

PROGETTO

**PROGETTO DEFINITIVO PER LA REALIZZAZIONE DI UN PARCO  
EOLICO DENOMINATO "SAN CASSANIELLO" NEI COMUNI DI CERIGNOLA  
E SAN FERDINANDO DI PUGLIA (FG)**

TITOLO

**VALUTAZIONE RISORSA EOLICA E ANALISI DI PRODUCIBILITA'**

PROGETTAZIONE	PROPONENTE	VISTI
 <p>Via Degli Arredatori, 8 70026 Modugno (BA) - Italy www.bfpgroup.net - info@bfpgroup.net tel (+39) 0805046361</p> <p><b>Azienda con Sistema di Gestione Certificato</b> UNI EN ISO 9001:2015 UNI EN ISO 14001:2015 UNI ISO 45001:2018</p> <p><b>Tecnico</b> ing. Danilo POMPONIO ing. Mariano MARSEGLIA</p> <p><b>Collaborazioni</b> ing. Milena MIGLIONICO ing. Giulia CARELLA ing. Martino LAPENNA ing. Giovanna SCUDERI ing. Giuseppe Federico ZINGARELLI ing. Dionisio STAFFIERI</p> <p><b>Responsabile Commessa</b> ing. Danilo POMPONIO</p>	<p><b>INERGIA S.p.a.</b></p> <p><b>Sede Operativa:</b> Via Cola D'Amatrice n.1 63100 ASCOLI PICENO Tel.: 0736/342490 Fax: 0736/341243</p> <p><b>Sede legale:</b> Via Tirso n. 26 00198 ROMA Tel.: 06/97746380 Fax: 06/97746381</p> <p>www.inergia.it e-mail: info@inergia.it PEC: direzione.inergia@legalmail.it</p> 	

DATI PROGETTAZIONE

Cod. Progetto <b>23087</b>	Commessa <b>23087</b>	

Scala -	Formato Stampa <b>A4</b>	Cod. Elaborato <b>EO-SFE-PD-SIA-16</b>	Rev. <b>a</b>	Nome File EO-SFE.PD-SIA-16 – Valutazione risorsa eolica e analisi di producibilità.doc	Elaborato <b>16</b>	Foglio <b>1 di 19</b>
------------	-----------------------------	---	------------------	--	------------------------	--------------------------

Rev.	Data	Descrizione	Elaborato	Controllato	Approvato
a	07/02/2024	Prima Emissione	Carella	A.Corradetti	R.Cairolì

## INDICE

<b>1. PREMESSA.....</b>	<b>2</b>
<b>2. DESCRIZIONE DELL' INTERVENTO.....</b>	<b>3</b>
<b>a. AEROGENERATORI.....</b>	<b>5</b>
<b>3. CARATTERIZZAZIONE DEL SITO.....</b>	<b>5</b>
<b>a. Orografia.....</b>	<b>5</b>
<b>b. Orografia.....</b>	<b>6</b>
<b>4. DATI ANEMOLOGICI UTILIZZATI .....</b>	<b>7</b>
<b>5. METODI DI CALCOLO DELLA PRODUCIBILITÀ ELETTRICA DELL'AEROGENERATORE .....</b>	<b>16</b>
<b>6. METODI DI CALCOLO DELLA PRODUCIBILITÀ ELETTRICA DELL'AEROGENERATORE .....</b>	<b>19</b>
<b>7. ALLEGATO: REPORT DI CALCOLO WINDPRO .....</b>	<b>19</b>

*È vietato riprodurre o utilizzare il contenuto senza autorizzazione (art. 2575 c.c.)*



INERGIA Spa  
Sede Legale ROMA  
Via Tirso, 26 - 00198

Sede Operativa ASCOLI PICENO  
Via Cola d'Amatrice, 1 - 63100  
Tel.0736 342490 - Fax 0736 341243

[www.inergia.it](http://www.inergia.it)  
[info@inergia.it](mailto:info@inergia.it)  
[direzione.inergia@legalmail.it](mailto:direzione.inergia@legalmail.it)

## 1. PREMESSA

La presente relazione tecnica ha il fine di verificare la compatibilità del progetto per la realizzazione di un parco eolico proposto dalla società **Inergia S.p.a.**

La proposta progettuale è finalizzata alla realizzazione di un impianto eolico per la produzione di energia elettrica da fonte rinnovabile eolica, costituito da 12 aerogeneratori, ciascuno di potenza nominale pari a 7,2 MW per una potenza complessiva di 86,40 MW, da realizzarsi nelle Province di Foggia e di Barletta-Andria-Trani, nei territori comunali di Cerignola (FG) e San Ferdinando di Puglia (BT), in cui insistono gli aerogeneratori e le opere di connessione alla RTN.

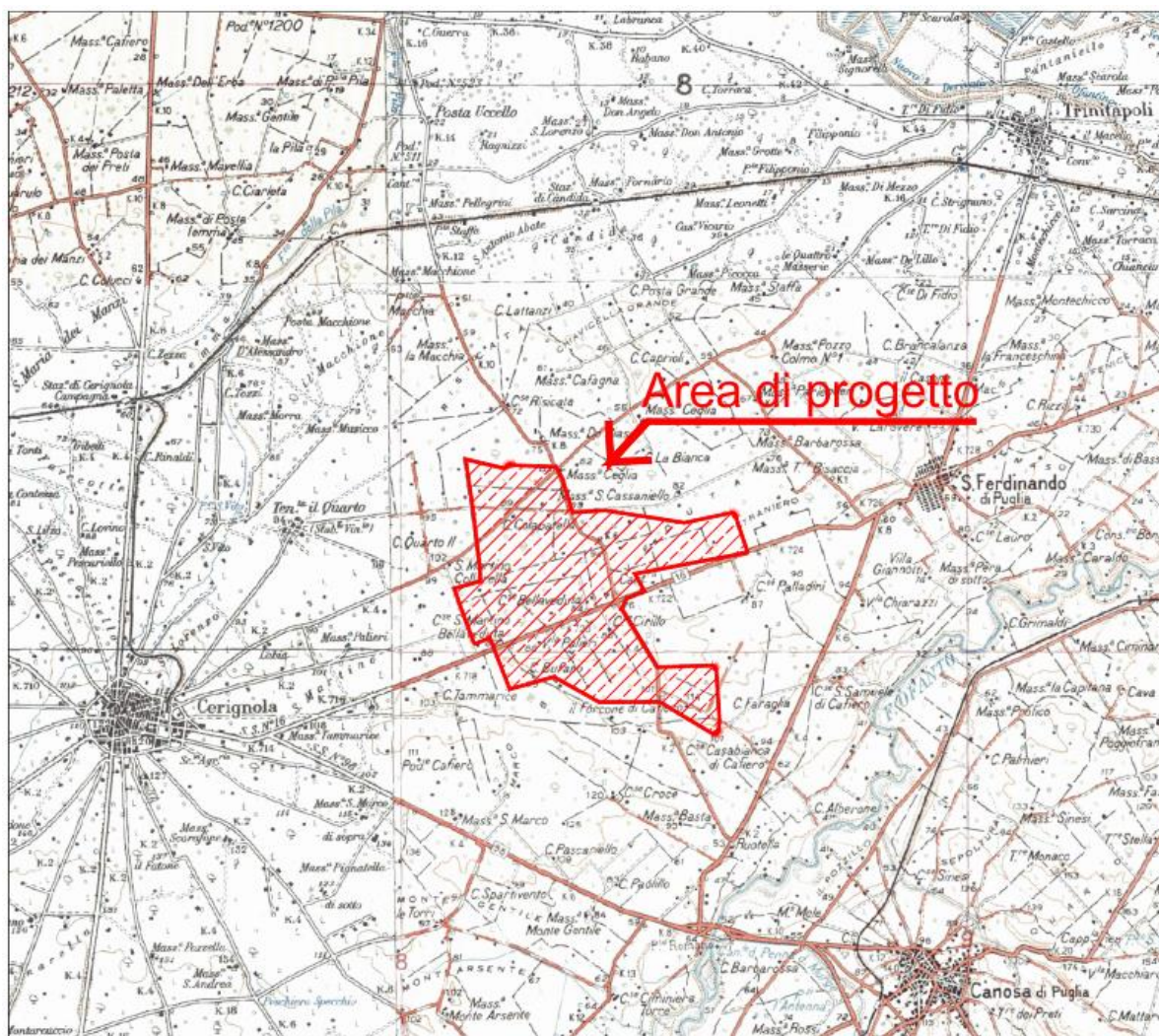


Figura 1- Inquadramento geografico

*È vietato riprodurre o utilizzare il contenuto senza autorizzazione (art. 2575 c.c.)*



INERGIA Spa  
Sede Legale ROMA  
Via Tirso, 26 - 00198

Sede Operativa ASCOLI PICENO  
Via Cola d'Amatrice, 1 - 63100  
Tel. 0736 342490 - Fax 0736 341243

[www.inergia.it](http://www.inergia.it)  
[info@inergia.it](mailto:info@inergia.it)  
[direzione.inergia@legalmail.it](mailto:direzione.inergia@legalmail.it)

PARCO EOLICO "SAN CASSANIELLO"	Relazione 16	EO-SFE-PD-SIA-16
-----------------------------------	--------------	------------------

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. DESCRIZIONE DELL' INTERVENTO

L'impianto oggetto di studio si basa sul principio secondo il quale l'energia del vento viene captata dalle macchine eoliche che la trasformano in energia meccanica e quindi in energia elettrica per mezzo di un generatore: nel caso specifico il sistema di conversione viene denominato aerogeneratore.

La bassa densità energetica prodotta dal singolo aerogeneratore per unità di superficie comporta la necessità di progettare l'installazione di più aerogeneratori nella stessa area.

L'impianto sarà costituito dai seguenti sistemi:

- di produzione, trasformazione e trasmissione dell'energia elettrica;
- di misura, controllo e monitoraggio della centrale;
- di sicurezza e controllo.

L'impianto di produzione sarà costituito da 12 aerogeneratori, ognuno della potenza di 7,2 MW ciascuno per una potenza complessiva nominale di 86,40 MW.

Gli aerogeneratori saranno ubicati in località San Cassaniello, nell'area ad ovest e sud-ovest dell'abitato di San Ferdinando ed a nord-est dell'abitato di Cerignola, ad una distanza dai centri abitati rispettivamente di circa 2 km e 4 km, secondo una distribuzione che ha tenuto conto dei seguenti fattori:

- condizioni geomorfologiche del sito
- direzione principale del vento

*È vietato riprodurre o utilizzare il contenuto senza autorizzazione (art. 2575 c.c.)*



INERGIA Spa  
Sede Legale ROMA  
Via Tirso, 26 - 00198

Sede Operativa ASCOLI PICENO  
Via Cola d'Amatrice, 1 - 63100  
Tel. 0736 342490 - Fax 0736 341243

www.inergia.it  
info@inergia.it  
direzione.inergia@legalmail.it

PARCO EOLICO "SAN CASSANIELLO"	Relazione 16	EO-SFE-PD-SIA-16
-----------------------------------	--------------	------------------

- vincoli ambientali e paesaggistici
- distanze di sicurezza da infrastrutture e fabbricati
- pianificazione territoriale ed urbanistica in vigore

il tutto come meglio illustrato nello studio di impatto ambientale e relativi allegati.

I terreni sui quali si installerà il parco eolico, interessa una superficie di circa 1.000 ettari, anche se la quantità di suolo effettivamente occupato è significativamente inferiore, e non supera i 50 ettari, essendo limitata alle aree delle piazzole dove verranno installati gli aerogeneratori, alle opere di rete (cavidotti e sottostazione) e alla viabilità di servizio all'impianto, come constatabile sugli elaborati planimetrici allegati al progetto.

L'area di progetto, intesa sia come quella occupata dai 7 dei 12 aerogeneratori di progetto, (WTG C01 - C02 - C03 - C04 - C05 - C06 - C07), con annesse piazzole e relativi cavidotti di interconnessione interna, interessa il territorio comunale di Cerignola, ed è censita al NCT del Comune di Cerignola ai fogli di mappa nn. 148, 150, 151, 152, 208, 209, 210, 213, 211, 230, 231, 232, 233, 247, 248 e 259, mentre l'area di progetto dei restanti 5 aerogeneratori di progetto (WTG S01 - S02 - S03 - S04 - S05) con annesse piazzole e cavidotti di interconnessione interna, interessa il territorio comunale di San Ferdinando di Puglia, ed è censita al NCT del Comune di San Ferdinando di Puglia ai fogli di mappa nn. 20, 21, 22, 23, 25, 26, 27, 33, 34 e 35, infine parte del cavidotto esterno e le sottostazioni ricadono nel territorio del comune di Cerignola e sono censiti al NCT ai fogli di mappa nn. 58, 59, 65, 66, 67, 68, 69, 71, 72, 73, 74, 75, 91, 93, 122, 123, 124, 126, 128, 129, 130, 131, 149, 150 e 151.

Di seguito si riporta la tabella riepilogativa, in cui sono indicate per ciascun aerogeneratore le relative coordinate (UTM fuso 33) e le particelle catastali, con riferimento al catasto dei terreni dei Comuni di Cerignola e San Ferdinando di Puglia.

**Tabella dati geografici e catastali degli Aerogeneratori:**

WTG	COORDINATE PLANIMETRICHE UTM33 WGS 84		DATI CATASTALI		
	NORD (Y)	EST (X)	Comune	foglio	p.lla
<b>WTG C01</b>	4573026	581864	CERIGNOLA	150	9
<b>WTG C02</b>	4572308	581344	CERIGNOLA	151	81-93-94

*È vietato riprodurre o utilizzare il contenuto senza autorizzazione (art. 2575 c.c.)*



INERGIA Spa  
Sede Legale ROMA  
Via Tirso, 26 - 00198

Sede Operativa ASCOLI PICENO  
Via Cola d'Amatrice, 1 - 63100  
Tel. 0736 342490 - Fax 0736 341243

www.inergia.it  
info@inergia.it  
direzione.inergia@legalmail.it

PARCO EOLICO "SAN CASSANIELLO"	Relazione 16	EO-SFE-PD-SIA-16
-----------------------------------	--------------	------------------

<b>WTG C03</b>	4571137	582248	CERIGNOLA	213	63
<b>WTG C04</b>	4570431	581174	CERIGNOLA	209	8
<b>WTG C05</b>	4569424	582470	CERIGNOLA	232	33
<b>WTG C06</b>	4571261	581397	CERIGNOLA	209	20-21-22
<b>WTG C07</b>	4568436	585445	CERIGNOLA	248	17
<b>WTG S01</b>	4572165	583494	SAN FERDINANDO DI PUGLIA	21	22-68
<b>WTG S02</b>	4571964	584940	SAN FERDINANDO DI PUGLIA	26	4-31-164
<b>WTG S03</b>	4572165	585757	SAN FERDINANDO DI PUGLIA	27	290
<b>WTG S04</b>	4571221	583976	SAN FERDINANDO DI PUGLIA	25	95-277-279
<b>WTG S05</b>	4569475	585404	SAN FERDINANDO DI PUGLIA	34	63

#### a. AEROGENERATORI

Gli aerogeneratori 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 sarà del modello Vestas V172 e che potrebbe essere sostituito da uno ad esso analogo:

- diametro del rotore pari 172 m,
- altezza mozzo pari a 114 m,
- altezza massima al tip (punta della pala) pari a 200 m.

### 3. CARATTERIZZAZIONE DEL SITO

#### a. Orografia

Il sito di interesse (in località San Cassaniello), si trova nell'area ad ovest e sud-ovest dell'abitato di San Ferdinando ed a nord-est dell'abitato di Cerignola, ad una distanza dai centri abitati rispettivamente di circa 2 km e 4 km. Le quote altimetriche dell'area variano orientativamente tra 80 e 100 m s.l.m., con una orografia caratterizzata dalla presenza di pianure, dove è prevista l'installazione degli aerogeneratori. Il sito è libero da ostacoli orografici quali zone collinare e catene montuose presenti ad elevate distanze, e che quindi non alterano il deflusso delle masse d'aria. L'intera zona è caratterizzata quindi da una ottima ventosità. Di seguito alcune immagini rappresentative delle caratteristiche orografiche e di uso del suolo.

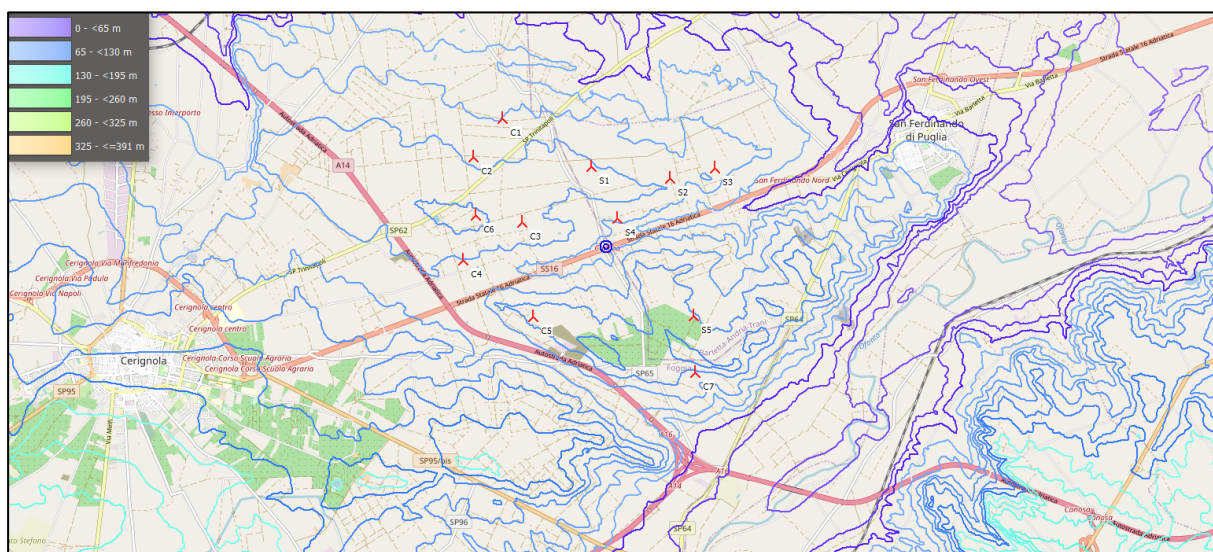
*È vietato riprodurre o utilizzare il contenuto senza autorizzazione (art. 2575 c.c.)*



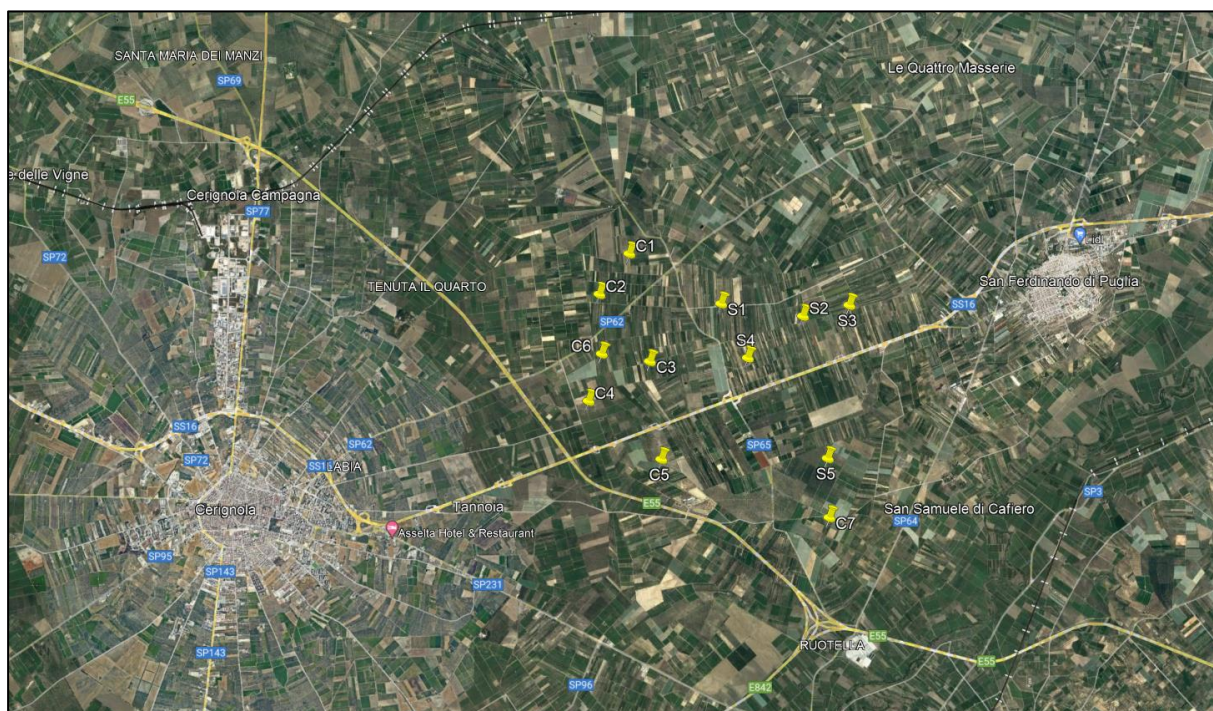
INERGIA Spa  
Sede Legale ROMA  
Via Tirso, 26 - 00198

Sede Operativa ASCOLI PICENO  
Via Cola d'Amatrice, 1 - 63100  
Tel. 0736 342490 - Fax 0736 341243

www.inergia.it  
info@inergia.it  
direzione.inergia@legalmail.it



**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.

**b. Orografia**

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

*È vietato riprodurre o utilizzare il contenuto senza autorizzazione (art. 2575 c.c.)*



INERGIA Spa  
Sede Legale ROMA  
Via Tirso, 26 - 00198

Sede Operativa ASCOLI PICENO  
Via Cola d'Amatrice, 1 - 63100  
Tel.0736 342490 - Fax 0736 341243

www.inergia.it  
info@inergia.it  
direzione.inergia@legalmail.it

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 2,8 e 3. 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.

#### 4. 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-WRF Europe ERA5 Meso Data, con coordinate N41,27369\_E015,997009 (a) e N41,300583\_E015,995972 (b) ad altezza 115 m dal suolo (Figura 4), comprendo un arco temporale di 288 mesi, ovvero dall'anno 1999 al 2023.

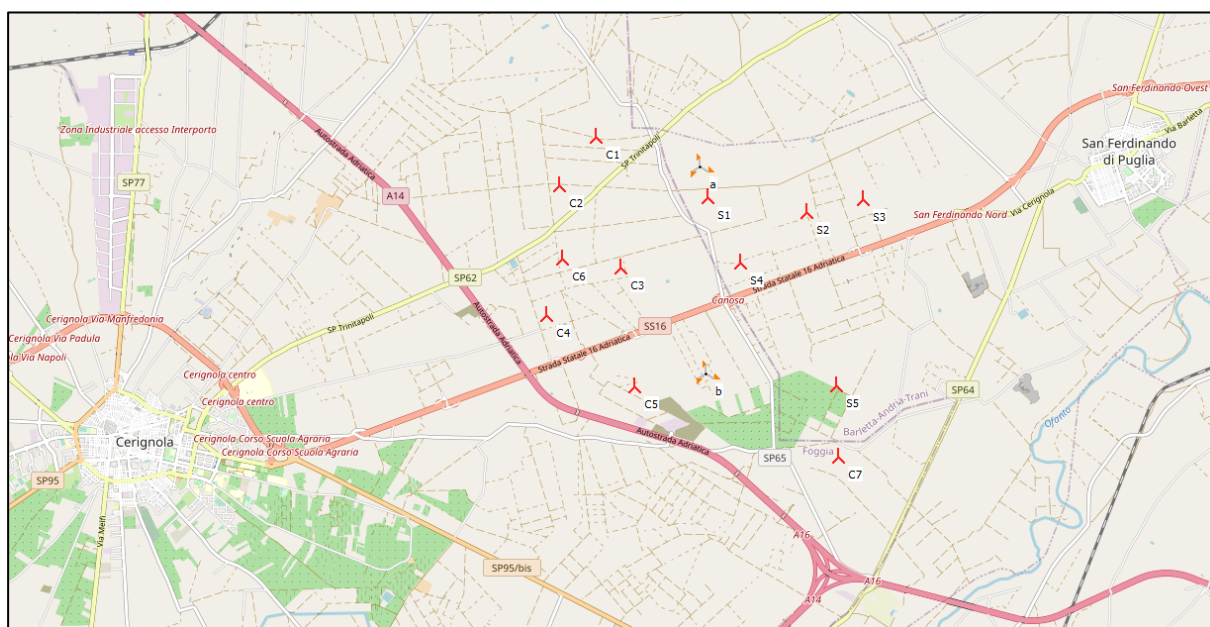


Figura 4 – Ubicazione degli anemometri ERA 5 a e b.

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 5, Figura 6, Figura 7 e Figura 8, Figura 9, Figura 10 sono mostrati rispettivamente i dati riassuntivi estrapolati dai dati alla mesoscala dell'anemometro a e b.

È vietato riprodurre o utilizzare il contenuto senza autorizzazione (art. 2575 c.c.)



INERGIA Spa  
Sede Legale ROMA  
Via Tirso, 26 - 00198

Sede Operativa ASCOLI PICENO  
Via Cola d'Amatrice, 1 - 63100  
Tel. 0736 342490 - Fax 0736 341243

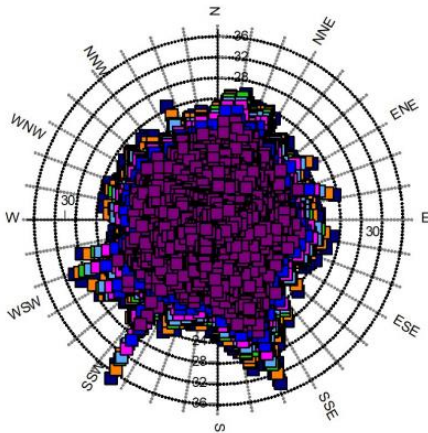
www.inergia.it  
info@inergia.it  
direzione.inergia@legalmail.it



**Relazione dati meteo - Risultati principali**

Palo di misura: EMD-WRF Europe+ (ERA5)\_N41,300583\_E015,995972 (5); mesodata ERA 5 (5) Periodo: Periodo completo: 01/01/1999 - 01/01/2023 (288,0 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	210384	100,0	6,76			
200,00m - Wind direction, tutti i dati	Gradi	210384	100,0	267,19	6,84	7,71	1,94
200,00m - Temperature, tutti i dati	°C	210384	100,0	16,12			
200,00m - Turbulence intensity, tutti i dati		210384	100,0	0,12			
200,00m - Turbulence intensity, abilitati		156073	74,2	0,07			
150,00m - Velocità media del vento, tutti i dati	m/s	210384	100,0	6,64	6,74	7,60	2,04
150,00m - Wind direction, tutti i dati	Gradi	210384	100,0	260,78			
150,00m - Temperature, tutti i dati	°C	210384	100,0	16,31			
150,00m - Turbulence intensity, tutti i dati		210384	100,0	0,12			
150,00m - Turbulence intensity, abilitati		156342	74,3	0,08			
115,00m - J Synth Velocità media del vento, tutti i dati	m/s	210384	100,0	6,58	6,68	7,54	2,22
115,00m - J Synth Wind direction, tutti i dati	Gradi	210384	100,0	255,98			
115,00m - J Synth Temperature, tutti i dati	°C	210384	100,0	16,46			
115,00m - J Synth Turbulence intensity, tutti i dati		210384	100,0	0,11			
115,00m - J Synth Wind shear, tutti i dati		210384	100,0	0,13			
115,00m - J Synth Turbulence intensity, abilitati		157439	93,8	0,13			
100,00m - Velocità media del vento, tutti i dati	m/s	210384	100,0	6,46	6,55	7,40	2,24
100,00m - Wind direction, tutti i dati	Gradi	210384	100,0	255,98			
100,00m - Temperature, tutti i dati	°C	210384	100,0	16,46			
100,00m - Turbulence intensity, tutti i dati		210384	100,0	0,12			
100,00m - Turbulence intensity, abilitati		159764	75,9	0,08			
75,00m - Velocità media del vento, tutti i dati	m/s	210384	100,0	6,29	6,37	7,19	2,32
75,00m - Wind direction, tutti i dati	Gradi	210384	100,0	252,73			
75,00m - Temperature, tutti i dati	°C	210384	100,0	16,47			
75,00m - Turbulence intensity, tutti i dati		210384	100,0	0,12			
75,00m - Turbulence intensity, abilitati		160204	76,1	0,08			
50,00m - Velocità media del vento, tutti i dati	m/s	210384	100,0	5,91	5,95	6,71	2,32
50,00m - Wind direction, tutti i dati	Gradi	210384	100,0	247,59			
50,00m - Temperature, tutti i dati	°C	210384	100,0	16,30			
50,00m - Turbulence intensity, tutti i dati		210384	100,0	0,11			
50,00m - Turbulence intensity, abilitati		156369	74,3	0,08			
25,00m - Velocità media del vento, tutti i dati	m/s	210384	100,0	5,26	5,25	5,93	2,28
25,00m - Wind direction, tutti i dati	Gradi	210384	100,0	239,96			
25,00m - Temperature, tutti i dati	°C	210384	100,0	16,14			
25,00m - Turbulence intensity, tutti i dati		210383	100,0	0,11			
25,00m - Turbulence intensity, abilitati		145703	69,3	0,09			

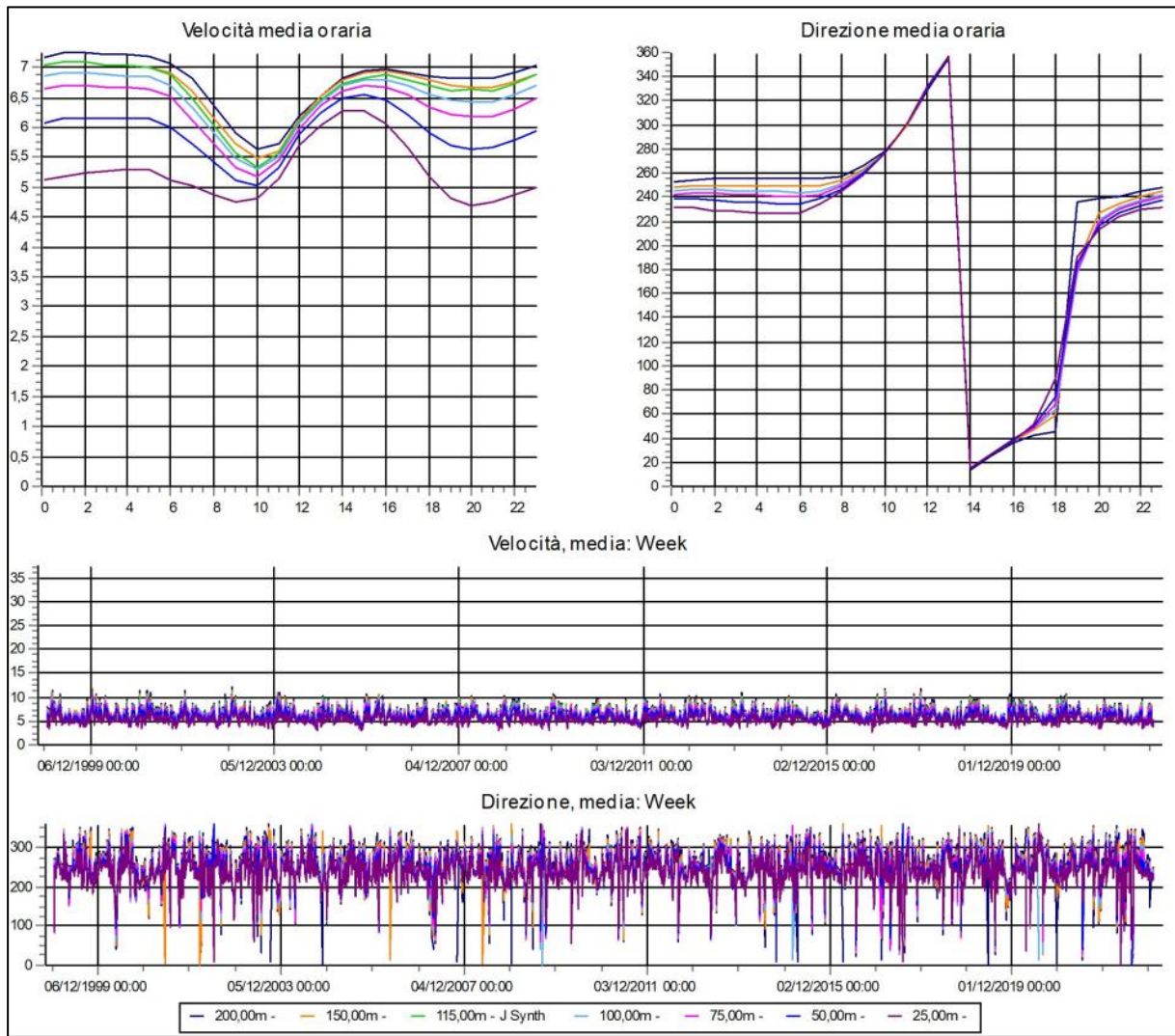
È vietato riprodurre o utilizzare il contenuto senza autorizzazione (art. 2575 c.c.)



INERGIA Spa  
Sede Legale ROMA  
Via Tirso, 26 - 00198

Sede Operativa ASCOLI PICENO  
Via Cola d'Amatrice, 1 - 63100  
Tel.0736 342490 - Fax 0736 341243

www.inergia.it  
info@inergia.it  
direzione.inergia@legalmail.it



**Figura 5 - Relazione dati meteo, risultati principali anemometro a.**

*È vietato riprodurre o utilizzare il contenuto senza autorizzazione (art. 2575 c.c.)*



INERGIA Spa  
Sede Legale ROMA  
Via Tirso, 26 - 00198

Sede Operativa ASCOLI PICENO  
Via Cola d'Amatrice, 1 - 63100  
Tel. 0736 342490 - Fax 0736 341243

[www.inergia.it](http://www.inergia.it)  
[info@inergia.it](mailto:info@inergia.it)  
[direzione.inergia@legalmail.it](mailto:direzione.inergia@legalmail.it)

### Relazione dati meteo - Velocità medie mensili

Palo di misura: EMD-WRF Europe+ (ERA5)\_N41,300583\_E015,995972 (5); mesodata ERA 5 (5) Periodo: Periodo completo: 01/01/1999 - 01/01/2023 (288,0 mesi)

#### Velocità medie mensili

115,00m - J Synth

Mese	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018
Gennaio	6,38	7,39	7,03	6,96	8,76	8,31	6,51	6,26	6,70	6,68	6,65	6,95	6,14	7,16	7,32	7,09	7,30	7,26	6,92	6,40
Febbraio	8,37	6,98	7,30	6,44	6,69	7,24	7,40	7,47	7,28	6,45	7,93	7,72	6,66	7,45	7,54	7,50	6,61	8,38	7,03	7,47
Marzo	7,40	7,16	8,17	7,19	6,72	6,72	6,28	8,10	6,85	7,95	7,97	6,64	7,41	6,31	7,86	5,85	6,81	6,96	7,64	8,08
Aprile	7,00	7,47	7,54	6,67	7,15	6,55	6,66	6,88	4,82	7,94	5,84	6,18	6,22	7,47	6,46	6,79	7,12	6,99	6,81	6,04
Maggio	5,50	5,56	6,36	6,44	6,34	7,09	6,92	6,43	6,62	6,18	6,16	7,19	6,44	7,07	7,36	6,72	6,70	7,37	6,39	5,57
Giugno	6,23	6,20	7,02	5,84	5,13	5,96	6,47	6,31	5,86	5,67	6,14	6,84	6,50	6,41	6,28	6,00	6,44	6,43	6,07	6,82
Luglio	5,90	7,17	6,45	6,49	6,30	6,23	6,89	6,12	6,61	6,88	5,99	6,11	6,33	7,00	6,09	6,83	5,47	5,98	6,38	6,69
Agosto	6,14	5,93	6,08	6,19	5,47	5,98	6,59	6,93	7,15	6,03	5,50	5,79	5,62	6,33	6,12	6,16	5,53	6,31	6,43	5,30
Settembre	5,85	7,06	6,62	5,95	5,89	5,89	5,71	5,79	6,74	6,40	5,43	6,65	5,53	5,84	6,13	5,68	6,64	5,41	6,53	5,16
Ottobre	6,06	5,30	5,15	6,46	6,83	5,33	4,68	5,99	5,75	5,85	6,57	6,53	6,21	5,59	5,20	5,85	5,75	6,19	6,27	6,22
Novembre	6,07	7,67	7,57	7,41	6,22	6,65	6,36	6,58	6,63	6,27	5,73	7,27	4,79	6,36	7,29	6,47	5,60	6,22	6,48	5,57
Dicembre	8,99	6,18	8,52	6,30	7,21	7,24	8,32	5,39	6,78	7,58	8,71	7,78	7,86	8,27	6,78	6,97	4,87	5,82	8,07	6,85
Media, tutti i dati	6,65	6,67	6,98	6,53	6,56	6,60	6,56	6,51	6,48	6,66	6,55	6,80	6,31	6,77	6,70	6,49	6,23	6,61	6,75	6,34
media dei mesi	6,66	6,67	6,98	6,53	6,56	6,60	6,57	6,52	6,48	6,66	6,55	6,80	6,31	6,77	6,70	6,49	6,24	6,61	6,75	6,35

#### Velocità medie mensili

115,00m - J Synth

Mese	2019	2020	2021	2022	2023	Media	Media mensile
Gennaio	8,00	6,31	8,01	7,21	2,95	7,07	6,91
Febbraio	8,05	7,87	6,76	7,43		7,34	7,33
Marzo	7,74	7,03	6,86	6,39		7,17	7,17
Aprile	6,57	6,17	6,75	7,58		6,74	6,74
Maggio	6,83	7,27	7,75	5,55		6,57	6,58
Giugno	5,89	6,83	5,70	6,02		6,21	6,21
Luglio	5,81	5,72	6,29	5,56		6,30	6,30
Agosto	5,45	5,83	6,47	6,21		6,06	6,06
Settembre	5,66	6,32	5,52	6,96		6,06	6,06
Ottobre	4,94	6,45	6,06	5,12		5,85	5,85
Novembre	8,23	5,35	6,17	6,56		6,48	6,48
Dicembre	7,64	7,24	7,62	5,92		7,20	7,20
Media, tutti i dati	6,73	6,53	6,67	6,36	2,95	6,58	
media dei mesi	6,73	6,53	6,66	6,38	2,95		6,58

Figura 6 - Relazioni dati meteo anemometro a, velocità medie mensili a 115 m s.l.t.

È vietato riprodurre o utilizzare il contenuto senza autorizzazione (art. 2575 c.c.)



INERGIA Spa  
Sede Legale ROMA  
Via Tirso, 26 - 00198

Sede Operativa ASCOLI PICENO  
Via Cola d'Amatrice, 1 - 63100  
Tel.0736 342490 - Fax 0736 341243

www.inergia.it  
info@inergia.it  
direzione.inergia@legalmail.it

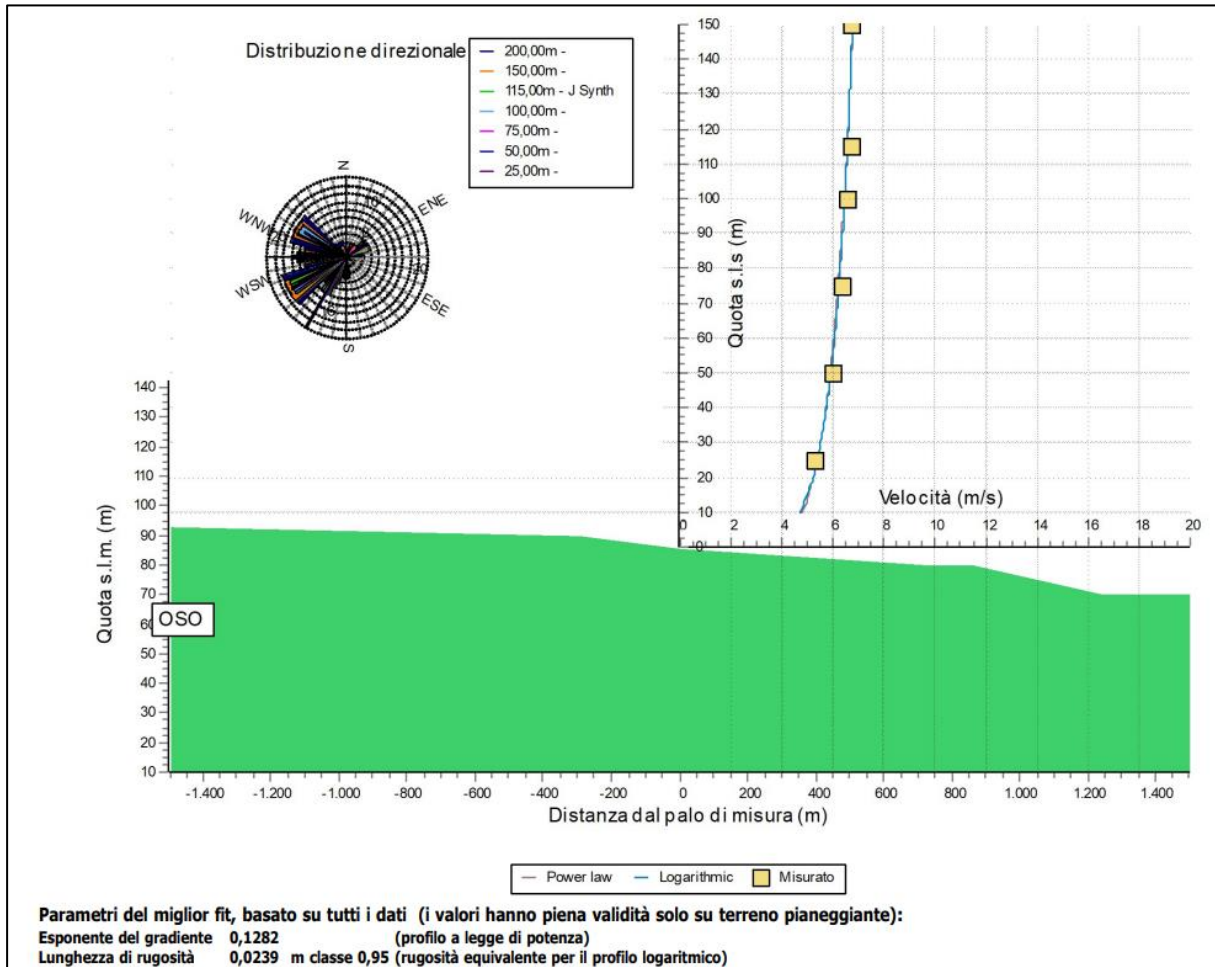
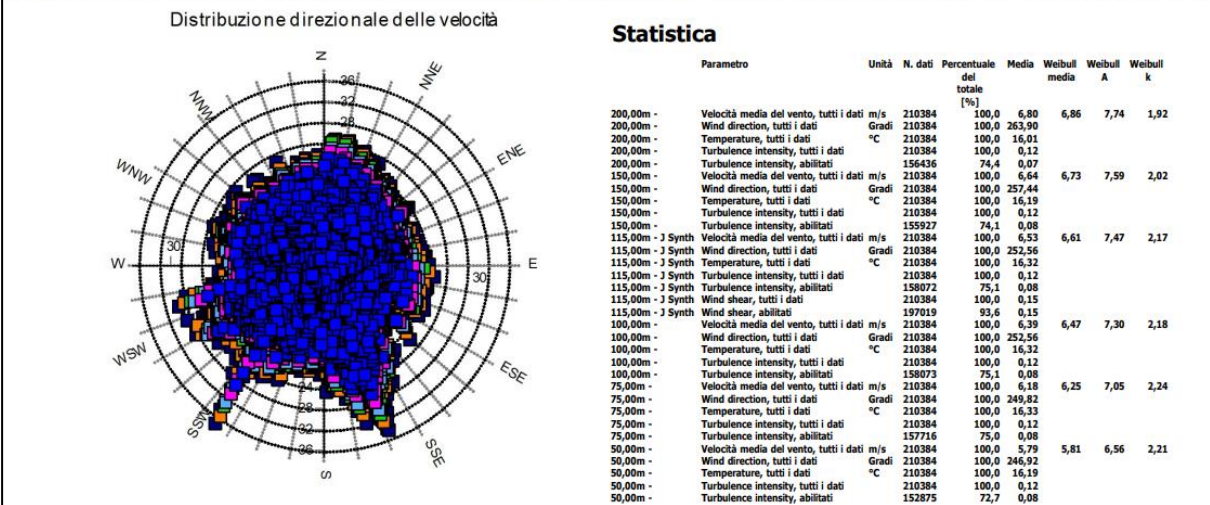


Figura 7 - Relazione dati meteo anemometro a, profilo windshear.

**Relazione dati meteo - Risultati principali**

**Palo di misura:** EMD-WRF Europe+ (ERA5)\_N41,27369\_E015,997009 (1); mesodata ERA 5 (1) **Periodo:** Periodo completo: 01/01/1999 - 01/01/2023 (288,0 mesi)



È vietato riprodurre o utilizzare il contenuto senza autorizzazione (art. 2575 c.c.)



INERGIA Spa  
Sede Legale ROMA  
Via Tirso, 26 - 00198

Sede Operativa ASCOLI PICENO  
Via Cola d'Amatrice, 1 - 63100  
Tel.0736 342490 - Fax 0736 341243

www.inergia.it  
info@inergia.it  
direzione.inergia@legalmail.it

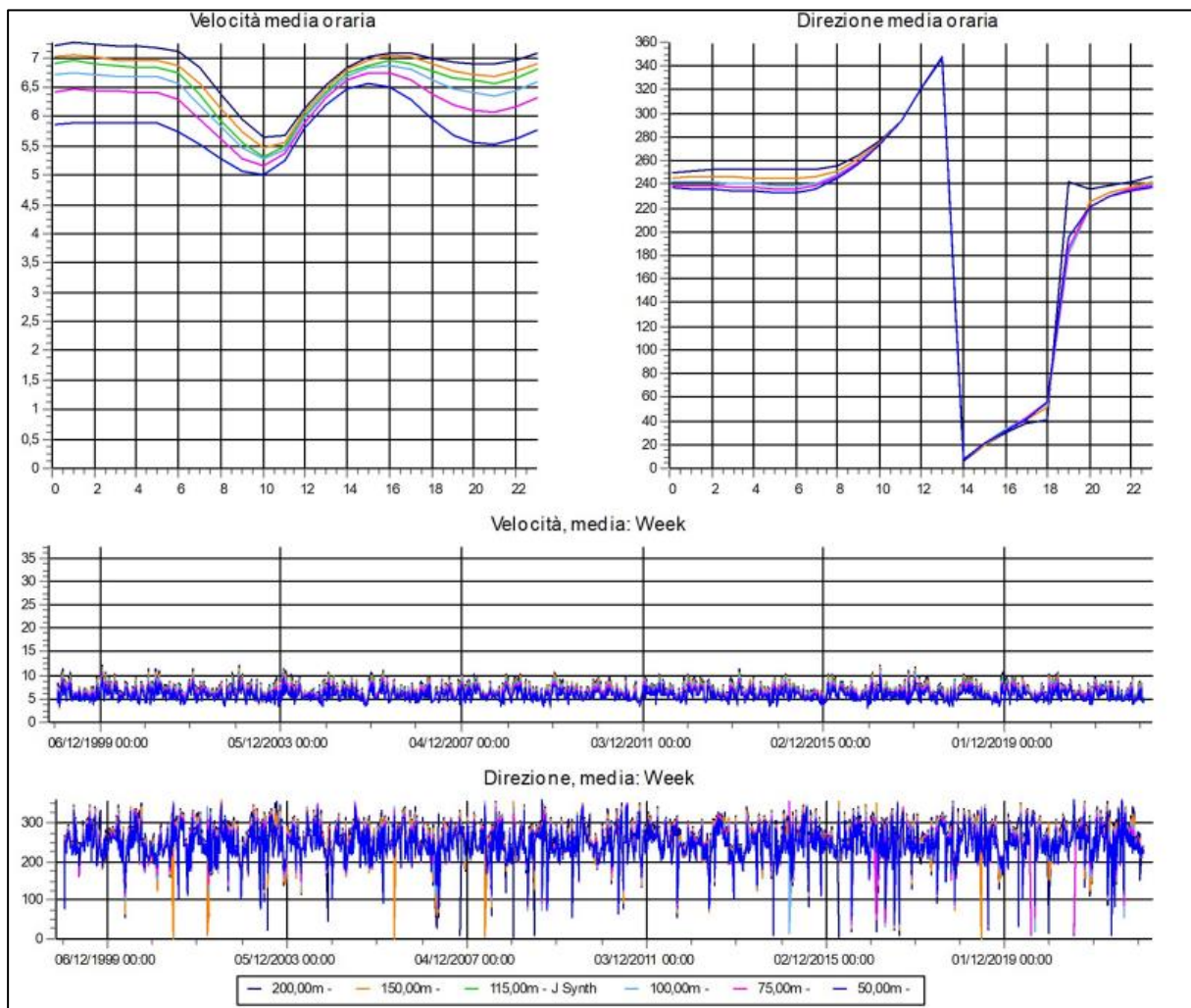


Figura 8 - Relazione dati meteo, risultati principali anemometro b.

È vietato riprodurre o utilizzare il contenuto senza autorizzazione (art. 2575 c.c.)



INERGIA Spa  
Sede Legale ROMA  
Via Tirso, 26 - 00198

Sede Operativa ASCOLI PICENO  
Via Cola d'Amatrice, 1 - 63100  
Tel. 0736 342490 - Fax 0736 341243

www.inergia.it  
info@inergia.it  
direzione.inergia@legalmail.it

### Relazione dati meteo - Velocità medie mensili

Palo di misura: EMD-WRF Europe+ (ERAS)\_N41,27369\_E015,997009 (1); mesodata ERA 5 (1) Periodo: Periodo completo: 01/01/1999 - 01/01/2023 (288,0 mesi)

#### Velocità medie mensili

115,00m - J Synth

Mese	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018
Gennaio	6,27	7,32	6,97	6,81	8,69	8,23	6,44	6,18	6,67	6,59	6,60	6,88	6,05	7,14	7,23	7,12	7,27	7,24	6,76	6,45
Febbraio	8,33	6,97	7,31	6,48	6,64	7,11	7,23	7,40	7,17	6,38	7,91	7,62	6,66	7,49	7,51	7,37	6,54	8,30	6,90	7,43
Marzo	7,46	7,06	8,15	7,24	6,73	6,58	6,23	8,03	6,75	7,84	8,06	6,57	7,50	6,39	7,90	5,82	6,87	6,83	7,57	8,04
Aprile	6,91	7,38	7,49	6,61	7,14	6,54	6,57	6,73	4,71	7,92	5,76	6,15	6,20	7,42	6,36	6,85	7,01	6,94	6,73	6,04
Maggio	5,54	5,48	6,41	6,38	6,29	7,04	6,98	6,37	6,53	6,14	6,11	7,12	6,42	6,93	7,22	6,66	6,64	7,33	6,41	5,38
Giugno	6,20	6,16	6,94	5,80	5,04	5,91	6,40	6,21	5,86	5,55	6,07	6,75	6,37	6,36	6,26	5,87	6,39	6,43	6,03	6,80
Luglio	5,88	7,01	6,40	6,40	6,30	6,12	6,85	6,09	6,46	6,77	5,87	6,04	6,27	6,94	6,09	6,78	5,47	5,91	6,42	6,58
Agosto	6,06	5,85	6,02	6,08	5,41	5,91	6,55	6,85	7,08	5,92	5,46	5,69	5,46	6,25	6,02	6,04	5,41	6,29	6,39	5,23
Settembre	5,86	7,00	6,61	5,84	5,82	5,78	5,59	5,76	6,65	6,36	5,38	6,53	5,46	5,82	6,03	5,68	6,63	5,24	6,42	5,07
Ottobre	5,96	5,30	5,03	6,41	6,71	5,33	4,61	5,90	5,68	5,74	6,54	6,45	6,08	5,47	5,12	5,85	5,72	6,15	6,16	6,11
Novembre	6,07	7,52	7,52	7,49	6,15	6,62	6,36	6,52	6,68	6,21	5,67	7,18	4,76	6,29	7,16	6,50	5,43	6,24	6,48	5,56
Dicembre	8,92	6,15	8,45	6,22	7,13	7,22	8,30	5,34	6,71	7,55	8,67	7,77	7,75	8,17	6,68	6,96	4,75	5,73	8,04	6,83
Media, tutti i dati	6,61	6,59	6,94	6,48	6,51	6,53	6,50	6,44	6,41	6,58	6,50	6,72	6,25	6,72	6,63	6,45	6,17	6,55	6,70	6,29
media dei mesi	6,62	6,60	6,94	6,48	6,50	6,53	6,51	6,45	6,41	6,58	6,51	6,73	6,25	6,72	6,63	6,46	6,18	6,55	6,69	6,29

#### Velocità medie mensili

115,00m - J Synth

Mese	2019	2020	2021	2022	2023	Media	Media mensile
Gennaio	8,01	6,20	7,94	7,18	3,27	7,01	6,86
Febbraio	8,13	7,99	6,69	7,37		7,29	7,29
Marzo	7,68	6,98	6,76	6,36		7,14	7,14
Aprile	6,58	6,11	6,76	7,50		6,68	6,68
Maggio	6,80	7,28	7,67	5,48		6,52	6,53
Giugno	5,92	6,82	5,62	6,05		6,16	6,16
Luglio	5,71	5,66	6,19	5,47		6,24	6,24
Agosto	5,30	5,78	6,36	6,13		5,98	5,98
Settembre	5,54	6,20	5,45	6,86		5,98	5,98
Ottobre	4,87	6,38	5,95	4,94		5,77	5,77
Novembre	8,13	5,29	6,08	6,49		6,43	6,43
Dicembre	7,63	7,16	7,66	5,89		7,15	7,15
Media, tutti i dati	6,68	6,48	6,60	6,30	3,27	6,53	
media dei mesi	6,69	6,49	6,59	6,31	3,27		6,53

Figura 9 - Relazioni dati meteo anemometro a, velocità medie mensili a 115 m s.l.t.

È vietato riprodurre o utilizzare il contenuto senza autorizzazione (art. 2575 c.c.)



INERGIA Spa  
Sede Legale ROMA  
Via Tirso, 26 - 00198

Sede Operativa ASCOLI PICENO  
Via Cola d'Amatrice, 1 - 63100  
Tel. 0736 342490 - Fax 0736 341243

www.inergia.it  
info@inergia.it  
direzione.inergia@legalmail.it

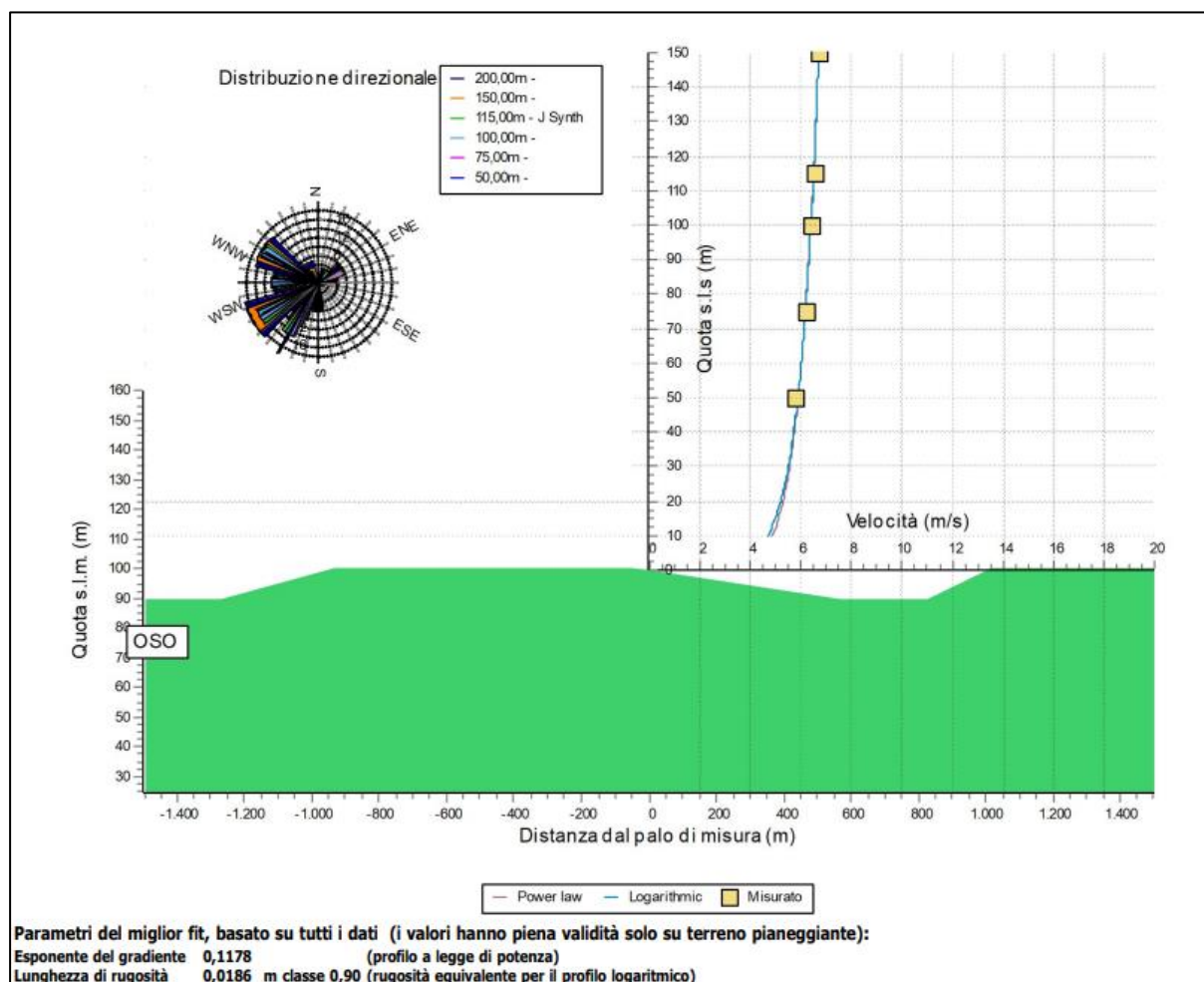


Figura 10 - Relazione dati meteo anemometro b, profilo windshear.

Infine, in Figura 11 viene generata le mappe della risorsa eolica tramite il modello di calcolo “Resource” presente nel software WindPro, nello specifico la velocità media del vento 115 m (altezza al rotore) sul livello del terreno. Quest’ultima mostra che gli aerogeneratori sono investiti da una velocità media del vento compresa tra 6,7-6,9 m/s ad un’altezza di 115 m s.l.t.

È vietato riprodurre o utilizzare il contenuto senza autorizzazione (art. 2575 c.c.)



INERGIA Spa  
Sede Legale ROMA  
Via Tirso, 26 - 00198

Sede Operativa ASCOLI PICENO  
Via Cola d’Amatrice, 1 - 63100  
Tel. 0736 342490 - Fax 0736 341243

www.inergia.it  
info@inergia.it  
direzione.inergia@legalmail.it

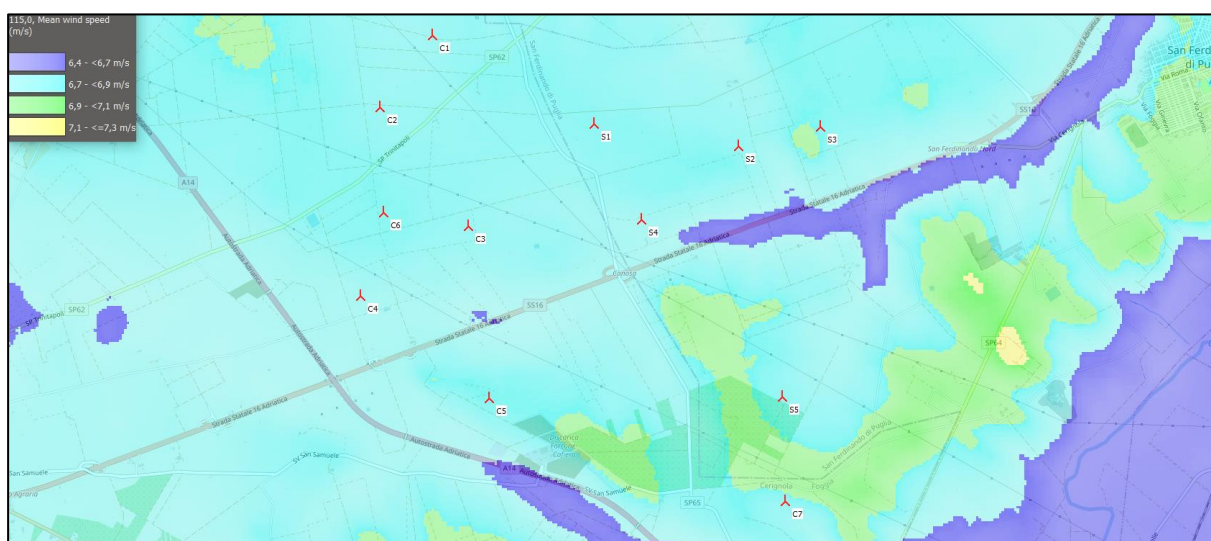


Figura 11 - Mappa della risorsa eolica, velocità media del vento a 115 m s.l.t.

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 12).

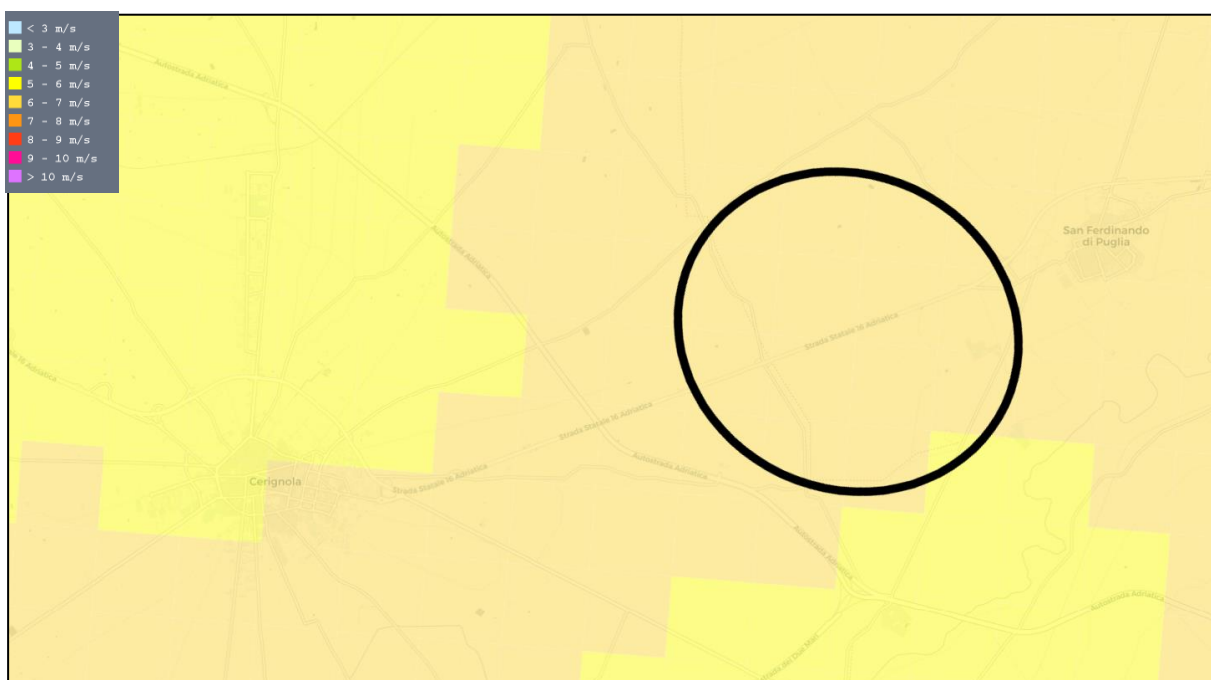


Figura 12 - Mappa dell’Atlante Eolico (RSE), producibilità specifica annua a 125 m s.l.t.

È vietato riprodurre o utilizzare il contenuto senza autorizzazione (art. 2575 c.c.)



INERGIA Spa  
Sede Legale ROMA  
Via Tirso, 26 - 00198

Sede Operativa ASCOLI PICENO  
Via Cola d’Amatrice, 1 - 63100  
Tel.0736 342490 - Fax 0736 341243

www.inergia.it  
info@inergia.it  
direzione.inergia@legalmail.it



## 5. METODI 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.

---

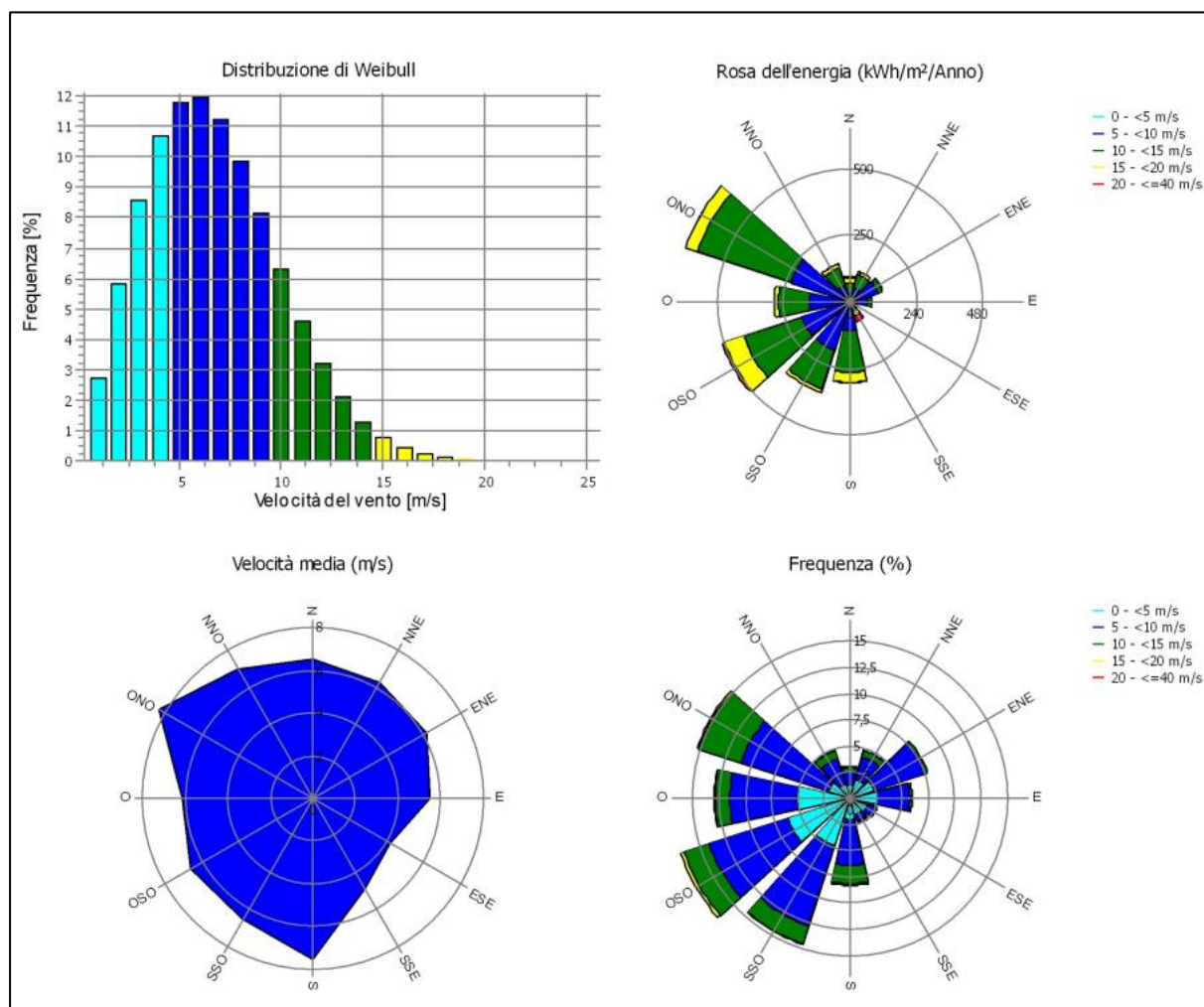
*È vietato riprodurre o utilizzare il contenuto senza autorizzazione (art. 2575 c.c.)*



INERGIA Spa  
Sede Legale ROMA  
Via Tirso, 26 - 00198

Sede Operativa ASCOLI PICENO  
Via Cola d'Amatrice, 1 - 63100  
Tel. 0736 342490 - Fax 0736 341243

[www.inergia.it](http://www.inergia.it)  
[info@inergia.it](mailto:info@inergia.it)  
[direzione.inergia@legalmail.it](mailto:direzione.inergia@legalmail.it)



**Figura 13 - Grafici relativi alla statistica anemologica applicata al sito di installazione del parco eolico in oggetto, elaborati mediante software WindPro 4.0**

I venti prevalenti sono nei quadranti compresi tra SSO e ONO, ma in particolare i venti provenienti dal quadrante ONO hanno una velocità media più elevata; Infatti, la più elevata potenzialità energetica si ha dal quadrante ONO con un valore approssimativo di 600 [kWh / m<sup>2</sup> / 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  $\alpha = 0,090$ .

Data l’estensione dell’area del parco eolico, sono state utilizzate due statistiche del vento Wasp, generate dai dati anemometrici precedentemente trattati, ed ogni turbina afferisce alla statistica più vicina, come mostrato in **Figura 14**.

*È vietato riprodurre o utilizzare il contenuto senza autorizzazione (art. 2575 c.c.)*



WTG	A	B
C1   VESTAS V172-7.2 7200 172.0 !O! hub: 114,0 m (TOT: 200,0 m) (13)	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>
C2   VESTAS V172-7.2 7200 172.0 !O! hub: 114,0 m (TOT: 200,0 m) (14)	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>
C3   VESTAS V172-7.2 7200 172.0 !O! hub: 114,0 m (TOT: 200,0 m) (15)	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>
C6   VESTAS V172-7.2 7200 172.0 !O! hub: 114,0 m (TOT: 200,0 m) (16)	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>
C4   VESTAS V172-7.2 7200 172.0 !O! hub: 114,0 m (TOT: 200,0 m) (17)	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>
C5   VESTAS V172-7.2 7200 172.0 !O! hub: 114,0 m (TOT: 200,0 m) (18)	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>
S1   VESTAS V172-7.2 7200 172.0 !O! hub: 114,0 m (TOT: 200,0 m) (19)	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>
S2   VESTAS V172-7.2 7200 172.0 !O! hub: 114,0 m (TOT: 200,0 m) (20)	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>
S3   VESTAS V172-7.2 7200 172.0 !O! hub: 114,0 m (TOT: 200,0 m) (21)	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>
S4   VESTAS V172-7.2 7200 172.0 !O! hub: 114,0 m (TOT: 200,0 m) (22)	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>
S5   VESTAS V172-7.2 7200 172.0 !O! hub: 114,0 m (TOT: 200,0 m) (23)	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>
C7   VESTAS V172-7.2 7200 172.0 !O! hub: 114,0 m (TOT: 200,0 m) (24)	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>

Figura 14 – Statistiche del vento utilizzate per la producibilità dei singoli aerogeneratori.

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 (AMENDOLA V3 2014), al fine di correggere le curve di potenza degli aerogeneratori, utilizzando per il centro del sito una densità dell'aria  $\rho = 1.199 \text{ [kg/m}^3\text{]}$ .

La curva di potenza utilizzata è la curva standard "PO7200, 7,2 MW" per ciascuna turbina eolica, con una potenza nominale totale del parco eolico di 86,4 MW. La Figura 15 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.

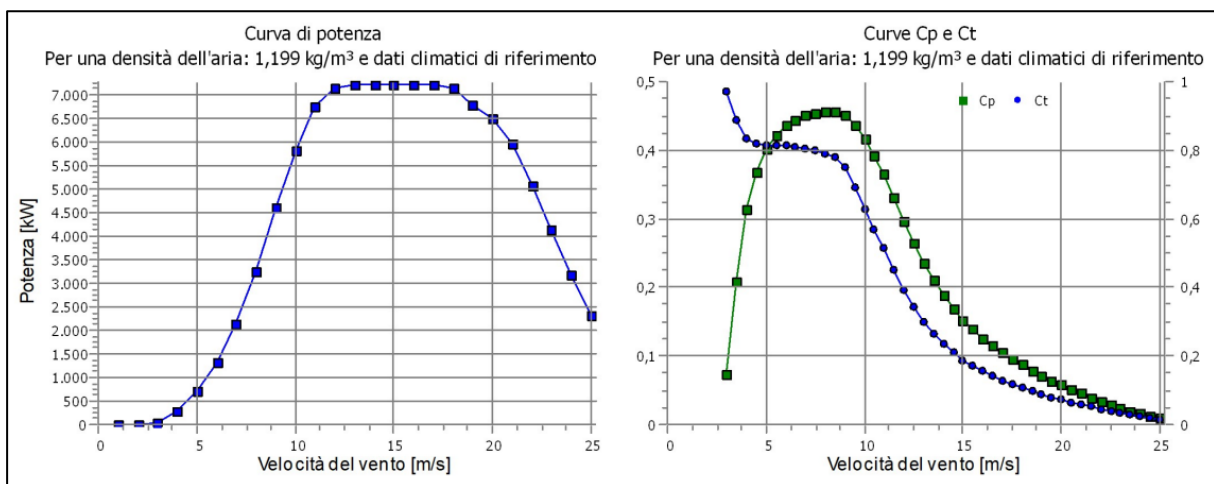


Figura 15 - Curva di potenza (sx) e curve del coefficiente di potenza  $C_p$  e del coefficiente di spinta assiale  $C_t$  (dx).

È vietato riprodurre o utilizzare il contenuto senza autorizzazione (art. 2575 c.c.)



INERGIA Spa  
Sede Legale ROMA  
Via Tirso, 26 - 00198

Sede Operativa ASCOLI PICENO  
Via Cola d'Amatrice, 1 - 63100  
Tel. 0736 342490 - Fax 0736 341243

www.inergia.it  
info@inergia.it  
direzione.inergia@legalmail.it

PARCO EOLICO "SAN CASSANIELLO"	Relazione 16	EO-SFE-PD-SIA-16
-----------------------------------	--------------	------------------

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.

## 6. METODI DI CALCOLO DELLA PRODUCIBILITÀ ELETTRICA DELL'AEROGENERATORE

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

Per l'aerogeneratore scelto, particolarmente performante grazie all'ampio rotore (diametro rotorico 172 m, altezza al mozzo 114 m), per una altezza massima nel punto più alto pari a 200 m dal suolo, si stima una producibilità annua netta pari a **217.968,0 [MWh/anno]** ed una producibilità specifica annua di circa **2523 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.

## 7. ALLEGATO: REPORT DI CALCOLO WINDPRO

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

*È vietato riprodurre o utilizzare il contenuto senza autorizzazione (art. 2575 c.c.)*



INERGIA Spa  
Sede Legale ROMA  
Via Tirso, 26 - 00198

Sede Operativa ASCOLI PICENO  
Via Cola d'Amatrice, 1 - 63100  
Tel. 0736 342490 - Fax 0736 341243

www.inergia.it  
info@inergia.it  
direzione.inergia@legalmail.it

## PARK - Risultato principale

Calcolo: Layout 2024-01-11

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: 0,7°

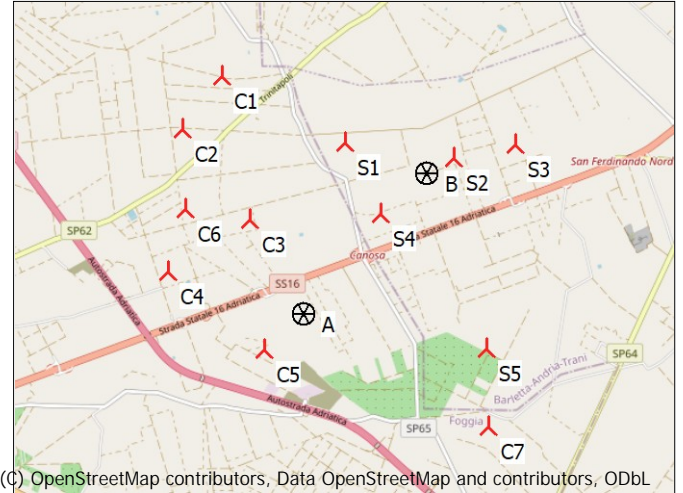
Metodo di correzione della curva di potenza  
Nuovo metodo windPRO (metodo IEC modificato per accordarsi al controllo turbina) <RACCOMANDATO>  
Metodo di calcolo della densità dell'aria  
Funzione dell'altezza, temperatura da stazione climatica  
Stazione: AMENDOLA V3 2014  
Temperatura di riferimento: 15,4 °C a 60,0 m  
Pressione di riferimento: 1013,3 hPa a 0,0 m  
Densità dell'aria al Centro Sito, all'altezza di riferimento: 80,0 m + 114,0 m = 1,199 kg/m³ -> 97,9 % 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 displacement 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

Versione WAsP WAsP 12 Version 12.08.0032



(C) OpenStreetMap contributors, Data OpenStreetMap and contributors, ODbL  
Scala 1:100.000  
Nuova WTG Dati di Sito

## Risultati di riferimento a 114,0 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
A	582.979	4.569.905	Site data: Wasp Era 5 (1)	WAsP (WAsP 12 Version 12.08.0032)		2.747	6,7	2,6
B	584.574	4.571.763	Site data: Wasp Era 5 (5)	WAsP (WAsP 12 Version 12.08.0032)		2.966	6,9	2,4

## 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 [%]	Fattore di capacità [%]	Media per WTG [MWh/anno]	Ore equivalenti [Ore/anno]	Velocità media al mozzo [m/s]	Risultati <sup>a)</sup>	
Parco eolico	256.432,9	217.968,0	267.546,2	4,2	28,8	18.164,0	2.523	6,8		

<sup>a)</sup> Basato su Risultato-15,0%

## Energia annuale calcolata per ciascuna delle 12 nuove WTG, per un totale di 86,4 MW nominali installati

C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	S1	S2	S3	S4	S5	B	A	Tipo di WTG		Potenza nominale [kW]	Diametro rotore [m]	Altezza mozzo [m]	Curva di potenza Creata da	Nome	Produzione annuale			
														Statistica	Valida						Prodotto	Tipo generatore	Risultato [MWh/anno]	Risultato-15,0% [MWh/anno]
Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	7.200	172,0	114,0	EMD	Level 0 & OS - Calculated - PO7200 - 07-2022	21.511,7	18.285	4,1	6,80
Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	7.200	172,0	114,0	EMD	Level 0 & OS - Calculated - PO7200 - 07-2022	21.271,9	18.081	3,1	6,72
Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	7.200	172,0	114,0	EMD	Level 0 & OS - Calculated - PO7200 - 07-2022	20.627,5	17.533	6,3	6,73
Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	7.200	172,0	114,0	EMD	Level 0 & OS - Calculated - PO7200 - 07-2022	21.080,5	17.918	2,5	6,67
Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	7.200	172,0	114,0	EMD	Level 0 & OS - Calculated - PO7200 - 07-2022	21.703,3	18.448	2,5	6,78
Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	7.200	172,0	114,0	EMD	Level 0 & OS - Calculated - PO7200 - 07-2022	21.302,8	18.107	4,3	6,77
Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	7.200	172,0	114,0	EMD	Level 0 & OS - Calculated - PO7200 - 07-2022	21.629,7	18.385	1,9	6,74
Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	7.200	172,0	114,0	EMD	Level 0 & OS - Calculated - PO7200 - 07-2022	21.590,3	18.352	5,0	6,85
Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	7.200	172,0	114,0	EMD	Level 0 & OS - Calculated - PO7200 - 07-2022	21.142,9	17.972	6,3	6,83
Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	7.200	172,0	114,0	EMD	Level 0 & OS - Calculated - PO7200 - 07-2022	21.550,3	18.318	5,5	6,86
Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	7.200	172,0	114,0	EMD	Level 0 & OS - Calculated - PO7200 - 07-2022	21.083,7	17.921	5,2	6,77
Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	7.200	172,0	114,0	EMD	Level 0 & OS - Calculated - PO7200 - 07-2022	21.938,3	18.648	3,0	6,84

## Posizione delle WTG

UTM (north)-WGS84 Zona: 33

	Easting	Northing	Z	Dati/Descrizione
C1	581.864	4.573.026	80,5	VESTAS V172-7.2 7200 172,0 !O! hub: 114,0 m (TOT: 200,0 m) (13)
C2	581.344	4.572.308	89,2	VESTAS V172-7.2 7200 172,0 !O! hub: 114,0 m (TOT: 200,0 m) (14)
C3	582.248	4.571.137	93,3	VESTAS V172-7.2 7200 172,0 !O! hub: 114,0 m (TOT: 200,0 m) (15)
C4	581.174	4.570.431	90,0	VESTAS V172-7.2 7200 172,0 !O! hub: 114,0 m (TOT: 200,0 m) (17)
C5	582.470	4.569.424	100,0	VESTAS V172-7.2 7200 172,0 !O! hub: 114,0 m (TOT: 200,0 m) (18)
C6	581.397	4.571.261	100,0	VESTAS V172-7.2 7200 172,0 !O! hub: 114,0 m (TOT: 200,0 m) (16)

continua alla pagina successiva...

## PARK - Risultato principale

Calcolo: Layout 2024-01-11

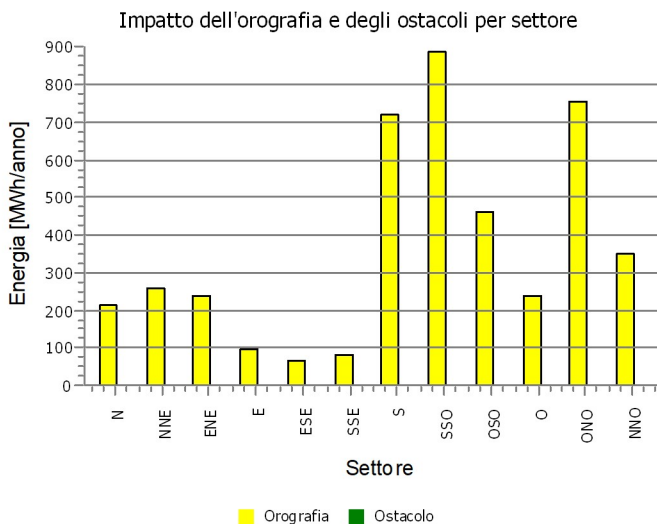
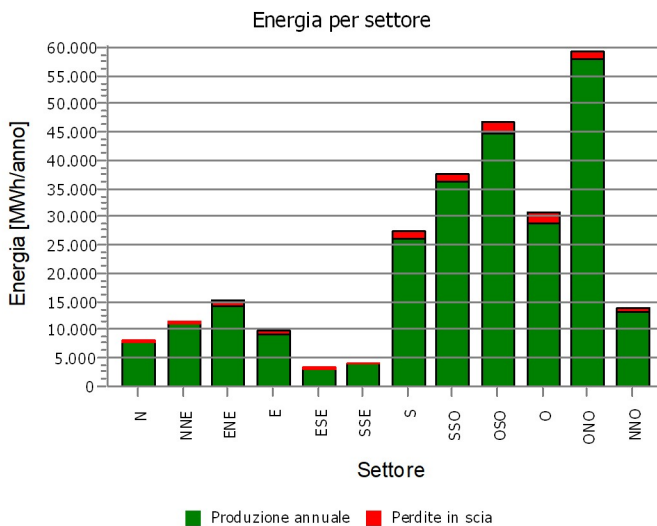
...continua dalla pagina precedente

		UTM (north)-WGS84		Zona: 33		
	Easting	Northing	Z	Dati/Descrizione		
			[m]			
C7 Nuova	585.445	4.568.436	99,0	VESTAS V172-7.2	7200 172.0 !O!	hub: 114,0 m (TOT: 200,0 m) (24)
S1 Nuova	583.494	4.572.165	90,0	VESTAS V172-7.2	7200 172.0 !O!	hub: 114,0 m (TOT: 200,0 m) (19)
S2 Nuova	584.940	4.571.964	87,0	VESTAS V172-7.2	7200 172.0 !O!	hub: 114,0 m (TOT: 200,0 m) (20)
S3 Nuova	585.757	4.572.165	80,0	VESTAS V172-7.2	7200 172.0 !O!	hub: 114,0 m (TOT: 200,0 m) (21)
S4 Nuova	583.976	4.571.221	81,0	VESTAS V172-7.2	7200 172.0 !O!	hub: 114,0 m (TOT: 200,0 m) (22)
S5 Nuova	585.404	4.569.475	100,3	VESTAS V172-7.2	7200 172.0 !O!	hub: 114,0 m (TOT: 200,0 m) (23)

## PARK - Analisi della produzione

Calcolo: Layout 2024-01-11 WTG: Tutte le WTG nuove, densità dell'aria variabile con la posizione della WTG: 1,197 kg/m<sup>3</sup> - 1,199 kg/m<sup>3</sup>  
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]	7.973,0	11.363,5	15.010,2	9.705,3	3.250,5	4.001,4	26.761,7	36.579,4	46.176,8	30.458,1	58.518,4	13.386,6	263.184,9
+ Incremento dovuto all'orografia	[MWh]	212,4	258,4	237,2	95,8	63,4	81,5	721,3	887,3	462,7	236,2	755,9	349,0	4.361,2
- Perdite dovute alle scie	[MWh]	390,5	365,3	1.057,6	724,2	119,2	117,9	1.297,8	1.203,5	2.037,5	1.898,5	1.456,1	445,1	11.113,3
Energia risultante	[MWh]	7.795,0	11.256,6	14.189,9	9.076,9	3.194,7	3.965,0	26.185,2	36.263,2	44.602,0	28.795,7	57.818,2	13.290,5	256.432,9
Energia specifica	[kWh/m <sup>2</sup> ]													920
Energia specifica	[kWh/kW]													2.968
Incremento dovuto all'orografia	[%]	2,7	2,3	1,6	1,0	2,0	2,0	2,7	2,4	1,0	0,8	1,3	2,6	1,66
Perdite dovute alle scie	[%]	4,8	3,1	6,9	7,4	3,6	2,9	4,7	3,2	4,4	6,2	2,5	3,2	4,15
Utilizzazione	[%]	26,4	31,7	39,7	38,2	35,6	19,3	29,8	34,6	29,4	34,0	32,9	31,6	32,0
Tempo di operatività	[Ore/anno]	264	411	644	505	243	215	674	1.146	1.417	1.127	1.258	401	8.306
Ore equivalenti	[Ore/anno]	90	130	164	105	37	46	303	420	516	333	669	154	2.968



## PARK - Analisi della curva di potenza

Calcolo: Layout 2024-01-11 WTG: C1 - VESTAS V172-7.2 7200 172.0 !O!, Altezza mozzo: 114,0 m

Nome: Level 0 & OS - Calculated - PO7200 - 07-2022

Fonte: Manufacturer

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 <sup>2</sup>
08/07/2022	EMD	25/02/2022	06/10/2022	25,0	Pitch	Definito dall'utente	Variable	0,31

Based Vestas Document no.: 0127-1584 V01.

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]	11.840	18.085	24.147	29.566	34.148	37.822
VESTAS V172-7.2 7200 172.0 !O! Level 0 & OS - Calculated - PO7200 - 07-2022 [MWh]	11.639	17.897	23.956	29.281	33.613	36.862
Valore di controllo [%]	2	1	1	1	2	3

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/m<sup>2</sup>), 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/m<sup>3</sup>

Velocità del vento [m/s]	Potenza [kW]	Cp	Velocità del vento [m/s]	Curva Ct
3,0	32,0	0,08	3,0	0,97
3,5	129,0	0,21	3,5	0,89
4,0	288,0	0,32	4,0	0,83
4,5	481,0	0,37	4,5	0,82
5,0	715,0	0,40	5,0	0,81
5,5	999,0	0,42	5,5	0,82
6,0	1.340,0	0,44	6,0	0,81
6,5	1.739,0	0,44	6,5	0,81
7,0	2.203,0	0,45	7,0	0,81
7,5	2.729,0	0,45	7,5	0,80
8,0	3.324,0	0,46	8,0	0,79
8,5	3.986,0	0,46	8,5	0,78
9,0	4.685,0	0,45	9,0	0,75
9,5	5.314,0	0,44	9,5	0,69
10,0	5.904,0	0,41	10,0	0,63
10,5	6.441,0	0,39	10,5	0,57
11,0	6.854,0	0,36	11,0	0,51
11,5	7.078,0	0,33	11,5	0,45
12,0	7.160,0	0,29	12,0	0,39
12,5	7.195,0	0,26	12,5	0,34
13,0	7.200,0	0,23	13,0	0,30
13,5	7.200,0	0,21	13,5	0,26
14,0	7.200,0	0,18	14,0	0,24
14,5	7.200,0	0,17	14,5	0,21
15,0	7.200,0	0,15	15,0	0,19
15,5	7.200,0	0,14	15,5	0,17
16,0	7.200,0	0,12	16,0	0,16
16,5	7.200,0	0,11	16,5	0,14
17,0	7.200,0	0,10	17,0	0,13
17,5	7.194,0	0,09	17,5	0,12
18,0	7.124,0	0,09	18,0	0,11
18,5	6.959,0	0,08	18,5	0,10
19,0	6.789,0	0,07	19,0	0,09
19,5	6.630,0	0,06	19,5	0,08
20,0	6.472,0	0,06	20,0	0,07
20,5	6.262,0	0,05	20,5	0,07
21,0	5.946,0	0,05	21,0	0,06
21,5	5.538,0	0,04	21,5	0,05
22,0	5.069,0	0,03	22,0	0,05
22,5	4.597,0	0,03	22,5	0,04
23,0	4.121,0	0,02	23,0	0,03
23,5	3.636,0	0,02	23,5	0,03
24,0	3.169,0	0,02	24,0	0,02
24,5	2.718,0	0,01	24,5	0,02
25,0	2.328,0	0,01	25,0	0,02

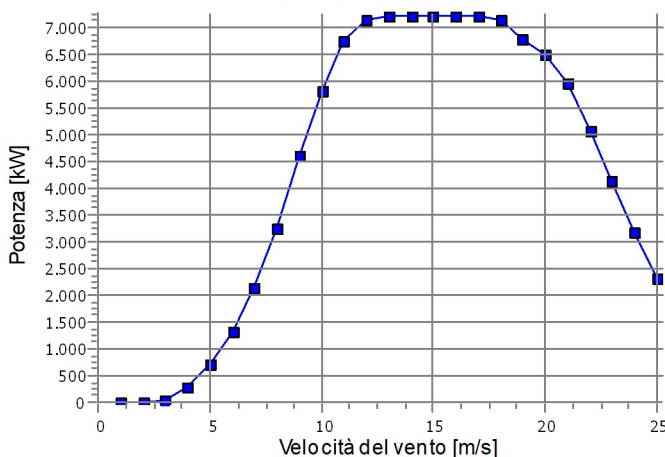
### Potenza, efficienza ed energia vs. velocità del vento

Dati usati nel calcolo, Densità dell'aria: 1,199 kg/m<sup>3</sup> 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	27,7	0,07	2,50- 3,50	46,3	46,3	0,2
4,0	278,6	0,31	3,50- 4,50	259,8	306,2	1,4
5,0	697,8	0,40	4,50- 5,50	704,8	1.011,0	4,7
6,0	1.309,9	0,44	5,50- 6,50	1.354,6	2.365,6	11,0
7,0	2.155,2	0,45	6,50- 7,50	2.119,4	4.485,0	20,8
8,0	3.253,3	0,46	7,50- 8,50	2.826,6	7.311,6	34,0
9,0	4.583,8	0,45	8,50- 9,50	3.243,5	10.555,1	49,1
10,0	5.793,9	0,42	9,50-10,50	3.190,8	13.746,0	63,9
11,0	6.752,7	0,36	10,50-11,50	2.701,5	16.447,5	76,5
12,0	7.134,8	0,30	11,50-12,50	1.985,5	18.433,0	85,7
13,0	7.198,3	0,24	12,50-13,50	1.301,6	19.734,6	91,7
14,0	7.200,0	0,19	13,50-14,50	792,8	20.527,3	95,4
15,0	7.200,0	0,15	14,50-15,50	456,5	20.983,8	97,5
16,0	7.200,0	0,13	15,50-16,50	251,5	21.235,3	98,7
17,0	7.200,0	0,11	16,50-17,50	134,7	21.370,0	99,3
18,0	7.124,0	0,09	17,50-18,50	70,4	21.440,4	99,7
19,0	6.789,0	0,07	18,50-19,50	35,9	21.476,2	99,8
20,0	6.472,0	0,06	19,50-20,50	18,2	21.494,5	99,9
21,0	5.946,0	0,05	20,50-21,50	9,2	21.503,7	100,0
22,0	5.069,0	0,03	21,50-22,50	4,5	21.508,2	100,0
23,0	4.121,0	0,02	22,50-23,50	2,2	21.510,4	100,0
24,0	3.169,0	0,02	23,50-24,50	1,0	21.511,4	100,0
25,0	2.328,0	0,01	24,50-25,50	0,3	21.511,7	100,0

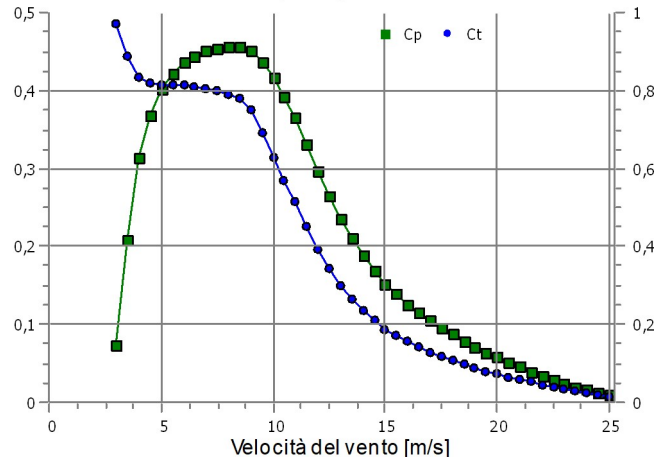
Curva di potenza

Per una densità dell'aria: 1,199 kg/m<sup>3</sup> e dati climatici di riferimento



Curve Cp e Ct

Per una densità dell'aria: 1,199 kg/m<sup>3</sup> e dati climatici di riferimento





Progetto:

Cerignola-S.Ferdinando

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:

06/02/2024 11:33/4.0.422

## PARK - Terreno

Calcolo: Layout 2024-01-11 Dati di Sito: A - Site data: Wasp Era 5(1)

Ostacoli:

0 ostacoli usati

Rugosità:

Il calcolo usa i seguenti files .map:

C:\Users\darcangelom\Documents\WindPRO Data\Projects\Cerignola-S.Ferdinando\ROUGHNESSLINE\_ONLINEDATA\_0.wpo

Min X: 533.758, Max X: 632.672, Min Y: 4.519.565, Max Y: 4.621.895, Ampiezza: 98.915 m, Altezza: 102.330 m

Orografia:

Il calcolo usa i seguenti files .map:

C:\Users\darcangelom\Documents\WindPRO Data\Projects\Cerignola-S.Ferdinando\CONTOURLINE\_ONLINEDATA\_0.wpo

Min X: 567.895, Max X: 599.283, Min Y: 4.554.444, Max Y: 4.586.792, Ampiezza: 31.388 m, Altezza: 32.348 m

Progetto:

Cerignola-S.Ferdinando

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:

06/02/2024 11:33/4.0.422

## PARK - Terreno

Calcolo: Layout 2024-01-11 Dati di Sito: B - Site data: Wasp Era 5 (5)

Ostacoli:

0 ostacoli usati

Rugosità:

Il calcolo usa i seguenti files .map:

C:\Users\darcangelom\Documents\WindPRO Data\Projects\Cerignola-S.Ferdinando\ROUGHNESSLINE\_ONLINEDATA\_0.wpo

Min X: 533.758, Max X: 632.672, Min Y: 4.519.565, Max Y: 4.621.895, Ampiezza: 98.915 m, Altezza: 102.330 m

Orografia:

Il calcolo usa i seguenti files .map:

C:\Users\darcangelom\Documents\WindPRO Data\Projects\Cerignola-S.Ferdinando\CONTOURLINE\_ONLINEDATA\_0.wpo

Min X: 567.895, Max X: 599.283, Min Y: 4.554.444, Max Y: 4.586.792, Ampiezza: 31.388 m, Altezza: 32.348 m

## PARK - Analisi dei Dati di vento

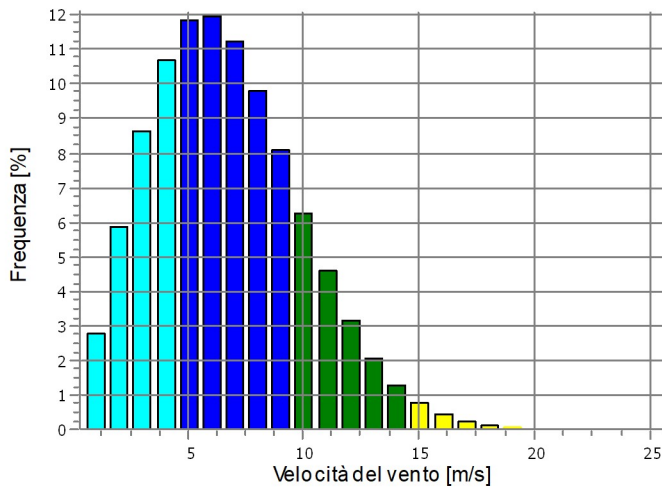
Calcolo: Layout 2024-01-11 Dati di vento: A - Site data: Wasp Era 5(1); Altezza mozzo: 114,0

Coordinate del sito  
UTM (north)-WGS84 Zone: 33  
Est: 582.979 Nord: 4.569.905  
Statistica del Vento  
IT EMD-WRF Europe+ (ERA5)\_N41,27369\_E015,997009 (1) - 100.00 m.w.w.s

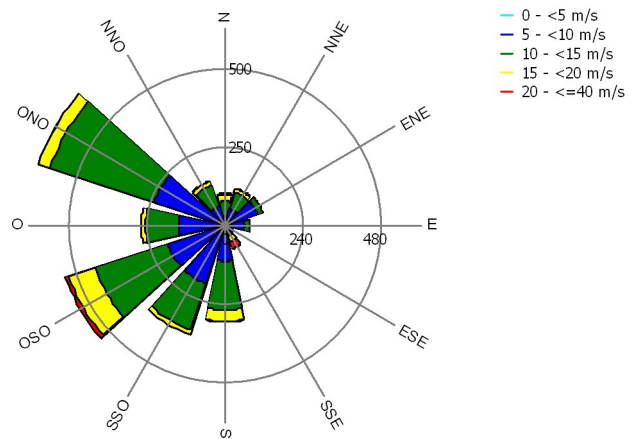
### Parametri Weibull

Site attuale				
Settore	Parametro A [m/s]	Velocità del vento [m/s]	Parametro k	Frequenza [%]
0 N	7,38	6,57	1,791	3,1
1 NNE	7,13	6,32	2,014	4,8
2 ENE	6,84	6,12	3,213	7,8
3 E	6,13	5,44	2,510	5,8
4 ESE	4,62	4,16	1,537	2,7
5 SSE	4,89	4,78	1,057	2,5
6 S	8,44	7,48	2,404	8,5
7 SSO	7,38	6,54	2,381	14,9
8 OSO	7,60	6,74	1,963	16,9
9 O	6,83	6,05	2,139	12,7
10 ONO	9,19	8,21	3,064	15,3
11 NNO	7,87	6,97	2,275	4,9
Tutti	7,51	6,65	2,158	100,0

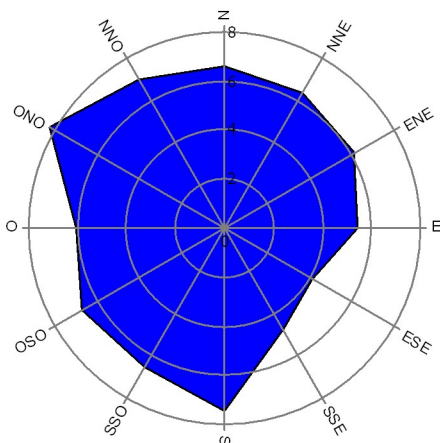
Distribuzione di Weibull



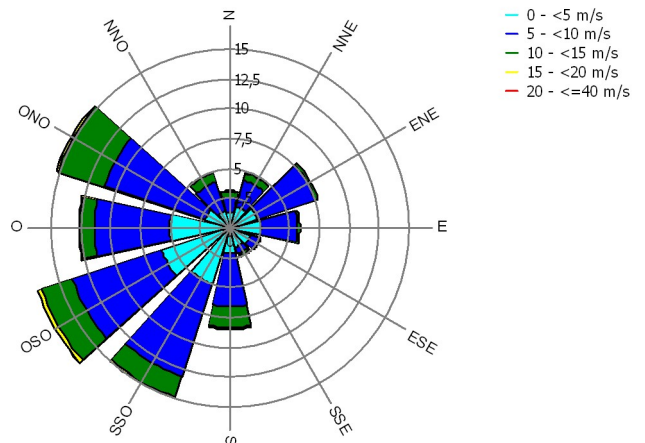
Rosa dell'energia (kWh/m²/Anno)



Velocità media (m/s)



Frequenza (%)



## PARK - Analisi dei Dati di vento

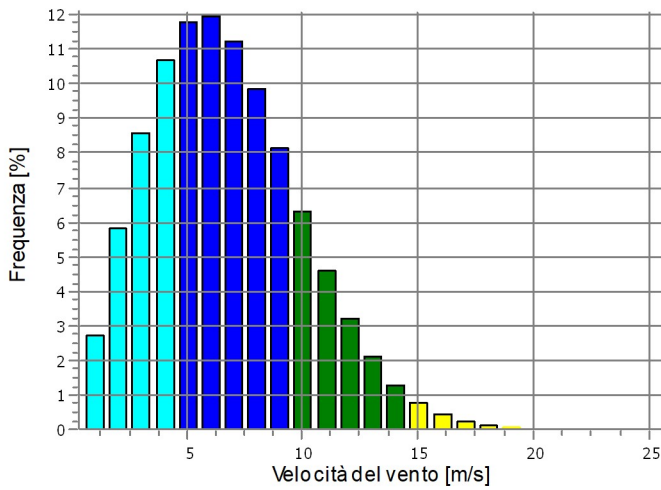
Calcolo: Layout 2024-01-11 Dati di vento: A - Site data: Wasp Era 5(1); Altezza mozzo: 114,0

Coordinate del sito  
UTM (north)-WGS84 Zone: 33  
Est: 581.174 Nord: 4.570.431  
C4 - VESTAS V172-7.2 7200 172.0 !O! hub: 114,0 m (TOT: 200,0 m) (17)  
Statistica del Vento  
IT EMD-WRF Europe+ (ERA5)\_N41,27369\_E015,997009 (1) - 100.00 m.wvws

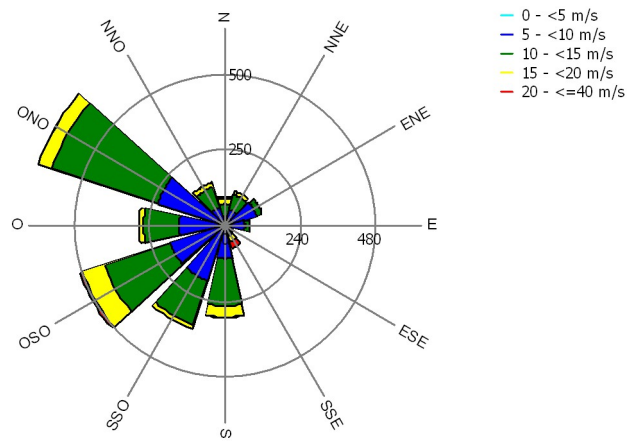
### Parametri Weibull

Site attuale				
Settore	Parametro A [m/s]	Velocità del vento [m/s]	Parametro k	Frequenza [%]
0 N	7,28	6,48	1,783	3,1
1 NNE	7,05	6,25	2,010	4,8
2 ENE	6,84	6,13	3,197	7,8
3 E	6,23	5,53	2,510	5,9
4 ESE	4,65	4,20	1,506	2,7
5 SSE	4,99	4,86	1,072	2,6
6 S	8,49	7,53	2,416	8,3
7 SSO	7,40	6,56	2,385	14,7
8 OSO	7,46	6,61	1,967	17,0
9 O	6,95	6,16	2,139	13,0
10 ONO	9,31	8,32	3,057	15,4
11 NNO	7,92	7,01	2,271	4,8
Tutti	7,53	6,67	2,162	100,0

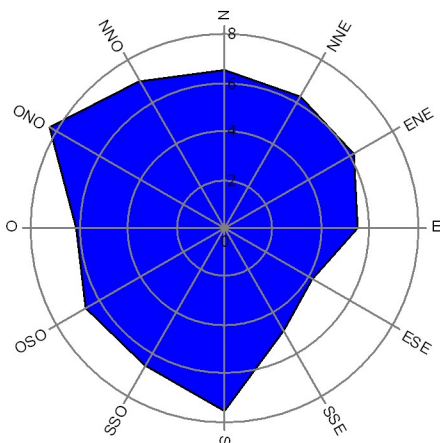
Distribuzione di Weibull



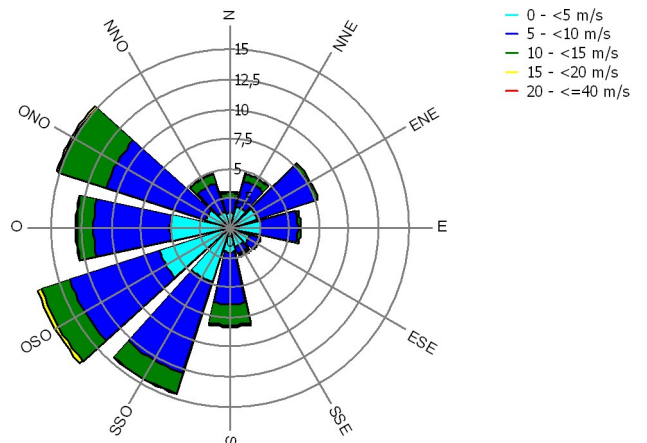
Rosa dell'energia (kWh/m²/Anno)



Velocità media (m/s)



Frequenza (%)



## PARK - Analisi dei Dati di vento

Calcolo: Layout 2024-01-11 Dati di vento: A - Site data: Wasp Era 5(1); Altezza mozzo: 114,0

Coordinate del sito

UTM (north)-WGS84 Zone: 33

Est: 585.445 Nord: 4.568.436

C7 - VESTAS V172-7.2 7200 172.0 !O! hub: 114,0 m (TOT: 200,0 m) (24)

Statistica del Vento

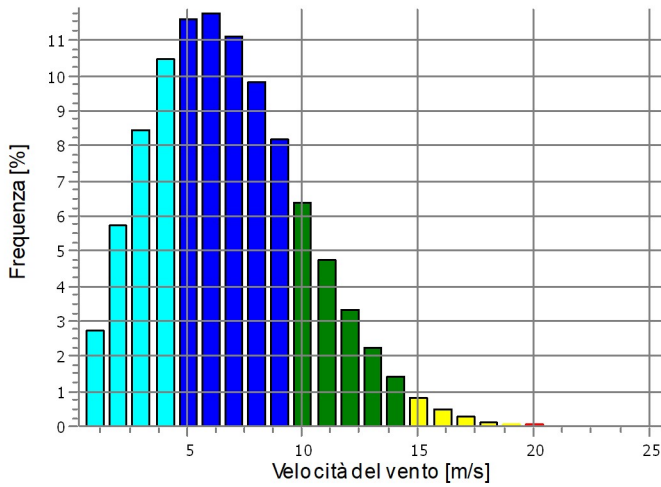
IT EMD-WRF Europe+ (ERA5)\_N41,27369\_E015,997009 (1) - 100.00 m.wvws

### Parametri Weibull

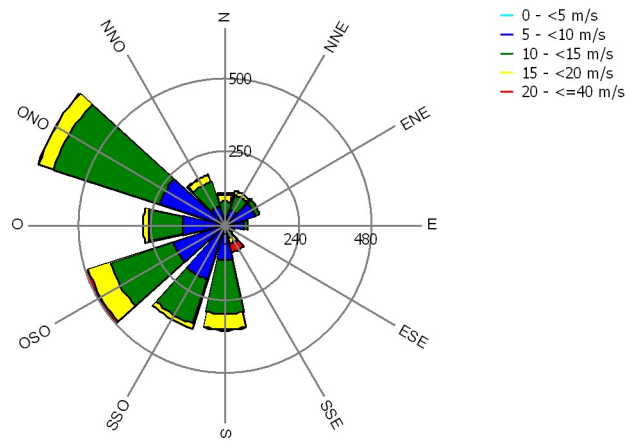
Sito attuale

Settore	Parametro A [m/s]	Velocità del vento [m/s]	Parametro k	Frequenza [%]
0 N	7,52	6,69	1,791	3,2
1 NNE	7,14	6,32	2,029	4,8
2 ENE	6,85	6,14	3,217	7,5
3 E	6,14	5,45	2,514	5,7
4 ESE	4,92	4,41	1,592	2,8
5 SSE	5,25	5,09	1,084	2,7
6 S	8,76	7,76	2,404	8,8
7 SSO	7,42	6,57	2,365	14,8
8 OSO	7,50	6,65	1,963	16,4
9 O	6,96	6,16	2,131	12,5
10 ONO	9,35	8,35	3,021	15,5
11 NNO	8,23	7,29	2,295	5,2
Tutti	7,61	6,74	2,146	100,0

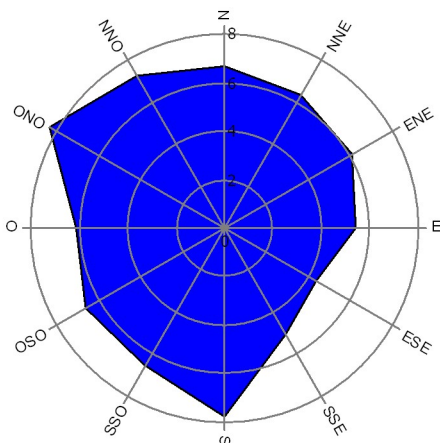
Distribuzione di Weibull



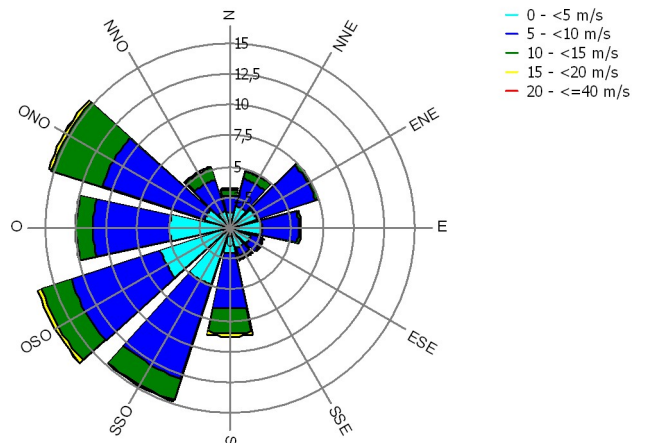
Rosa dell'energia (kWh/m²/Anno)



Velocità media (m/s)



Frequenza (%)



## PARK - Analisi dei Dati di vento

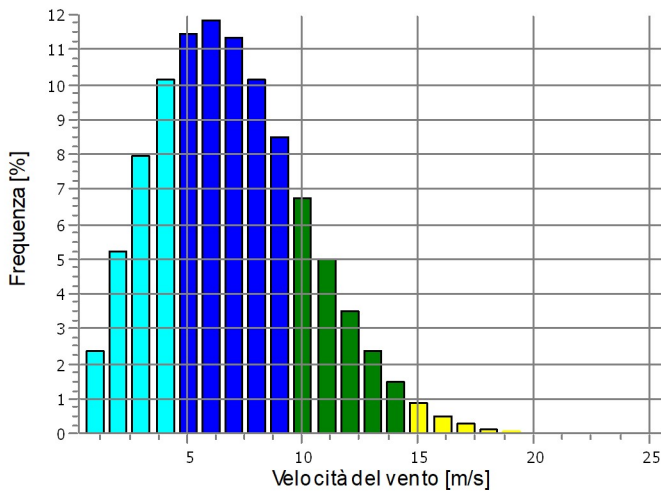
Calcolo: Layout 2024-01-11 Dati di vento: B - Site data: Wasp Era 5 (5); Altezza mozzo: 114,0

Coordinate del sito  
UTM (north)-WGS84 Zone: 33  
Est: 584.574 Nord: 4.571.763  
Statistica del Vento  
IT EMD-WRF Europe+ (ERA5)\_N41,300583\_E015,995972 (5) - 100.00 m.wws

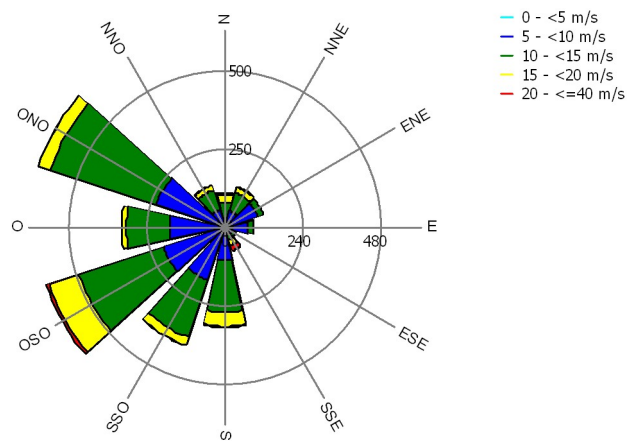
### Parametri Weibull

Site attuale				
Settore	Parametro A [m/s]	Velocità del vento [m/s]	Parametro k	Frequenza [%]
0 N	7,53	6,70	1,764	3,2
1 NNE	7,10	6,30	1,916	5,1
2 ENE	6,86	6,15	3,205	7,8
3 E	6,35	5,64	2,533	6,3
4 ESE	5,18	4,62	1,729	3,2
5 SSE	5,29	5,04	1,146	2,6
6 S	8,83	7,83	2,467	7,8
7 SSO	8,10	7,19	2,510	12,7
8 OSO	8,02	7,10	2,088	17,3
9 O	7,15	6,34	2,264	14,4
10 ONO	9,29	8,31	3,115	15,0
11 NNO	7,75	6,87	2,178	4,7
Tutti	7,77	6,88	2,213	100,0

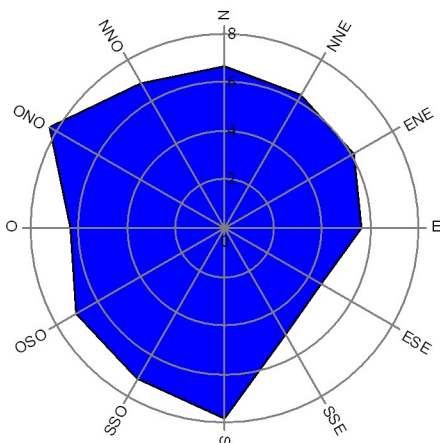
Distribuzione di Weibull



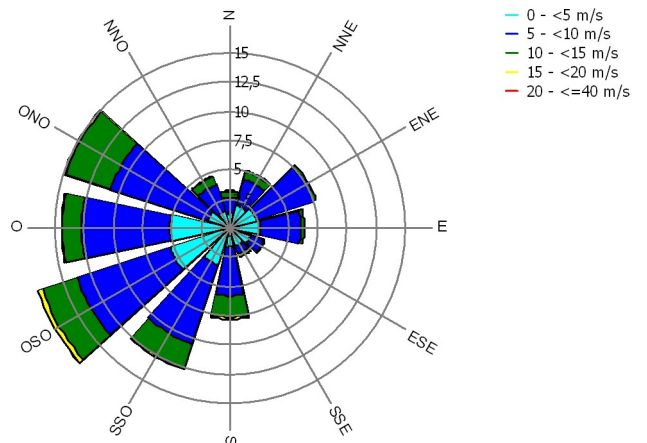
Rosa dell'energia (kWh/m²/Anno)



Velocità media (m/s)



Frequenza (%)



## PARK - Analisi dei Dati di vento

Calcolo: Layout 2024-01-11 Dati di vento: B - Site data: Wasp Era 5 (5); Altezza mozzo: 114,0

Coordinate del sito  
UTM (north)-WGS84 Zone: 33  
Est: 581.864 Nord: 4.573.026

C1 - VESTAS V172-7.2 7200 172.0 !O! hub: 114,0 m (TOT: 200,0 m) (13)

Statistica del Vento

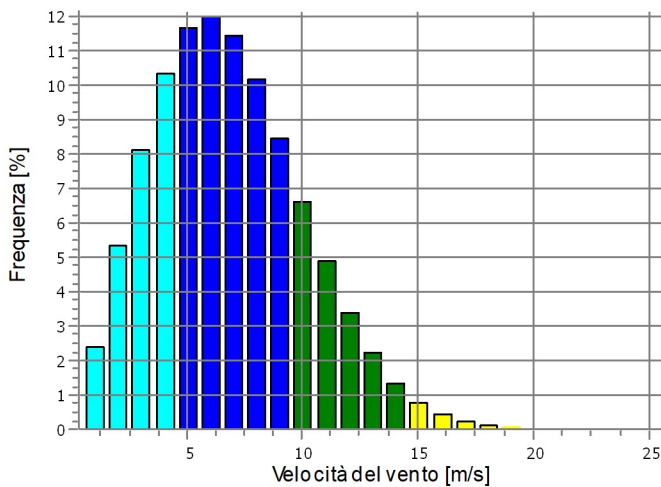
IT EMD-WRF Europe+ (ERA5)\_N41,300583\_E015,995972 (5) - 100.00 m.wwp

### Parametri Weibull

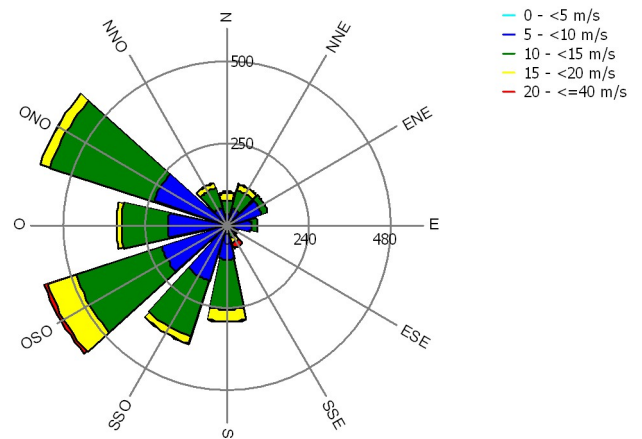
Sito attuale

Settore	Parametro A [m/s]	Velocità del vento [m/s]	Parametro k	Frequenza [%]
0 N	7,38	6,57	1,764	3,1
1 NNE	7,04	6,24	1,904	5,0
2 ENE	6,86	6,14	3,197	7,9
3 E	6,30	5,59	2,533	6,4
4 ESE	5,04	4,50	1,705	3,1
5 SSE	5,15	4,92	1,139	2,5
6 S	8,67	7,69	2,463	7,6
7 SSO	7,99	7,09	2,521	12,7
8 OSO	7,91	7,00	2,088	17,5
9 O	7,18	6,36	2,260	14,6
10 ONO	9,17	8,20	3,135	15,0
11 NNO	7,74	6,85	2,166	4,5
Tutti	7,68	6,80	2,221	100,0

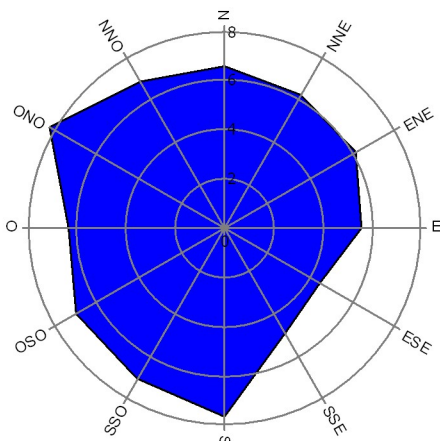
Distribuzione di Weibull



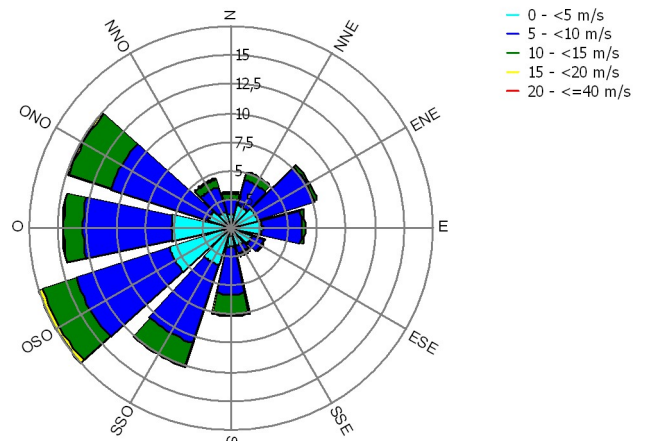
Rosa dell'energia (kWh/m²/Anno)



Velocità media (m/s)



Frequenza (%)



## PARK - Analisi dei Dati di vento

Calcolo: Layout 2024-01-11 Dati di vento: B - Site data: Wasp Era 5 (5); Altezza mozzo: 114,0

Coordinate del sito  
UTM (north)-WGS84 Zone: 33  
Est: 583.494 Nord: 4.572.165

S1 - VESTAS V172-7.2 7200 172.0 !O! hub: 114,0 m (TOT: 200,0 m) (19)

Statistica del Vento

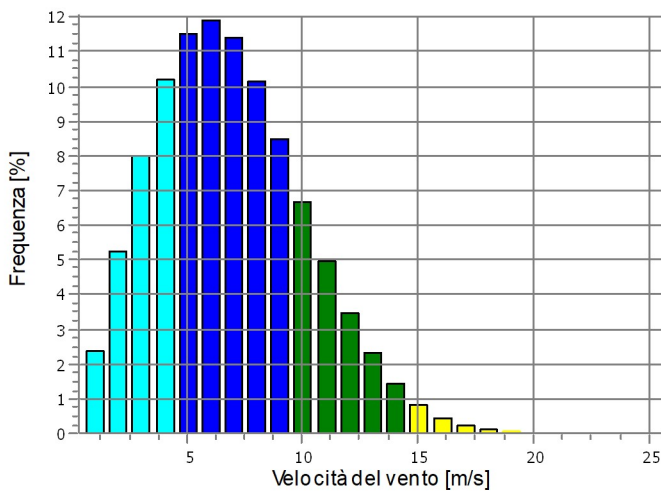
IT EMD-WRF Europe+ (ERA5)\_N41,300583\_E015,995972 (5) - 100.00 m.wwp

### Parametri Weibull

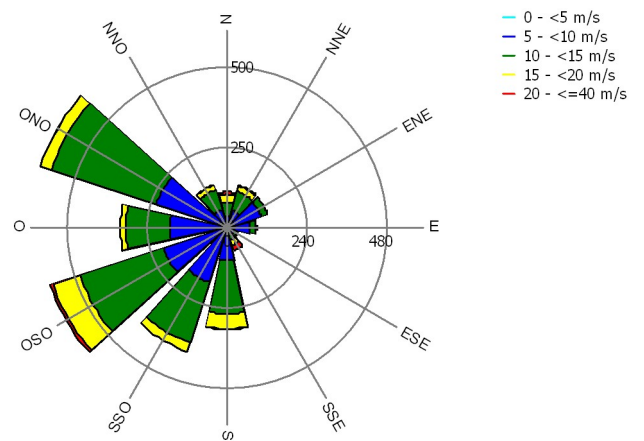
Sito attuale

Settore	Parametro A [m/s]	Velocità del vento [m/s]	Parametro k	Frequenza [%]
0 N	7,50	6,68	1,768	3,2
1 NNE	7,10	6,30	1,916	5,1
2 ENE	6,89	6,17	3,197	7,8
3 E	6,31	5,60	2,533	6,3
4 ESE	5,10	4,55	1,713	3,1
5 SSE	5,23	4,98	1,146	2,6
6 S	8,87	7,87	2,463	7,7
7 SSO	8,14	7,23	2,514	12,8
8 OSO	7,90	7,00	2,088	17,4
9 O	7,15	6,33	2,260	14,4
10 ONO	9,24	8,27	3,131	14,9
11 NNO	7,72	6,84	2,178	4,6
Tutti	7,74	6,85	2,217	100,0

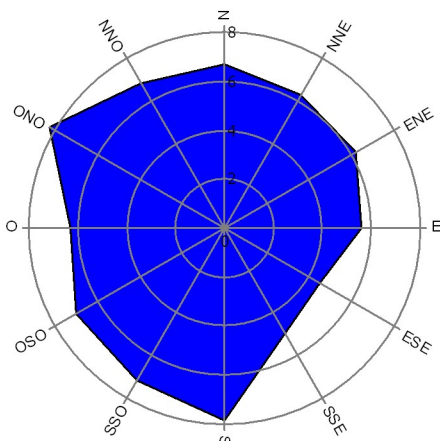
Distribuzione di Weibull



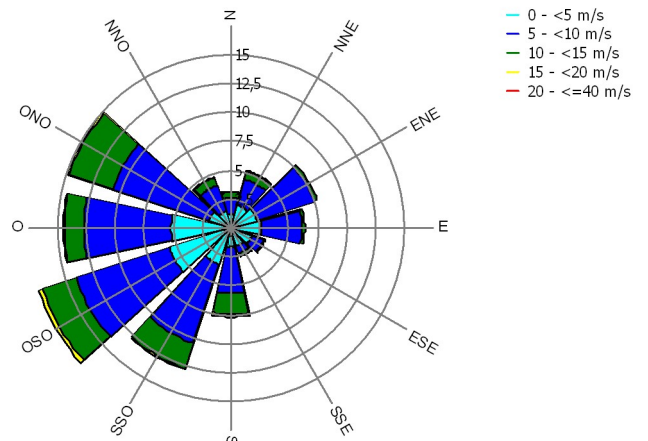
Rosa dell'energia (kWh/m²/Anno)



Velocità media (m/s)



Frequenza (%)





## PARK - Analisi dei Dati di vento

Calcolo: Layout 2024-01-11 Dati di vento: B - Site data: Wasp Era 5 (5); Altezza mozzo: 114,0

Coordinate del sito  
UTM (north)-WGS84 Zone: 33  
Est: 585.757 Nord: 4.572.165

S3 - VESTAS V172-7.2 7200 172.0 !O! hub: 114,0 m (TOT: 200,0 m) (21)

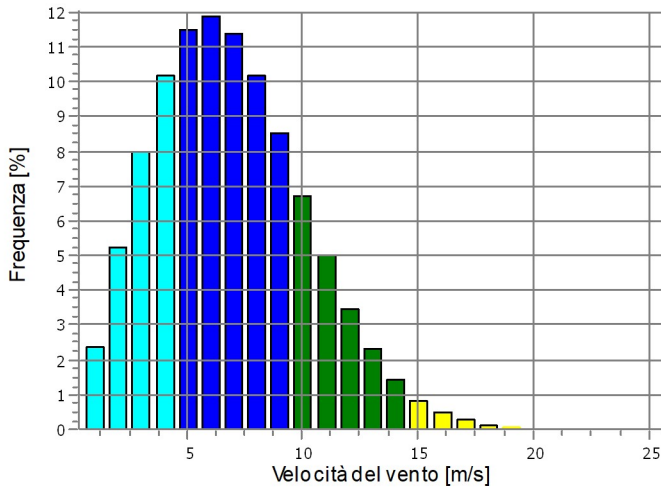
Statistica del Vento

IT EMD-WRF Europe+ (ERA5)\_N41,300583\_E015,995972 (5) - 100.00 m.wwp

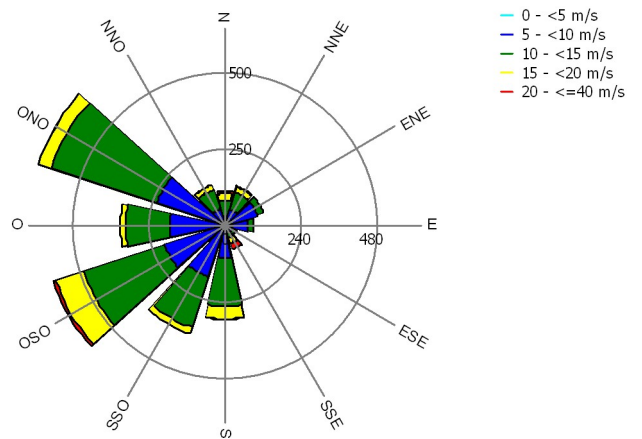
### Parametri Weibull

Site attuale				
Settore	Parametro A [m/s]	Velocità del vento [m/s]	Parametro k	Frequenza [%]
0 N	7,53	6,71	1,768	3,2
1 NNE	7,11	6,31	1,904	5,0
2 ENE	6,92	6,19	3,186	7,7
3 E	6,38	5,66	2,541	6,4
4 ESE	5,21	4,64	1,725	3,2
5 SSE	5,34	5,09	1,146	2,6
6 S	8,76	7,77	2,471	7,7
7 SSO	7,96	7,06	2,514	12,6
8 OSO	7,97	7,06	2,088	17,3
9 O	7,20	6,37	2,260	14,6
10 ONO	9,32	8,34	3,111	15,1
11 NNO	7,74	6,86	2,162	4,6
Tutti	7,75	6,86	2,217	100,0

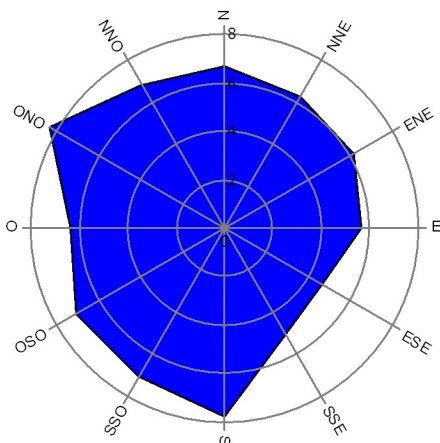
Distribuzione di Weibull



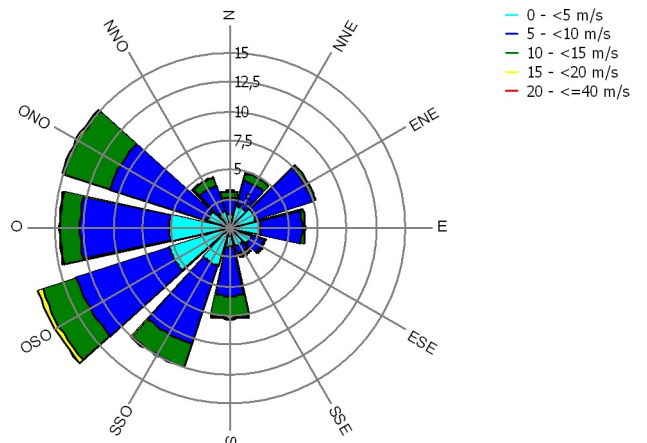
Rosa dell'energia (kWh/m²/Anno)



Velocità media (m/s)



Frequenza (%)



## PARK - Curva di potenza del parco

Calcolo: Layout 2024-01-11

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	1.485	1.247	1.181	1.310	1.213	1.185	1.320	1.287	1.168	1.302	1.225	1.187	1.320	1.285
4,5	5.612	5.092	4.940	5.226	5.030	4.962	5.246	5.180	4.931	5.223	5.032	4.963	5.246	5.176
5,5	11.700	10.790	10.527	11.024	10.682	10.563	11.049	10.938	10.510	11.020	10.690	10.569	11.048	10.931
6,5	20.389	18.901	18.470	19.283	18.725	18.532	19.324	19.143	18.444	19.277	18.739	18.540	19.321	19.133
7,5	32.019	29.814	29.174	30.383	29.554	29.269	30.448	30.174	29.135	30.375	29.571	29.276	30.442	30.160
8,5	46.751	43.736	42.856	44.513	43.381	42.986	44.611	44.231	42.808	44.502	43.401	42.991	44.604	44.215
9,5	62.478	59.515	58.527	60.245	59.157	58.720	60.525	60.055	58.546	60.255	59.149	58.697	60.534	60.067
10,5	75.850	73.686	72.945	74.218	73.430	73.093	74.436	74.089	72.975	74.223	73.414	73.083	74.441	74.101
11,5	84.156	83.262	82.878	83.452	83.168	82.993	83.653	83.458	82.956	83.467	83.122	82.966	83.661	83.488
12,5	86.195	86.078	86.015	86.101	86.067	86.042	86.133	86.105	86.038	86.104	86.057	86.037	86.133	86.112
13,5	86.400	86.398	86.396	86.398	86.398	86.397	86.400	86.399	86.397	86.398	86.398	86.397	86.400	86.399
14,5	86.400	86.400	86.400	86.400	86.400	86.400	86.400	86.400	86.400	86.400	86.400	86.400	86.400	86.400
15,5	86.400	86.400	86.400	86.400	86.400	86.400	86.400	86.400	86.400	86.400	86.400	86.400	86.400	86.400
16,5	86.400	86.400	86.400	86.400	86.400	86.400	86.400	86.400	86.400	86.400	86.400	86.400	86.400	86.400
17,5	86.363	86.370	86.371	86.368	86.371	86.371	86.368	86.369	86.372	86.368	86.370	86.371	86.368	86.369
18,5	83.508	83.675	83.729	83.634	83.695	83.720	83.622	83.646	83.729	83.634	83.695	83.720	83.622	83.646
19,5	79.560	79.698	79.742	79.664	79.714	79.734	79.654	79.674	79.742	79.664	79.714	79.734	79.654	79.674
20,5	75.144	75.302	75.352	75.262	75.320	75.343	75.251	75.274	75.352	75.262	75.320	75.343	75.251	75.274
21,5	66.456	66.708	66.788	66.645	66.738	66.774	66.627	66.663	66.788	66.645	66.738	66.774	66.627	66.663
22,5	55.164	55.392	55.465	55.335	55.419	55.452	55.319	55.352	55.465	55.335	55.419	55.452	55.319	55.352
23,5	43.632	43.807	43.863	43.763	43.828	43.853	43.751	43.776	43.863	43.763	43.828	43.853	43.751	43.776
24,5	32.616	32.737	32.776	32.707	32.751	32.769	32.698	32.716	32.776	32.707	32.751	32.769	32.698	32.716
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:

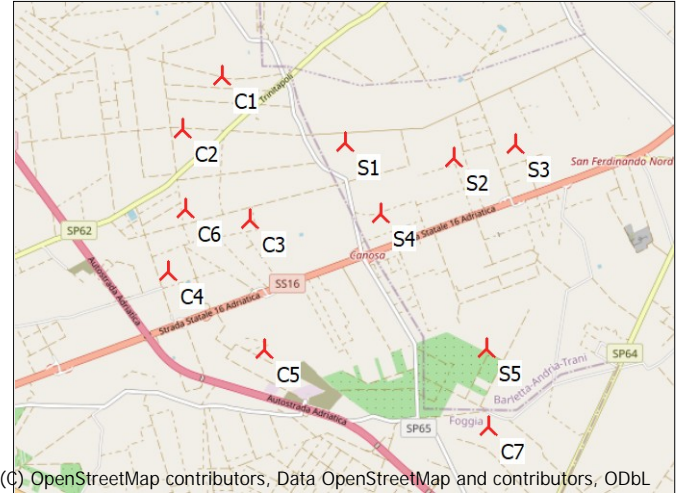
Nel menu " Risultato su file" è disponibile anche l' opzione " Velocità del vento entro il parco eolico" . Essa può essere utilizzata per estrarre (e.g. con Excel) le perdite indotte dalle scie sulla velocità del vento misurata.

## PARK - Distanze tra le WTG

Calcolo: Layout 2024-01-11

Distanze tra le WTG

Z	WTG più vicina	Z	Distanza orizzontale [m]	Distanza in Diametri Rotore	
C1	80,5	C2	89,2	886	5,2
C2	89,2	C1	80,5	886	5,2
C3	93,3	C6	100,0	859	5,0
C4	90,0	C6	100,0	859	5,0
C5	100,0	C4	90,0	1.641	9,5
C6	100,0	C4	90,0	859	5,0
C7	99,0	S5	100,3	1.040	6,0
S1	90,0	S4	81,0	1.060	6,2
S2	87,0	S3	80,0	841	4,9
S3	80,0	S2	87,0	841	4,9
S4	81,0	S1	90,0	1.060	6,2
S5	100,3	C7	99,0	1.040	6,0
Min	80,0		80,0	841	4,9
Max	100,3		100,3	1.641	9,5



(C) OpenStreetMap contributors, Data OpenStreetMap and contributors, ODbL

Scala 1:100.000

Nuova WTG

Progetto:

Cerignola-S.Ferdinando

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:

06/02/2024 11:33/4.0.422

## PARK - Info Statistica di Vento

Calcolo: Layout 2024-01-11

### Dati per il calcolo della Statistica del Vento

File	C:\Users\darcangelom\Documents\WindPRO Data\Projects\Cerignola-S.Ferdinando\IT EMD-WRF Europe+ (ERA5)_N41,27369_E015,997009 (1) - 100.00 m.wvs
Nome	EMD-WRF Europe+ (ERA5)_N41,27369_E015,997009 (1) - 100.00 m
Paese	Italy
Fonte	USER
Coordinate mast	UTM (north)-WGS84 Zone: 33 Est: 583.503 Nord: 4.569.619
Creato	14/04/2023
Modificato	14/04/2023
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-WRF Europe+ (ERA5)_N41,27369_E015,997009 (1)
Dati dal	01/01/1999
al	01/01/2023
Periodo di misura	288,0 mesi
Tasso di recupero	100,0 %
Periodo di misura effettivo	288,0 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.

Progetto:

Cerignola-S.Ferdinando

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:

06/02/2024 11:33/4.0.422

## PARK - Info Statistica di Vento

Calcolo: Layout 2024-01-11

### Dati per il calcolo della Statistica del Vento

File	C:\Users\darcangelom\Documents\WindPRO Data\Projects\Cerignola-S.Ferdinando\IT EMD-WRF Europe+ (ERA5)_N41,300583_E015,995972 (5) - 100.00 m.wws
Nome	EMD-WRF Europe+ (ERA5)_N41,300583_E015,995972 (5) - 100.00 m
Paese	Italy
Fonte	USER
Coordinate mast	UTM (north)-WGS84 Zone: 33 Est: 583.382 Nord: 4.572.604
Creato	14/04/2023
Modificato	14/04/2023
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

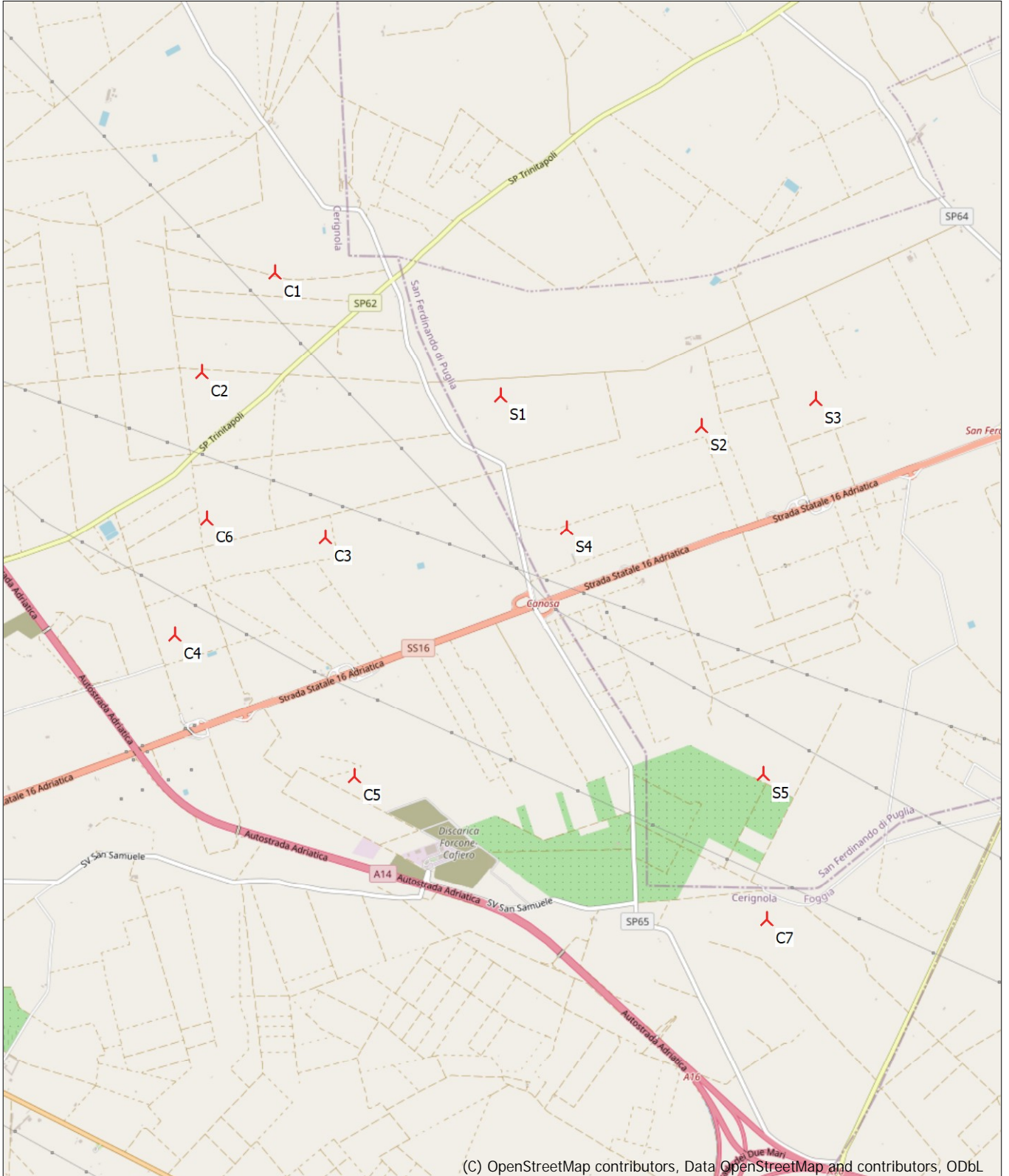
Fonte dati	EMD-WRF Europe+ (ERA5)_N41,300583_E015,995972 (5)
Dati dal	01/01/1999
al	01/01/2023
Periodo di misura	288,0 mesi
Tasso di recupero	100,0 %
Periodo di misura effettivo	288,0 mesi

### 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: Layout 2024-01-11



0 500 1000 1500 2000 m

Mappa: EMD OpenStreetMap , Scala di stampa 1:40.000, Centro mappa UTM (north)-WGS84 Zone: 33 Est: 583.465 Nord: 4.570.731  
Nuova WTG