELLA PRODUCIBILITÀ ELETTRICA DELL'AEROGENERATORE	14
7. CONSIDERAZIONI E RISULTATI DEI CALCOLI DI PRODUCIBILITÀ	17
8. ALLEGATO: REPORT DI CALCOLO WINDPRO	18

1. PREMESSA

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 STEL RENEWABLE ENERGIES 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 5 aerogeneratori, aventi rotore pari a 170 m e altezza al tip di 220 m, ciascuno di potenza nominale pari a 6,2 MW, per una potenza complessiva di 31 MW e potenza in immissione pari a 30 MW, da realizzarsi nei comuni di Bonefro, Casacalenda e Ripabottoni (CB), in cui insistono gli aerogeneratori e parte delle opere di connessione, e nel comune di Morrone del Sannio (CB) in cui insiste la restante parte delle opere di connessione e la cabina utente, per il collegamento in antenna a 36 kV ad una nuova Stazione Elettrica (SE) di trasformazione a 150/36 kV della RTN, da inserire in entra-esce sulla linea RTN a 150 kV "Morrone - Larino".

2. DESCRIZIONE DELL'INTERVENTO

Il parco eolico di progetto sarà ubicato nei comuni di Bonefro, Casacalenda e Ripabottoni (CB) a distanza di circa 3 km dal centro urbano dei comuni di Bonefro e Casacalenda, e di circa 4 km dal centro urbano del comune di Ripabottoni. I terreni sui quali si installerà il parco eolico, interessano una superficie di circa 505 ettari, anche se la quantità di suolo effettivamente occupato è significativamente inferiore e limitato alle aree di piazzola dove verranno installati gli aerogeneratori, come visibile sugli elaborati planimetrici allegati al progetto.

L'area di progetto, intesa sia come quella occupata dai 5 aerogeneratori di progetto, con annesse piazzole, e parte dei cavidotti di interconnessione, interessa i territori comunali di Bonefro (CB) censito al NCT ai fogli di mappa nn. 10, 15, 16 e 23, Casacalenda (CB) censito al NCT ai fogli di mappa nn. 64, 68, e 68, Ripabottoni (CB) censito al NCT ai fogli di mappa nn. 2, 3, 4, 5, 6, 7, 13, e 14; mentre la restante parte del cavidotto di interconnessione e la cabina utente ricadono nel territorio comunale di Morrone del Sannio (CB) censito al NCT al foglio di mappa n. 34.

Dal punto di vista cartografico, le opere di progetto ricadono nelle seguenti tavolette:

- Foglio I.G.M. scala 1:25.000 – Tavolette nn° 154 II-SE "Casacalenda" e 154 II-SO "Morrone del Sannio";
- CTR scala 1:5.000 – Tavolette nn. PL394062, PL394073, PL394072, PL394101, PL394114, PL394111;
- Fogli di mappa nn. 23, 16, 10, 15 del comune di Bonefro;
- Fogli di mappa nn. 64, 68 del comune di Casacalenda;
- Fogli di mappa nn. 14, 13, 7, 5, 4, 6, 3, 2 del comune di Ripabottoni;
- Foglio di mappa n. 34 del comune di Morrone del Sannio.

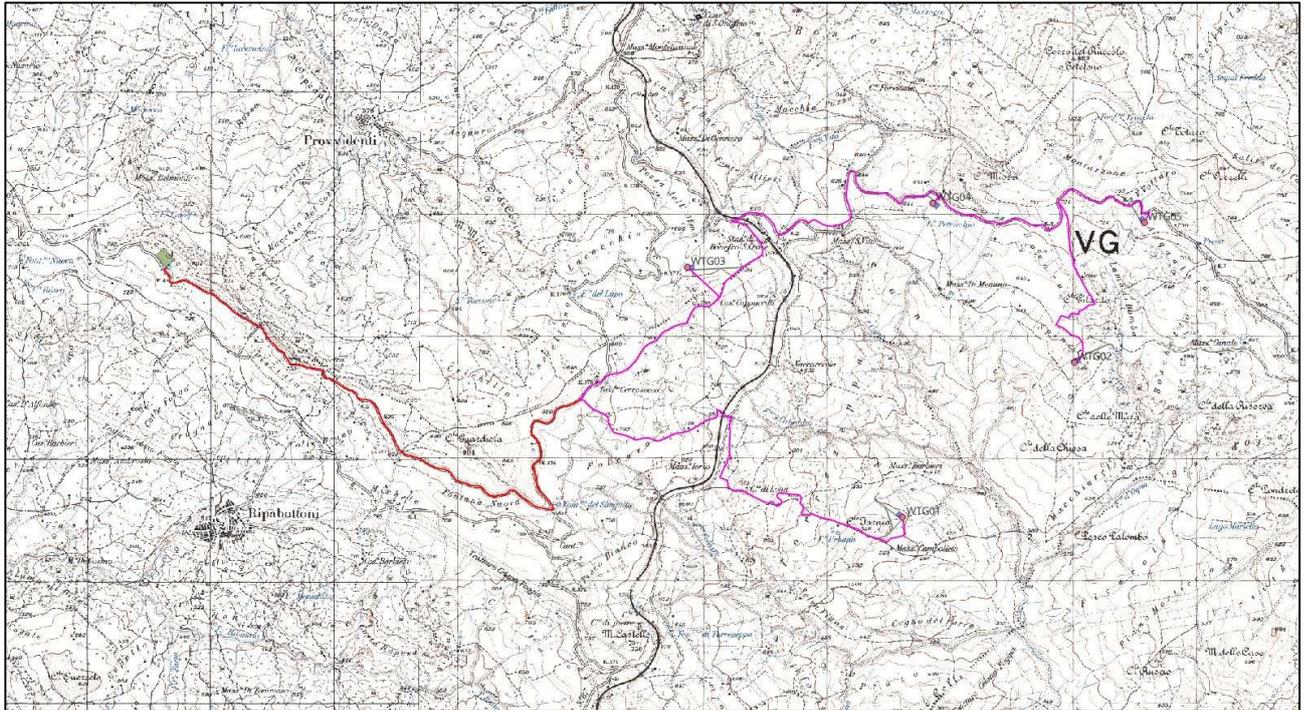


Figura 1: Ubicazione su IGM dell'area di impianto e delle opere di connessione

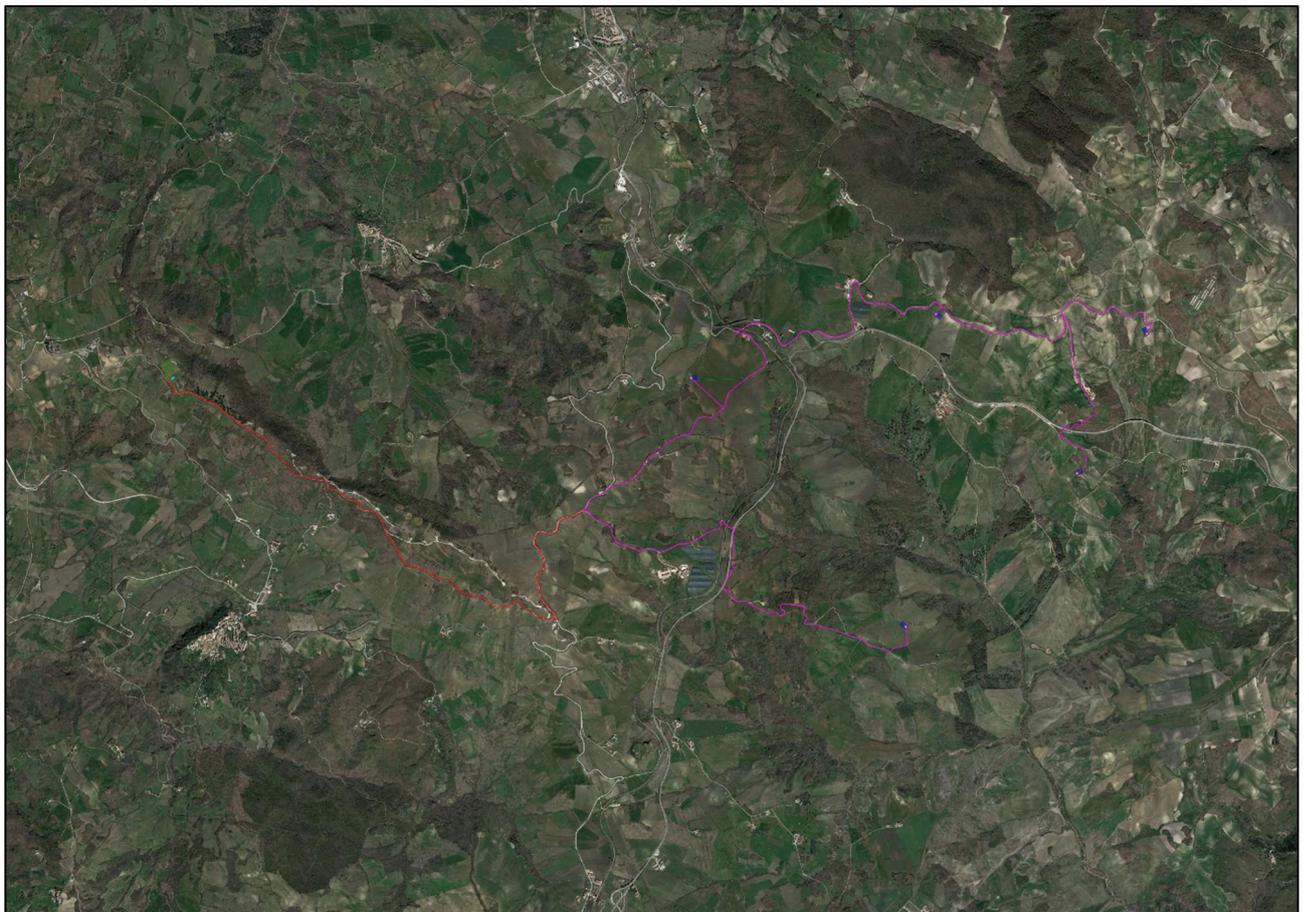


Figura 2: Dettaglio dell'area di impianto su ortofoto

Di seguito, si riporta la tabella riepilogativa in cui sono indicate per ciascun aerogeneratore le relative coordinate e le particelle catastali dei Comuni di Bonefro (CB), Casacalenda (CB) e Ripabottoni (CB).

WTG	COORDINATE GEOGRAFICHE WGS84		COORDINATE PLANIMETRICHE UTM33 WGS 84		DATI CATASTALI		
	LATITUDINE	LONGITUDINE	NORD (Y)	EST (X)	Comune	foglio	p.lla
01	41°41'22.89"	14°52'27.73"	4615332	489545	Ripabottoni	14	41-42-347-52-53
02	41°42'3.84"	14°53'27.85"	4616592	490937	Bonefro	23	76-81-79-80-63
03	41°42'28.94"	14°51'12.11"	4617371	487801	Casacalenda	68	96
04	41°42'45.99"	14°52'38.23"	4617894	489791	Bonefro	15	284-83
05	41°42'40.91"	14°53'52.42"	4617735	491506	Bonefro	16	37-39-293-40

2.1 Descrizione del progetto

Gli aerogeneratori utilizzati saranno ad asse orizzontale, costituiti da un sistema tripala, con generatore di tipo asincrono. Il tipo di aerogeneratore da utilizzare verrà scelto in fase di progettazione esecutiva dell'impianto; le dimensioni previste per l'aerogeneratore tipo sono:

- diametro del rotore pari 170 m,
- altezza mozzo pari a 135 m,
- altezza massima al tip (punta della pala) pari a 220 m.

La soluzione di connessione alla RTN prevede che l'impianto venga collegata in antenna a 36 kV ad una nuova Stazione Elettrica (SE) di trasformazione a 150/36 kV della RTN, da inserire in entra-esce sulla linea RTN a 150 kV "Morrone - Larino".

La connessione in antenna avverrà mediante raccordo in cavo interrato AT tra gli aerogeneratori e il quadro di arrivo all'interno della stazione TERNA di nuova realizzazione.

Per il collegamento degli aerogeneratori alla stazione Terna è prevista la realizzazione delle seguenti opere:

- Cavidotto AT, composto da 2 linee provenienti ciascuna da un sottocampo del parco eolico, esercito a 36 kV, per il collegamento elettrico degli aerogeneratori con la suddetta stazione. Detti cavidotti saranno installati all'interno di opportuni scavi principalmente lungo la viabilità ordinaria esistente e sulle strade di nuova realizzazione a servizio del parco eolico.
- Rete telematica di monitoraggio in fibra ottica per il controllo della rete elettrica e dell'impianto eolico mediante trasmissione dati via modem o satellitare;

- Cabina utente ubicata nei pressi del punto di connessione, che raccoglie le linee AT di interconnessione del parco eolico, consentendo poi la trasmissione dell'intera potenza del parco eolico al punto di consegna mediante un raccordo in cavo interrato (36 kV).

3. CARATTERISTICHE DELL'AEROGENERATORE

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 Bonefro, Casacalenda e Ripabottoni) si trova a circa 3 km in direzione Ovest rispetto al centro abitato di Bonefro, a circa 4 km in direzione Nordest rispetto al centro abitato di Ripabottoni ed a circa 3 km in direzione Sud dal centro abitato di Casacalenda. Le quote altimetriche dell'area variano orientativamente tra 500 e 720 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'istallazione 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.

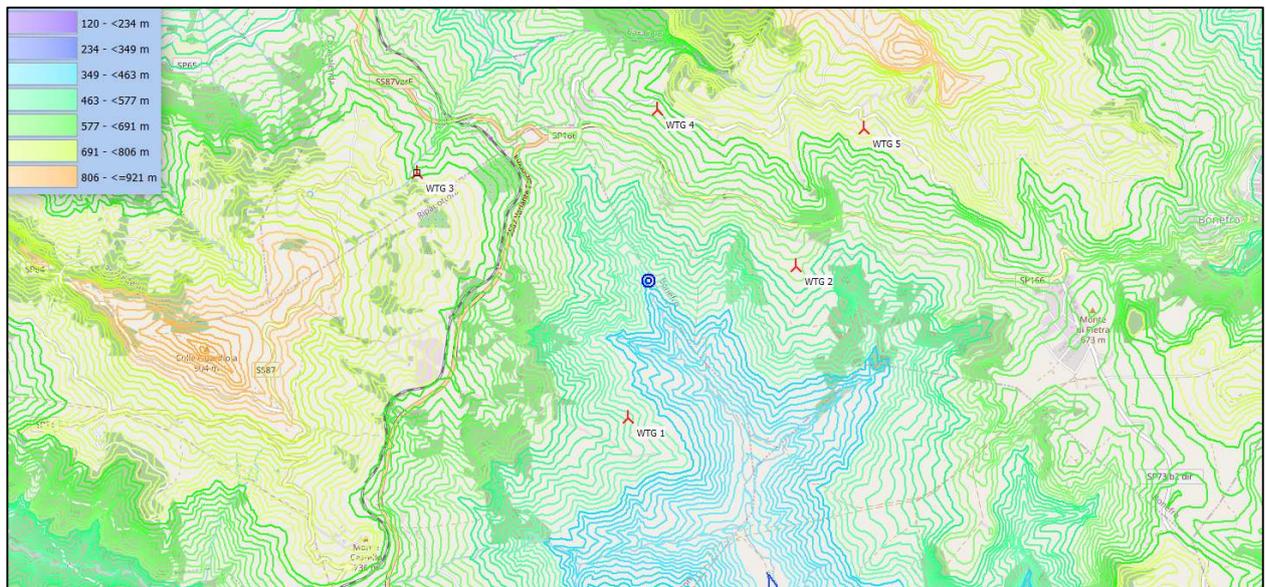


Figura 3 - Orografia del sito di installazione del parco eolico (curve di livello colorate, ogni 10 m)

Le caratteristiche orografiche del sito lasciano presupporre una buona esposizione ai venti, condizionati dalla conformazione orografica, con eventuali correnti ascensionali e "corridoi" in direzione NNW e WSW 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 1,5 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 N41,69_E014,87 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 e sono mostrati i dati riassuntivi estrapolati dai dati alla mesoscala.

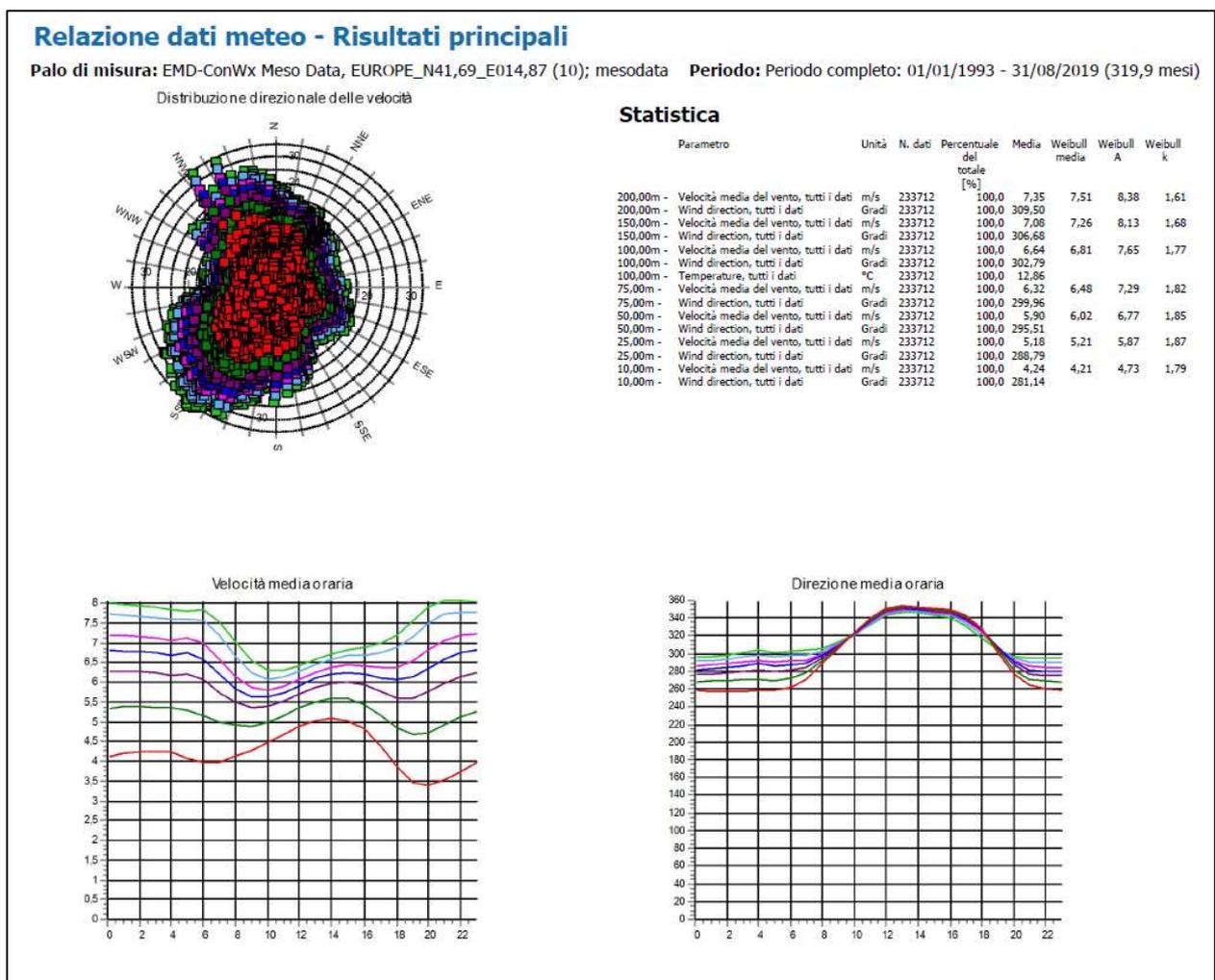


Figura 4 – Relazione dati meteo, risultati principali.

Relazione dati meteo - Velocità medie mensili

Palo di misura: EMD-ConWx Meso Data, EUROPE_N41,69_E014,87 (10); mesodata 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	6,45	9,46	11,07	6,44	7,06	7,06	7,55	6,96	9,40	6,65	9,71	9,53	6,82	7,63	8,49	8,01	8,22	8,31	6,15	8,18
Febbraio	7,71	8,13	9,19	8,68	7,98	7,21	9,76	7,59	9,14	7,58	7,49	8,57	9,31	8,57	8,53	6,73	9,74	9,35	7,53	8,52
Marzo	7,70	6,60	10,05	5,95	8,35	9,22	8,88	8,06	10,77	8,12	6,68	7,46	6,01	9,57	8,25	9,09	10,01	7,24	8,49	7,39
Aprile	6,42	8,78	6,80	6,62	8,53	9,92	8,15	8,12	8,39	6,83	8,13	6,63	7,23	6,42	4,14	9,86	6,25	5,96	6,19	8,24
Maggio	5,12	7,91	7,51	7,01	7,10	6,43	4,84	4,52	6,36	5,86	5,51	7,47	6,89	5,78	6,33	6,23	5,30	7,84	6,74	6,84
Giugno	5,94	6,48	5,11	6,25	5,95	4,94	5,43	5,90	7,53	5,54	3,70	5,57	5,92	6,03	5,46	4,50	6,04	6,93	5,40	5,82
Luglio	5,78	6,35	5,10	6,60	5,78	5,55	6,07	7,89	6,29	6,18	5,54	5,23	6,36	6,11	5,81	6,34	5,14	5,52	5,82	5,75
Agosto	4,96	5,49	4,44	5,19	5,75	5,23	5,35	4,87	5,41	6,28	5,68	5,43	6,43	6,75	6,75	4,83	4,76	5,05	4,57	5,60
Settembre	7,14	6,11	7,18	7,14	5,04	8,35	6,26	7,55	7,06	6,29	5,97	6,37	5,78	5,48	7,70	7,04	6,12	7,57	5,19	6,56
Ottobre	8,17	7,05	4,07	7,73	6,37	7,56	6,30	6,26	4,64	7,60	8,25	6,51	4,88	6,82	6,19	6,47	7,11	7,10	7,14	5,57
Novembre	7,26	6,14	8,35	10,12	7,19	8,18	6,77	10,51	8,62	10,12	6,65	8,20	7,43	6,06	7,86	7,86	7,50	8,97	5,18	8,59
Dicembre	9,49	6,34	8,24	8,46	8,81	6,82	10,78	7,30	10,62	7,11	8,59	8,16	9,73	6,20	7,92	8,61	10,39	10,29	10,00	9,49
Media, tutti i dati	6,84	7,06	7,25	7,17	6,99	7,20	7,16	7,12	7,84	7,01	6,83	7,09	6,88	6,78	6,95	7,13	7,20	7,50	6,54	7,20
media dei mesi	6,85	7,07	7,26	7,18	6,99	7,21	7,18	7,13	7,85	7,01	6,83	7,09	6,90	6,79	6,95	7,13	7,22	7,51	6,53	7,21

Velocità medie mensili

150,00m -

Mese	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	Media	Media mensile
Gennaio	8,94	8,32	8,92	8,38	8,68	7,95	10,23	8,17	8,17
Febbraio	8,34	9,67	8,06	10,76	8,44	8,20	10,56	8,57	8,57
Marzo	9,10	7,51	8,38	8,40	9,10	10,30	9,11	8,36	8,36
Aprile	7,27	7,38	7,86	7,72	7,09	6,03	6,94	7,33	7,33
Maggio	7,59	6,70	6,75	7,78	6,09	4,92	7,69	6,49	6,49
Giugno	5,29	5,42	6,27	5,62	5,02	6,84	6,14	5,74	5,74
Luglio	5,16	6,70	4,33	4,81	5,42	6,18	5,37	5,82	5,82
Agosto	5,94	5,66	5,25	6,51	5,94	4,76	4,70	5,47	5,47
Settembre	6,62	5,79	8,11	6,13	7,13	5,26		6,57	6,57
Ottobre	5,53	6,71	7,17	7,08	6,11	7,76		6,62	6,62
Novembre	8,90	6,74	5,47	7,84	7,70	6,77		7,73	7,73
Dicembre	6,28	7,66	3,60	5,63	10,83	7,55		8,27	8,27
Media, tutti i dati	7,07	7,01	6,67	7,21	7,29	6,87	7,57	7,08	
media dei mesi	7,08	7,02	6,68	7,22	7,30	6,88	7,59		7,08

Figura 5 - Relazione dati meteo, Velocità medie mensili.

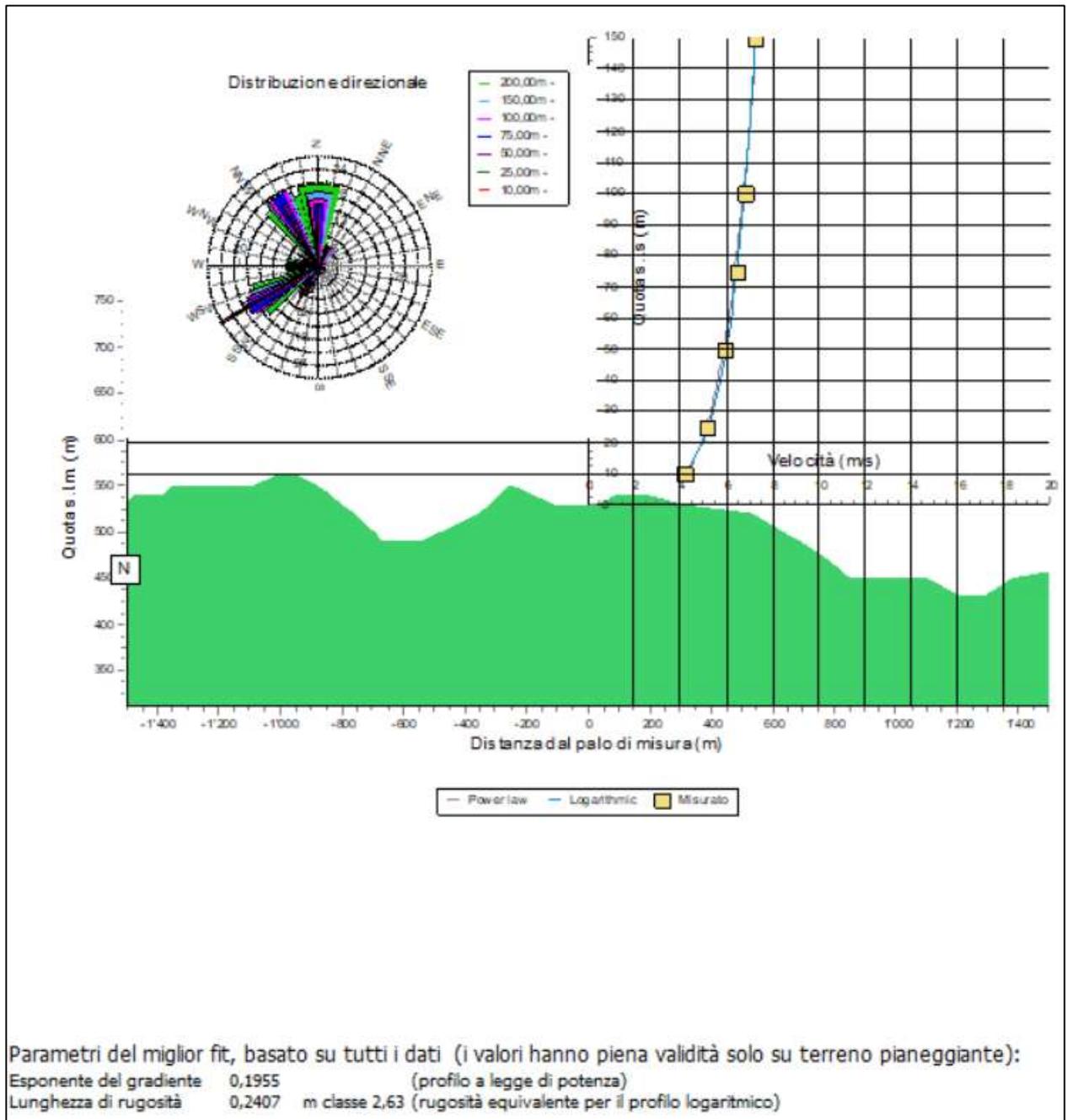


Figura 6 – Relazioni dati meteo, velocità medie mensili a 150 m s.l.t.

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 135 m

(altezza al rotore) sul livello del terreno. Quest'ultima mostra che gli aerogeneratori sono investiti da una velocità media del vento compresa tra 6,7-8,4 m/s ad un'altezza di 135 m s.l.t.

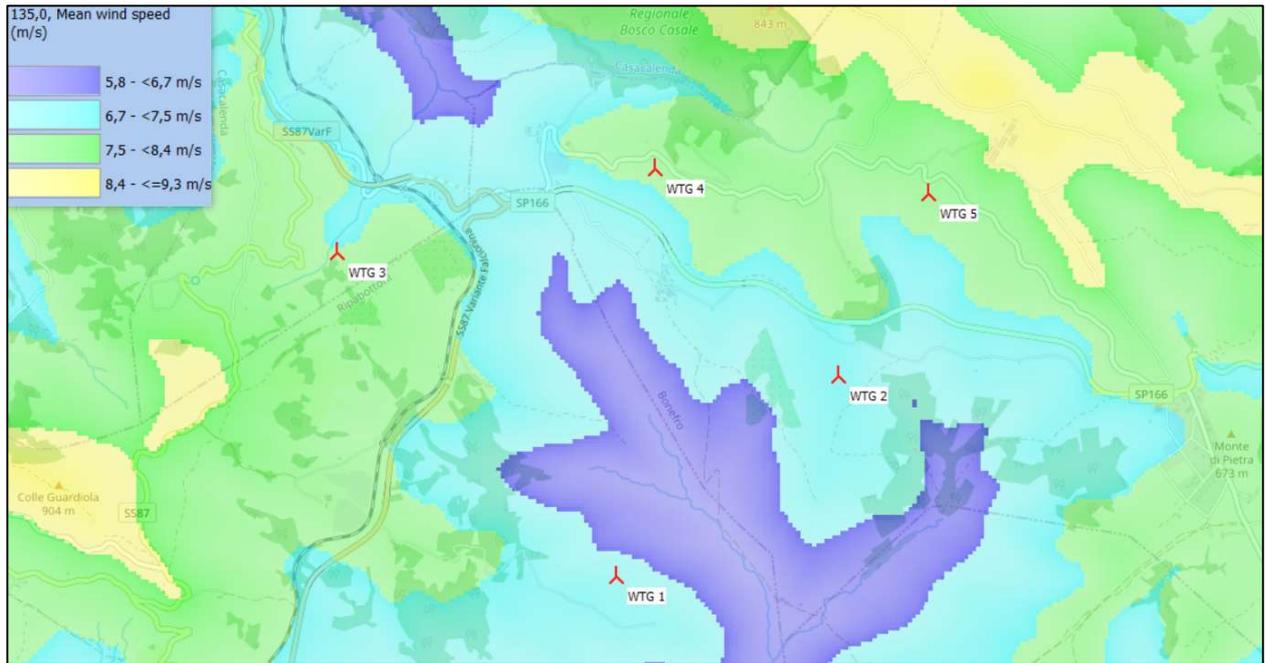


Figura 7 – Mappa della risorsa eolica, velocità media del vento a 135 m s.l.t.

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 6 e 7 m/s ad una altezza di 125 m dal suolo (Figura 8).

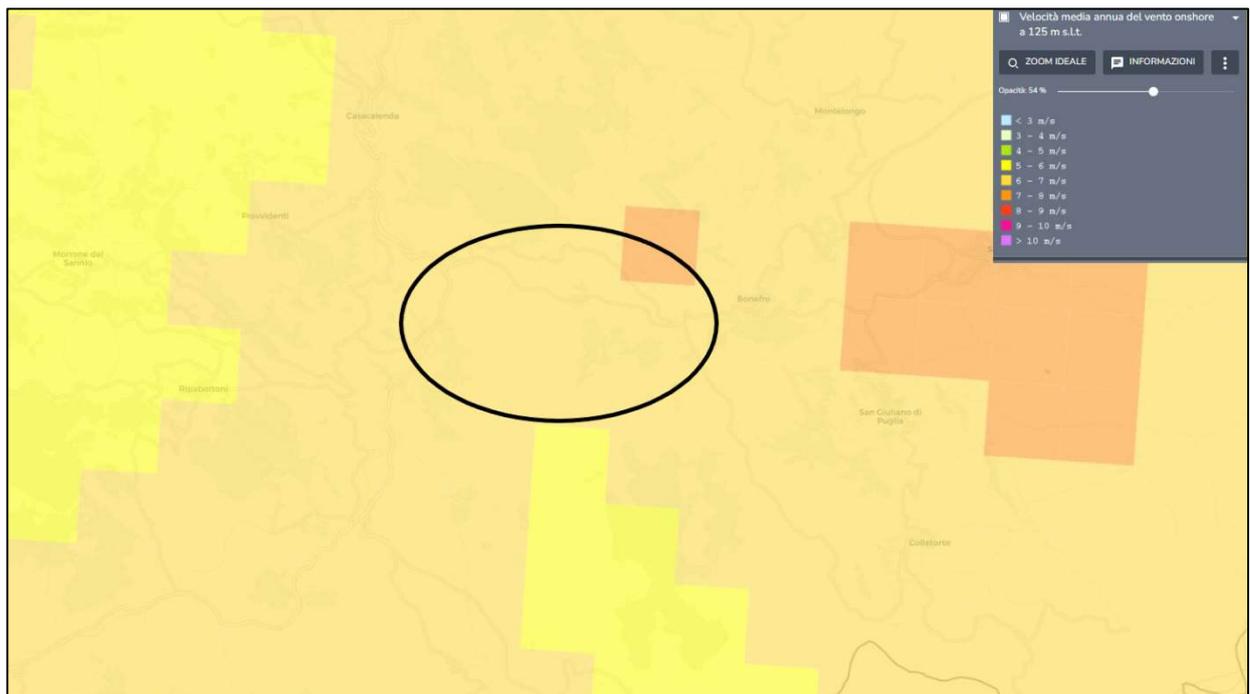


Figura 8- Mappa dell'Atlante Eolico (RSE), velocità media annua a 125 m s.l.t.

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 3.6, 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.

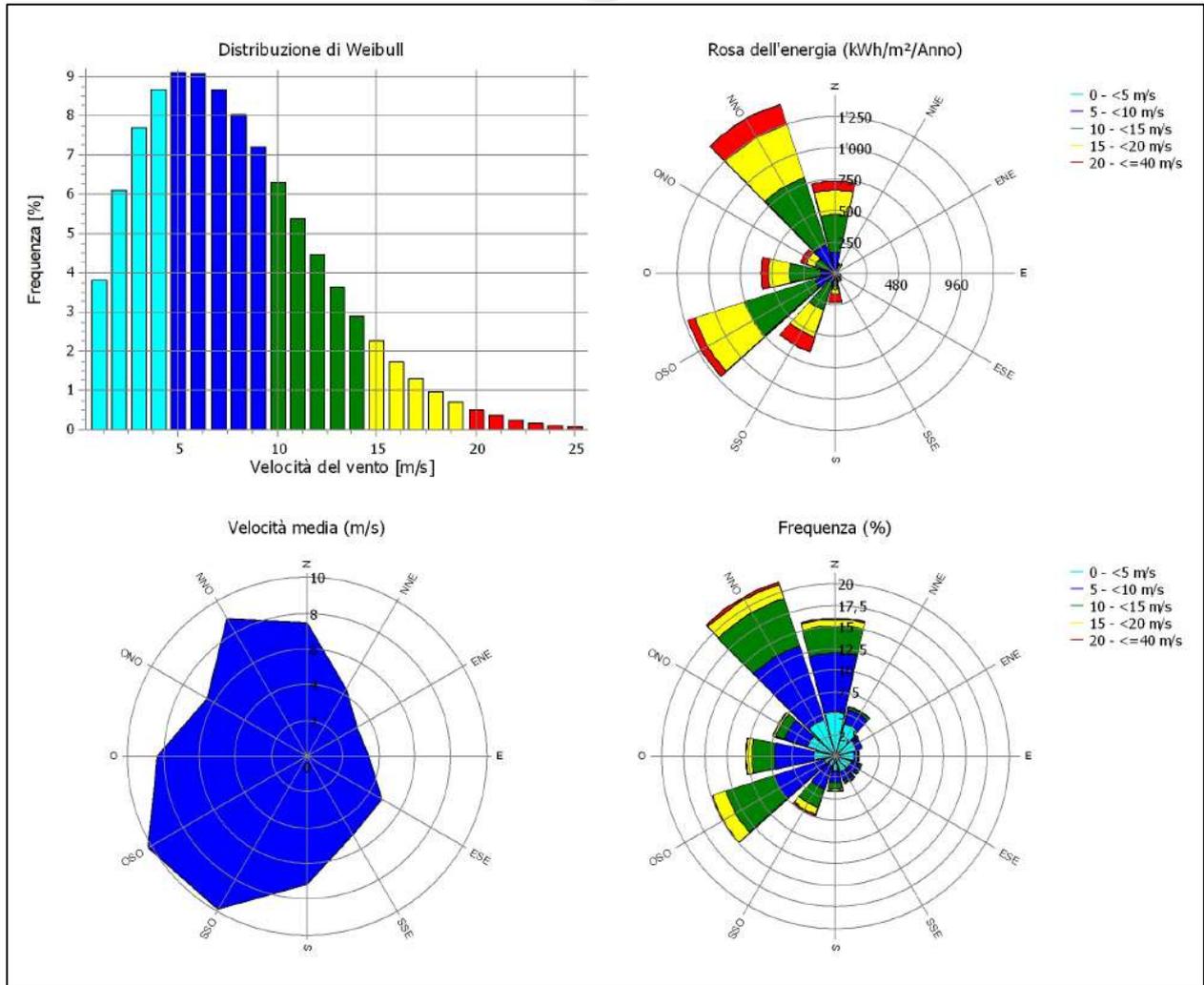


Figura 9- Grafici relativi alla statistica anemologica applicata al sito di installazione del parco eolico in oggetto ad altezza rotore (135 m), elaborati mediante software WindPro 3.6

I venti prevalenti a più alta frequenza sono nei quadranti NNW e da WSW, ma in particolare i venti provenienti dai quadranti SSW fino a WSW e NNW hanno una velocità media più elevata; Infatti, la più elevata potenzialità energetica si ha dal quadrante **NNW** con un valore approssimativo di **1250 [kWh / m² / anno]**.

La **producibilità annua** di energia elettrica dell'impianto è stata effettuata con il software WindPro3.6 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 (CAMPOBASSO V3 2014), al fine di correggere le curve di potenza degli aerogeneratori, utilizzando per il centro del sito una densità dell'aria $\rho = 1.145$ [kg/m³].

La curva di potenza utilizzata è la curva "AM 0, 6.2 MW", con una potenza nominale di 6,200 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.

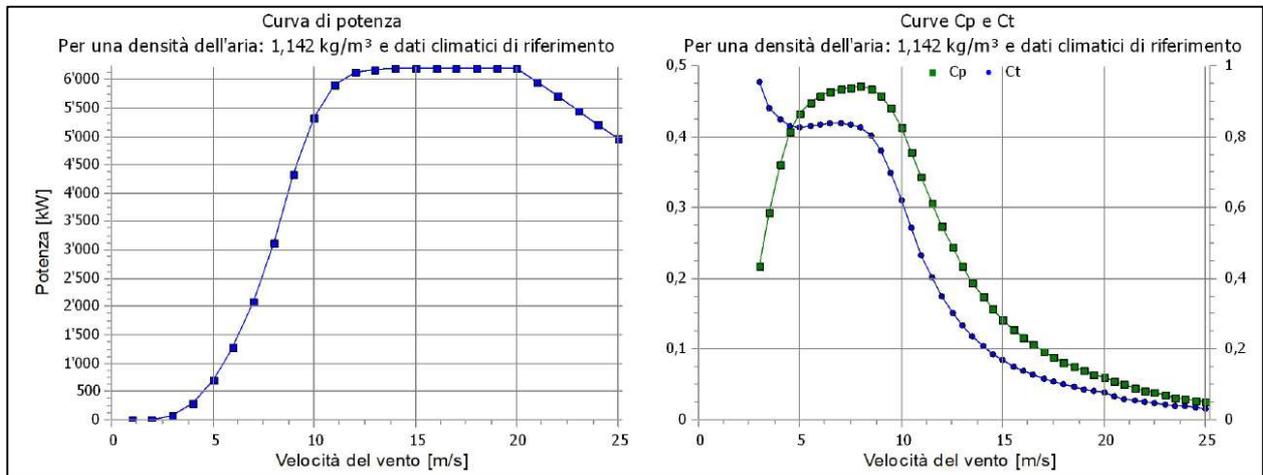


Figura 10 – Curva di potenza (sx) e curve del coefficiente di potenza C_p e del coefficiente di spinta assiale C_t (dx).

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 SSW fino a WSW e NNW, con la presenza di venti con alto potenziale energetico in particolare nel quadrante NNW.

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 **99.577,1 [MWh/anno]** ed una producibilità specifica annua di circa **3212 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 3.6.

Progetto:

Bonefro-Casacalenda-Ripabottoni

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:

31/07/2023 09:56/3.6.366

PARK - Risultato principale

Calcolo: Park 6.2MWp_HH135_REV07

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: -0,1°

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: CAMPOBASSO V3 2014

Temperatura di riferimento: 12,3 °C a 807,0 m

Pressione di riferimento: 1013,3 hPa a 0,0 m

Densità dell'aria al Centro Sito, all'altezza di riferimento: 474,1 m + 135,0 m = 1,145 kg/m³ -> 93,5 % 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_N41,69_E014,87 (10) - 1

Versione WAsP

WAsP 12 Version 12.05.0008



Risultati di riferimento a 135,0 m sopra il terreno

Terreno UTM (north)-WGS84 Zona: 33

Easting	Northing	Nome Oggetto	Dati di Sito	Tipo
A 487'868	4'617'242	Site data:Wasp REV02 (2)	WASP (WASP 12 Version 12.05.0008)	

Energia del vento	Velocità media	Rugosità equivalente
[kWh/m²]	[m/s]	
4'851	7,8	1,0

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)		Ore equivalenti [Ore/anno]	Velocità media al mozzo [m/s]
					Fattore di capacità [%]	Media per WTG [MWh/anno]		
Parco eolico	117'149,5	99'577,1	118'292,1	1,0	36,6	19'915,4	3'212	7,5

a) Basato su Risultato-15,0%

Energia annuale calcolata per ciascuna delle 5 nuove WTG, per un totale di 31,0 MW nominali installati

Tipo di WTG	Statistica	Valida	Produttore	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]
										Risultato [MWh/anno]	Risultato-15,0% [MWh/anno]		
1 A	No	Siemens Gamesa	SG 6.0-170-6'200	6'200	170,0	135,0	EMD	(AM 0, 6.2MW) - 1.225 kg/m3	21'803,8	18'533	1,1	7,04	
2 A	No	Siemens Gamesa	SG 6.0-170-6'200	6'200	170,0	135,0	EMD	(AM 0, 6.2MW) - 1.225 kg/m3	22'552,7	19'170	1,8	7,34	
3 A	No	Siemens Gamesa	SG 6.0-170-6'200	6'200	170,0	135,0	EMD	(AM 0, 6.2MW) - 1.225 kg/m3	23'934,9	20'345	0,1	7,53	
4 A	No	Siemens Gamesa	SG 6.0-170-6'200	6'200	170,0	135,0	EMD	(AM 0, 6.2MW) - 1.225 kg/m3	24'182,1	20'555	0,7	7,63	
5 A	No	Siemens Gamesa	SG 6.0-170-6'200	6'200	170,0	135,0	EMD	(AM 0, 6.2MW) - 1.225 kg/m3	24'676,1	20'975	1,2	7,89	

Posizione delle WTG

UTM (north)-WGS84 Zona: 33

Easting	Northing	Z	Dati/Descrizione
---------	----------	---	------------------

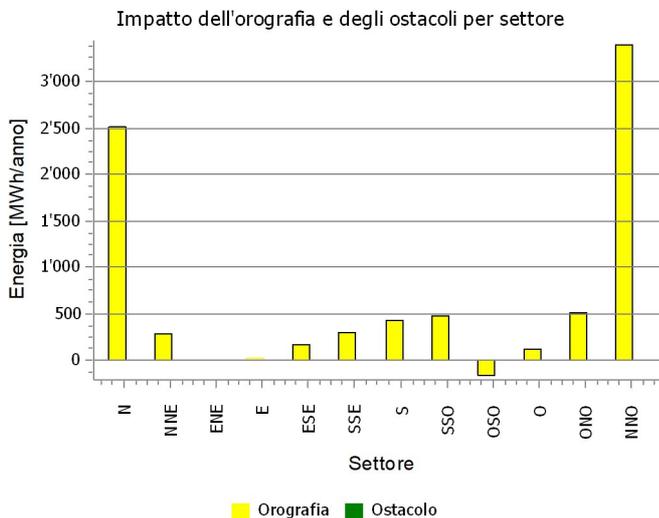
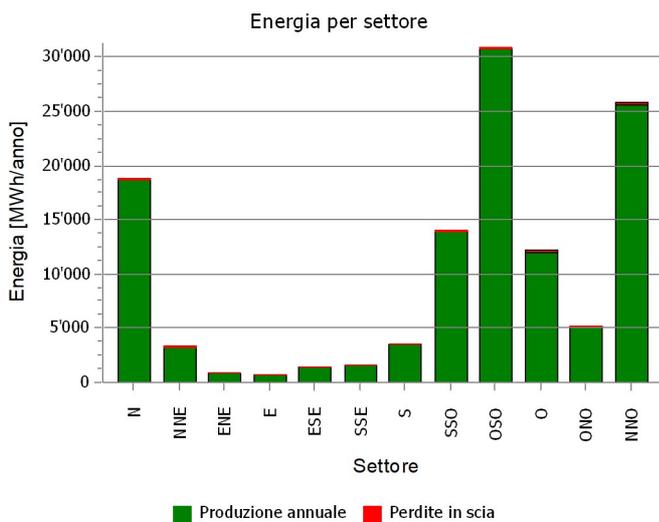
1 Nuova	489'545	4'615'332	505,3	Siemens Gamesa SG 6.0-170 6200 170.0 !O! hub: 135,0 m (TOT: 220,0 m) (34)
2 Nuova	490'937	4'616'593	581,3	Siemens Gamesa SG 6.0-170 6200 170.0 !O! hub: 135,0 m (TOT: 220,0 m) (35)
3 Nuova	487'801	4'617'371	686,8	Siemens Gamesa SG 6.0-170 6200 170.0 !O! hub: 135,0 m (TOT: 220,0 m) (36)
4 Nuova	489'791	4'617'894	668,6	Siemens Gamesa SG 6.0-170 6200 170.0 !O! hub: 135,0 m (TOT: 220,0 m) (37)
5 Nuova	491'506	4'617'735	722,4	Siemens Gamesa SG 6.0-170 6200 170.0 !O! hub: 135,0 m (TOT: 220,0 m) (39)

PARK - Analisi della produzione

Calcolo: Park 6.2MWp_HH135_REV07 WTG: Tutte le WTG nuove, densità dell'aria variabile con la posizione della WTG: 1,118 kg/m³ - 1,142 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]	16'266,0	3'090,1	894,2	670,9	1'194,1	1'217,6	3'122,7	13'603,8	31'051,0	12'052,3	4'658,1	22'406,7	110'227,4
+Incremento dovuto all'orografia	[MWh]	2'510,5	279,1	6,8	16,7	169,8	297,4	429,8	486,8	-160,4	121,3	506,4	3'400,4	8'064,7
-Perdite dovute alle scie	[MWh]	101,5	108,1	13,1	21,3	10,9	28,2	21,6	179,7	172,3	200,0	30,4	255,5	1'142,6
Energia risultante	[MWh]	18'675,0	3'261,2	887,9	666,3	1'353,0	1'486,8	3'530,9	13'910,8	30'718,2	11'973,6	5'134,2	25'551,6	117'149,5
Energia specifica	[kWh/m ²]													1'032
Energia specifica	[kWh/kW]													3'779
Incremento dovuto all'orografia	[%]	15,4	9,0	0,8	2,5	14,2	24,4	13,8	3,6	-0,5	1,0	10,9	15,2	7,32
Perdite dovute alle scie	[%]	0,5	3,2	1,5	3,1	0,8	1,9	0,6	1,3	0,6	1,6	0,6	1,0	0,97
Utilizzazione	[%]	25,4	28,7	36,1	34,8	33,3	30,8	18,8	16,7	19,9	23,9	25,7	24,3	22,1
Tempo di operatività	[Ore/anno]	1'370	528	287	213	236	243	314	657	1'296	791	545	1'559	8'040
Ore equivalenti	[Ore/anno]	602	105	29	21	44	48	114	449	991	386	166	824	3'779



Progetto:

Bonefro-Casacalenda-Ripabottoni

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:

31/07/2023 09:56/3.6.366

PARK - Analisi della curva di potenza

Calcolo: Park 6.2MWp_HH135_REV07 WTG: 1 - Siemens Gamesa SG 6.0-170 6200 170.0 IO!, Altezza mozzo: 135,0 m

Nome: (AM 0, 6.2MW) - 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	EMD	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 IO! (AM 0, 6.2MW) - 1.225 kg/m ³	[MWh]	11'518	17'201	22'531	27'152	30'939	33'855
Valore di controllo	[%]	-2	-2	-1	-1	-1	0

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	89,0	0,24	3,0	0,95
3,5	178,0	0,30	3,5	0,88
4,0	328,0	0,37	4,0	0,85
4,5	522,0	0,41	4,5	0,83
5,0	758,0	0,44	5,0	0,82
5,5	1040,0	0,45	5,5	0,83
6,0	1376,0	0,46	6,0	0,83
6,5	1771,0	0,46	6,5	0,84
7,0	2230,0	0,47	7,0	0,84
7,5	2758,0	0,47	7,5	0,84
8,0	3351,0	0,47	8,0	0,83
8,5	3988,0	0,47	8,5	0,80
9,0	4617,0	0,46	9,0	0,76
9,5	5166,0	0,43	9,5	0,70
10,0	5784,0	0,40	10,0	0,62
10,5	5862,0	0,36	10,5	0,54
11,0	6028,0	0,33	11,0	0,47
11,5	6117,0	0,29	11,5	0,40
12,0	6161,0	0,26	12,0	0,35
12,5	6185,0	0,23	12,5	0,30
13,0	6192,0	0,20	13,0	0,27
13,5	6197,0	0,18	13,5	0,24
14,0	6199,0	0,16	14,0	0,21
14,5	6199,0	0,15	14,5	0,19
15,0	6200,0	0,13	15,0	0,17
15,5	6200,0	0,12	15,5	0,15
16,0	6200,0	0,11	16,0	0,14
16,5	6200,0	0,10	16,5	0,13
17,0	6200,0	0,09	17,0	0,12
17,5	6200,0	0,08	17,5	0,11
18,0	6200,0	0,08	18,0	0,10
18,5	6200,0	0,07	18,5	0,09
19,0	6200,0	0,07	19,0	0,09
19,5	6200,0	0,06	19,5	0,08
20,0	6200,0	0,06	20,0	0,08
20,5	6080,0	0,05	20,5	0,07
21,0	5956,0	0,05	21,0	0,06
21,5	5832,0	0,04	21,5	0,06
22,0	5708,0	0,04	22,0	0,05
22,5	5584,0	0,04	22,5	0,05
23,0	5460,0	0,03	23,0	0,04
23,5	5336,0	0,03	23,5	0,04
24,0	5212,0	0,03	24,0	0,04
24,5	5088,0	0,02	24,5	0,03
25,0	4964,0	0,02	25,0	0,03

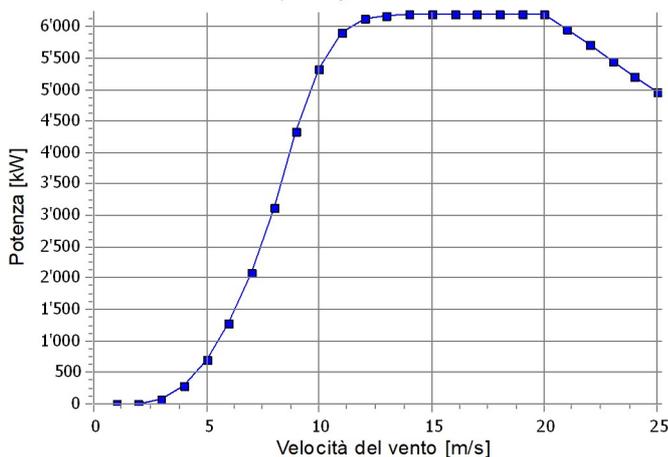
Potenza, efficienza ed energia vs. velocità del vento

Dati usati nel calcolo, Densità dell'aria: 1,142 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	76,2	0,22	2,50-3,50	61,8	61,8	0,3
4,0	299,3	0,36	3,50-4,50	248,9	310,8	1,4
5,0	701,6	0,43	4,50-5,50	560,6	871,3	4,0
6,0	1'279,6	0,46	5,50-6,50	987,6	1'859,0	8,5
7,0	2'076,4	0,47	6,50-7,50	1'511,3	3'370,3	15,5
8,0	3'122,6	0,47	7,50-8,50	2'082,2	5'452,5	25,0
9,0	4'326,0	0,46	8,50-9,50	2'562,6	8'015,1	36,8
10,0	5'339,2	0,41	9,50-10,50	2'755,1	10'770,2	49,4
11,0	5'902,1	0,34	10,50-11,50	2'598,6	13'368,8	61,3
12,0	6'118,8	0,27	11,50-12,50	2'223,8	15'592,6	71,5
13,0	6'180,5	0,22	12,50-13,50	1'786,2	17'378,8	79,7
14,0	6'196,0	0,17	13,50-14,50	1'371,2	18'750,0	86,0
15,0	6'199,0	0,14	14,50-15,50	1'011,9	19'761,9	90,6
16,0	6'200,0	0,12	15,50-16,50	719,0	20'480,8	93,9
17,0	6'200,0	0,10	16,50-17,50	492,4	20'973,3	96,2
18,0	6'200,0	0,08	17,50-18,50	325,7	21'299,0	97,7
19,0	6'200,0	0,07	18,50-19,50	208,8	21'507,8	98,6
20,0	6'200,0	0,06	19,50-20,50	129,4	21'637,2	99,2
21,0	5'956,0	0,05	20,50-21,50	76,9	21'714,1	99,6
22,0	5'708,0	0,04	21,50-22,50	44,5	21'758,6	99,8
23,0	5'460,0	0,03	22,50-23,50	25,4	21'784,0	99,9
24,0	5'212,0	0,03	23,50-24,50	14,5	21'798,5	100,0
25,0	4'964,0	0,02	24,50-25,50	5,3	21'803,8	100,0

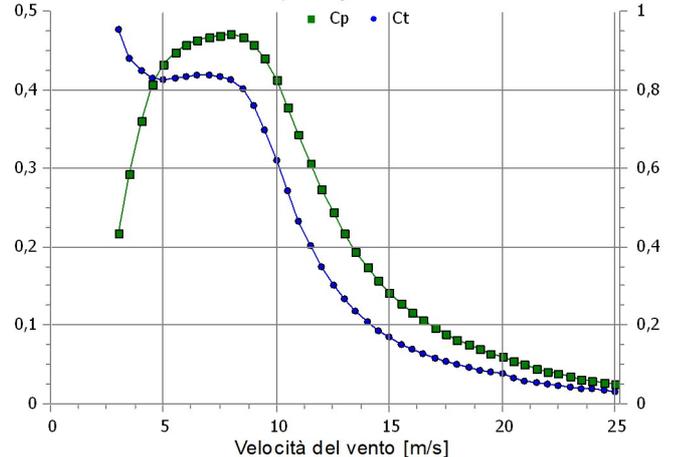
Curva di potenza

Per una densità dell'aria: 1,142 kg/m³ e dati climatici di riferimento



Curve Cp e Ct

Per una densità dell'aria: 1,142 kg/m³ e dati climatici di riferimento



Progetto:

Bonefro-Casacalenda-Ripabottoni

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:

31/07/2023 09:56/3.6.366

PARK - Terreno

Calcolo: Park 6.2MWp_HH135_REV07 Dati di Sito: A - Site data:Wasp REV02 (2)

Ostacoli:

0 ostacoli usati

Rugosità:

Il calcolo usa i seguenti files .map:

C:\Users\darcangelom\Documents\WindPRO Data\Projects\Sant'Elia\ROUGHNESSLINE_ONLINEDATA_0.wpo

Min X: 457'084, Max X: 517'485, Min Y: 4'580'700, Max Y: 4'640'721, Ampiezza: 60'402 m, Altezza: 60'021 m

Orografia:

Il calcolo usa i seguenti files .map:

C:\Users\darcangelom\Documents\WindPRO Data\Projects\Sant'Elia\CONTOURLINE_ONLINEDATA_0.wpo

Min X: 471'482, Max X: 503'406, Min Y: 4'594'779, Max Y: 4'626'595, Ampiezza: 31'925 m, Altezza: 31'816 m

PARK - Analisi dei Dati di vento

Calcolo: Park 6.2MWp_HH135_REV07 Dati di vento: A - Site data:Wasp REV02 (2); Altezza mozzo: 50,0

Coordinate del sito

UTM (north)-WGS84 Zone: 33

Est: 487'868 Nord: 4'617'242

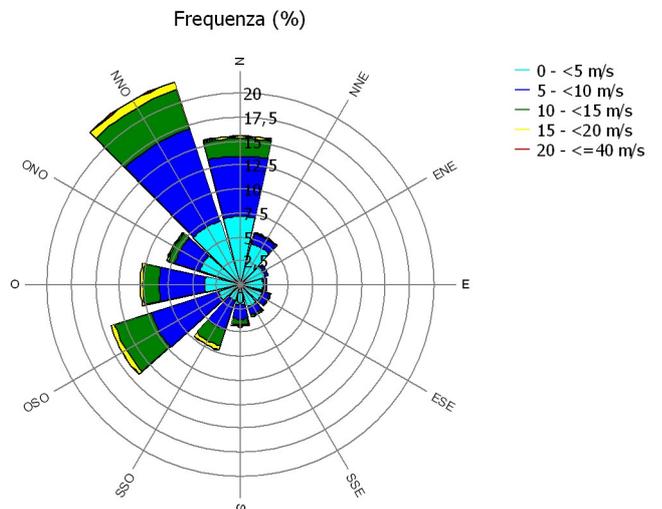
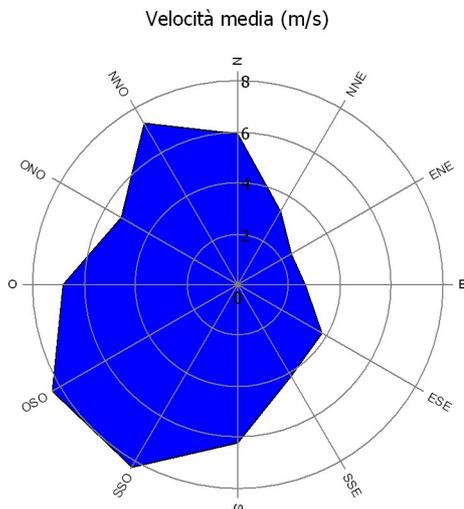
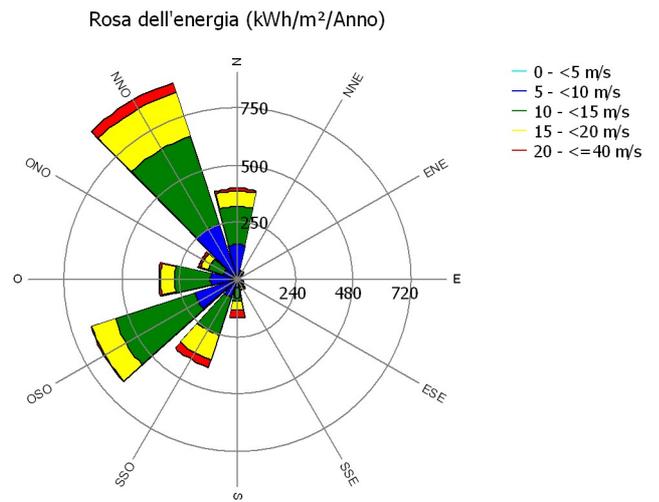
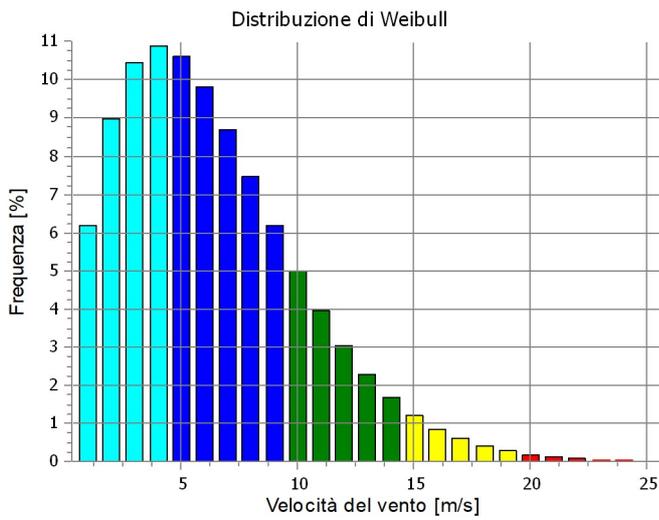
Statistica del Vento

IT EMD-ConWx Meso Data, EUROPE_N41,69_E014,87 (10) - 150.00 m.wws

Parametri Weibull

Sito attuale

Settore	Parametro A [m/s]	Velocità del vento [m/s]	Parametro k	Frequenza [%]
0 N	6,68	5,96	1,705	15,5
1 NNE	3,60	3,34	1,268	5,6
2 ENE	2,60	2,42	1,264	3,0
3 E	2,81	2,63	1,217	2,7
4 ESE	4,14	3,80	1,338	3,3
5 SSE	4,51	4,17	1,291	3,6
6 S	6,83	6,22	1,404	4,4
7 SSO	9,35	8,29	2,076	7,2
8 OSO	9,43	8,38	2,662	14,1
9 O	7,69	6,82	1,951	10,4
10 ONO	5,82	5,27	1,451	8,0
11 NNO	8,26	7,32	1,959	22,2
Tutti	7,09	6,34	1,658	100,0



PARK - Analisi dei Dati di vento

Calcolo: Park 6.2MWp_HH135_REV07 Dati di vento: A - Site data:Wasp REV02 (2); Altezza mozzo: 135,0

Coordinate del sito

UTM (north)-WGS84 Zone: 33

Est: 487'868 Nord: 4'617'242

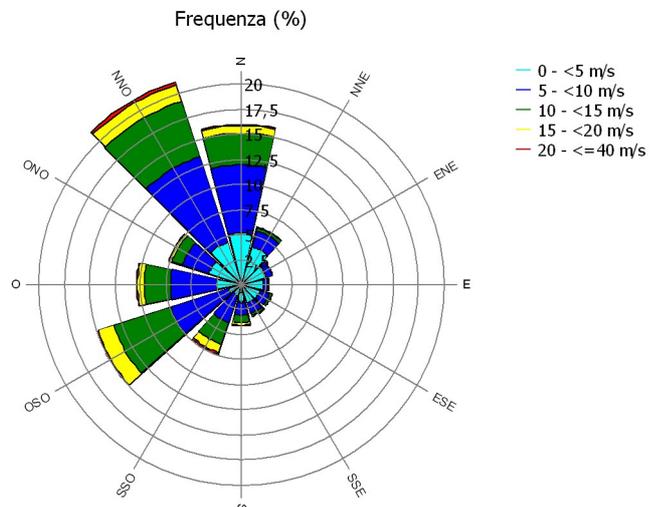
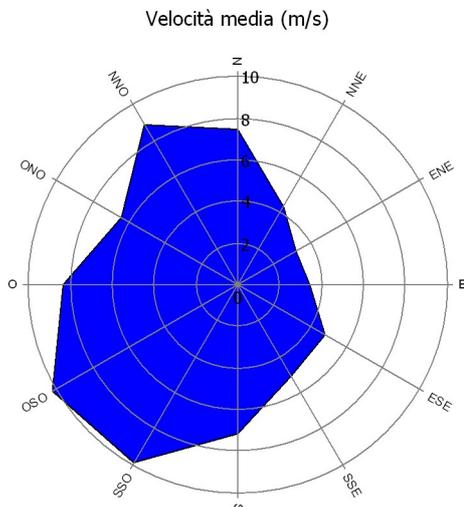
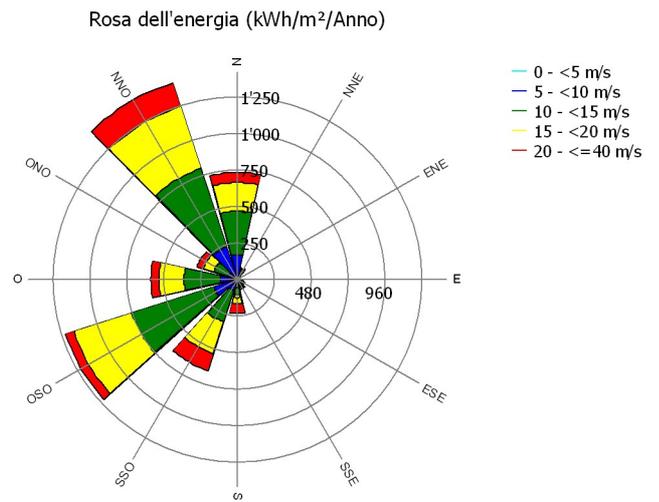
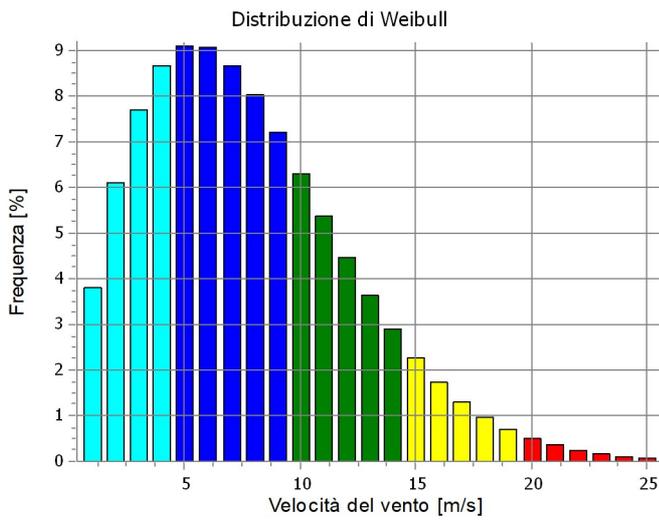
Statistica del Vento

IT EMD-ConWx Meso Data, EUROPE_N41,69_E014,87 (10) - 150.00 m.wws

Parametri Weibull

Sito attuale

Settore	Parametro A [m/s]	Velocità del vento [m/s]	Parametro k	Frequenza [%]
0 N	8,40	7,46	1,826	16,0
1 NNE	4,73	4,35	1,338	5,9
2 ENE	3,47	3,19	1,330	3,2
3 E	3,71	3,44	1,283	2,7
4 ESE	5,27	4,79	1,428	3,2
5 SSE	5,57	5,08	1,381	3,3
6 S	7,92	7,19	1,439	4,1
7 SSO	11,19	9,91	2,205	7,3
8 OSO	11,49	10,24	2,850	15,0
9 O	9,40	8,32	2,041	10,4
10 ONO	7,10	6,41	1,502	7,6
11 NNO	10,01	8,86	2,100	21,2
Tutti	8,71	7,76	1,764	100,0



PARK - Curva di potenza del parco

Calcolo: Park 6.2MWp_HH135_REV07

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	803	772	789	745	777	754	790	774	789	745	777	755	790	773	
4,5	2'365	2'289	2'331	2'223	2'301	2'244	2'333	2'292	2'332	2'225	2'301	2'245	2'333	2'292	
5,5	4'765	4'630	4'705	4'517	4'652	4'553	4'708	4'637	4'705	4'519	4'652	4'554	4'707	4'636	
6,5	8'135	7'912	8'034	7'724	7'949	7'786	8'040	7'923	8'034	7'728	7'949	7'786	8'039	7'922	
7,5	12'679	12'340	12'524	12'050	12'397	12'148	12'534	12'357	12'526	12'057	12'397	12'148	12'533	12'354	
8,5	18'379	17'943	18'184	17'564	18'017	17'697	18'194	17'967	18'187	17'574	18'018	17'697	18'192	17'963	
9,5	24'173	23'811	24'022	23'475	23'872	23'605	24'025	23'831	24'020	23'474	23'873	23'606	24'025	23'833	
10,5	28'236	28'066	28'172	27'905	28'096	27'963	28'166	28'071	28'164	27'892	28'095	27'963	28'171	28'081	
11,5	30'129	30'073	30'108	30'024	30'084	30'037	30'104	30'073	30'103	30'019	30'081	30'038	30'107	30'078	
12,5	30'757	30'744	30'751	30'733	30'746	30'737	30'752	30'745	30'751	30'733	30'746	30'737	30'751	30'745	
13,5	30'944	30'942	30'943	30'940	30'942	30'940	30'943	30'942	30'943	30'939	30'942	30'940	30'943	30'942	
14,5	30'990	30'990	30'990	30'990	30'990	30'990	30'990	30'990	30'990	30'989	30'990	30'990	30'990	30'990	
15,5	30'997	30'997	30'997	30'997	30'997	30'997	30'997	30'997	30'997	30'997	30'997	30'997	30'997	30'997	
16,5	31'000	31'000	31'000	31'000	31'000	31'000	31'000	31'000	31'000	31'000	31'000	31'000	31'000	31'000	
17,5	31'000	31'000	31'000	31'000	31'000	31'000	31'000	31'000	31'000	31'000	31'000	31'000	31'000	31'000	
18,5	31'000	31'000	31'000	31'000	31'000	31'000	31'000	31'000	31'000	31'000	31'000	31'000	31'000	31'000	
19,5	31'000	31'000	31'000	31'000	31'000	31'000	31'000	31'000	31'000	31'000	31'000	31'000	31'000	31'000	
20,5	30'400	30'429	30'424	30'466	30'434	30'423	30'406	30'414	30'406	30'435	30'420	30'428	30'415	30'437	
21,5	29'160	29'172	29'165	29'182	29'170	29'178	29'165	29'171	29'165	29'182	29'170	29'178	29'165	29'171	
22,5	27'920	27'930	27'924	27'939	27'929	27'936	27'924	27'930	27'924	27'939	27'929	27'936	27'924	27'930	
23,5	26'680	26'689	26'684	26'697	26'688	26'694	26'684	26'689	26'684	26'697	26'688	26'694	26'684	26'689	
24,5	25'440	25'448	25'444	25'455	25'447	25'453	25'443	25'448	25'444	25'455	25'447	25'453	25'443	25'448	
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 6.2MWp_HH135_REV07

Distanze tra le WTG

Z	WTG più vicina	Z	Distanza orizzontale [m]	Distanza in Diametri Rotore
1	505,3	2	581,3	1'878
2	581,3	5	722,4	1'276
3	686,8	4	668,6	2'058
4	668,6	5	722,4	1'722
5	722,4	2	581,3	1'276
Min	505,3		581,3	1'276
Max	722,4		722,4	2'058



Progetto:

Bonefro-Casacalenda-Ripabottoni

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:

31/07/2023 09:56/3.6.366

PARK - Info Statistica di Vento

Calcolo: Park 6.2MWp_HH135_REV07

Dati per il calcolo della Statistica del Vento

File	C:\Users\darcangelom\Documents\WindPRO Data\Projects\Sant'Elia\IT EMD-ConWx Meso Data, EUROPE_N41,69_E014,87 (10) - 150.00 m.wws
Nome	EMD-ConWx Meso Data, EUROPE_N41,69_E014,87 (10) - 150.00 m
Paese	Italy
Fonte	USER
Coordinate mast	UTM (north)-WGS84 Zone: 33 Est: 489'182 Nord: 4'615'366
Creato	24/03/2023
Modificato	24/03/2023
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

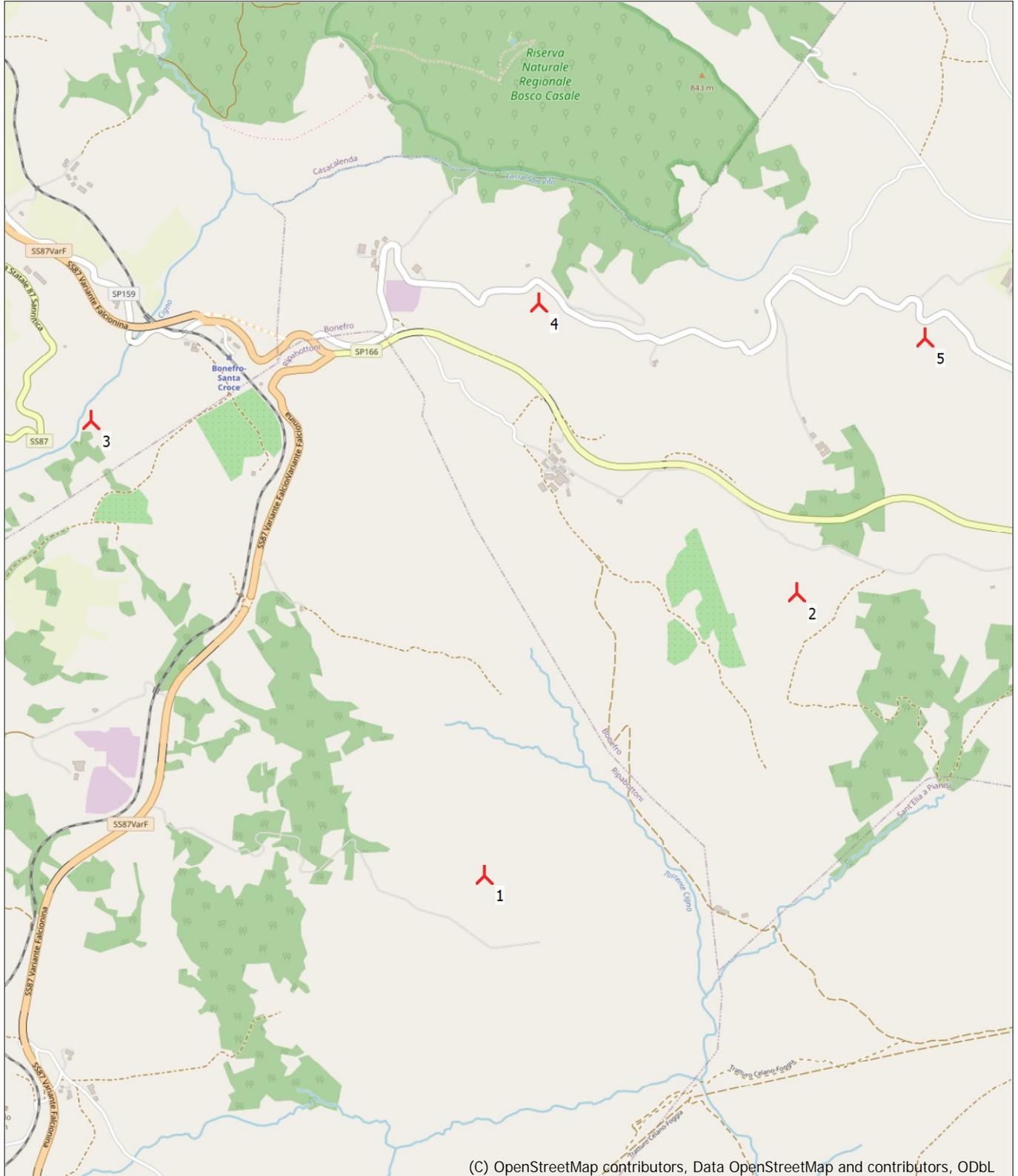
Fonte dati	EMD-ConWx Meso Data, EUROPE_N41,69_E014,87 (10)
Dati dal	01/01/1993
al	31/08/2019
Periodo di misura	319,9 mesi
Tasso di recupero	100,0 %
Periodo di misura effettivo	319,9 mesi

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 6.2MWp_HH135_REV07



Mappa: EMD OpenStreetMap , Scala di stampa 1:25'000, Centro mappa UTM (north)-WGS84 Zone: 33 Est: 489'653 Nord: 4'616'613

Nuova WTG