

PROGETTO PER LA REALIZZAZIONE DI UN IMPIANTO PER LA  
PRODUZIONE DI ENERGIA MEDIANTE LO SFRUTTAMENTO DEL VENTO  
CON IMPIANTO DI ACCUMULO NEL TERRITORIO COMUNALE DI  
APRICENA LOC. MEZZANA DELLA QUERCIA (FG)  
POTENZA NOMINALE 64,8 MW

**PROGETTO DEFINITIVO - SIA**

PROGETTAZIONE E SIA

ing. Fabio PACCAPELO

ing. Andrea ANGELINI

ing. Antonella Laura GIORDANO

ing. Francesca SACCAROLA

COLLABORATORI

ing. Giulia MONTRONE

geom. Rosa CONTINI

dott. Pietro Paolo LOPETUSO

STUDI SPECIALISTICI

GEOLOGIA

geol. Matteo DI CARLO

STUDIO FAUNISTICO

dott. nat. Fabio MASTROPASQUA

VINCA, STUDIO BOTANICO VEGETAZIONALE

E PEDO-AGRONOMICO

dr. Gianfranco GIUFFRIDA

ARCHEOLOGIA

dr.ssa archeol. Domenica CARRASSO

INTERVENTI DI COMPENSAZIONE E VALORIZZAZIONE

arch. Gaetano FORNARELLI

arch. Andrea GIUFFRIDA

**SIA.ES. STUDI SPECIALISTICI**

**ES.1 Indagine anemologica del sito e  
analisi della producibilità attesa**

REV.	DATA	DESCRIZIONE
00	03/24	Istanza VIA nazionale



## INDICE

<b>1</b>	<b>DESCRIZIONE DEGLI INTERVENTI</b>	<b>2</b>
1.1	FINALITÀ DELL'INTERVENTO	2
1.2	LOCALIZZAZIONE DEL SITO	2
1.3	DESCRIZIONE DEGLI INTERVENTI	3
<b>2</b>	<b>MODELLIZZAZIONE E STIMA DEL VENTO</b>	<b>10</b>
<b>3</b>	<b>ANALISI DEI DATI METEREOLOGICI COMPARATIVI: ATLANTE EOLICO</b>	<b>11</b>
<b>4</b>	<b>VALUTAZIONE PRELIMINARE DELLA PRODUZIONE ATTESA</b>	<b>13</b>



## 1 DESCRIZIONE DEGLI INTERVENTI

### 1.1 FINALITÀ DELL'INTERVENTO

Scopo del progetto è la realizzazione di un “Parco Eolico” per la produzione di energia elettrica da fonte rinnovabile (vento) e l'immissione dell'energia prodotta, attraverso un'opportuna connessione, nella Rete di Trasmissione Nazionale (RTN).

La società proponente l'intervento in oggetto è la Santa Chiara Energia S.r.l., con sede legale in Via Lanzone, 31 - 20123 Milano, P.I. e C.F. n. 12860120968.

La presente relazione è, quindi, relativa all'iniziativa di installazione ed esercizio di un impianto eolico e relative opere accessorie di connessione alla RTN in territorio extra urbano di Apricena (FG). Il parco eolico, caratterizzato da potenza complessiva pari a 64,8 MW, consta di n. 9 aerogeneratori, di potenza unitaria fino a 7,2 MW, con altezza al tip della pala pari a 236 m, altezza al mozzo pari a 150 m e diametro rotorico pari a 172 m.

### 1.2 LOCALIZZAZIONE DEL SITO

Il progetto di parco eolico prevede la realizzazione di n. 9 aerogeneratori posizionati in un'area agricola nel territorio comunale di Apricena (FG). Si riportano di seguito le coordinate nel sistema WGS84 UTM 33N:

WTG	COORDINATE WGS 84 33N	
	EST	NORD
Apr1	542801,46	4618764,78
Apr2	541343,00	4620311,00
Apr3	540307,35	4622055,36
Apr4	539619,08	4621794,35
Apr5	539674,85	4623949,67
Apr6	539505,90	4624945,60
Apr7	540077,40	4624902,95
Apr8	540342,05	4626028,92
Apr9	539809,00	4625911,42

Rispetto all'area di impianto gli abitati più vicini sono:

- Apricena (FG) 2,5 km;
- Poggio Imperiale (FG) 10 km;
- Lesina (FG) 13,5 km;
- Sannicandro Garganico (FG) 8,5 km;
- San Marco in Lamis (FG) 9,5 km
- Rignano Garganico (FG) 8 km
- San Severo (FG) 11 km

La distanza dalla costa adriatica è di circa 13 km in direzione nord.





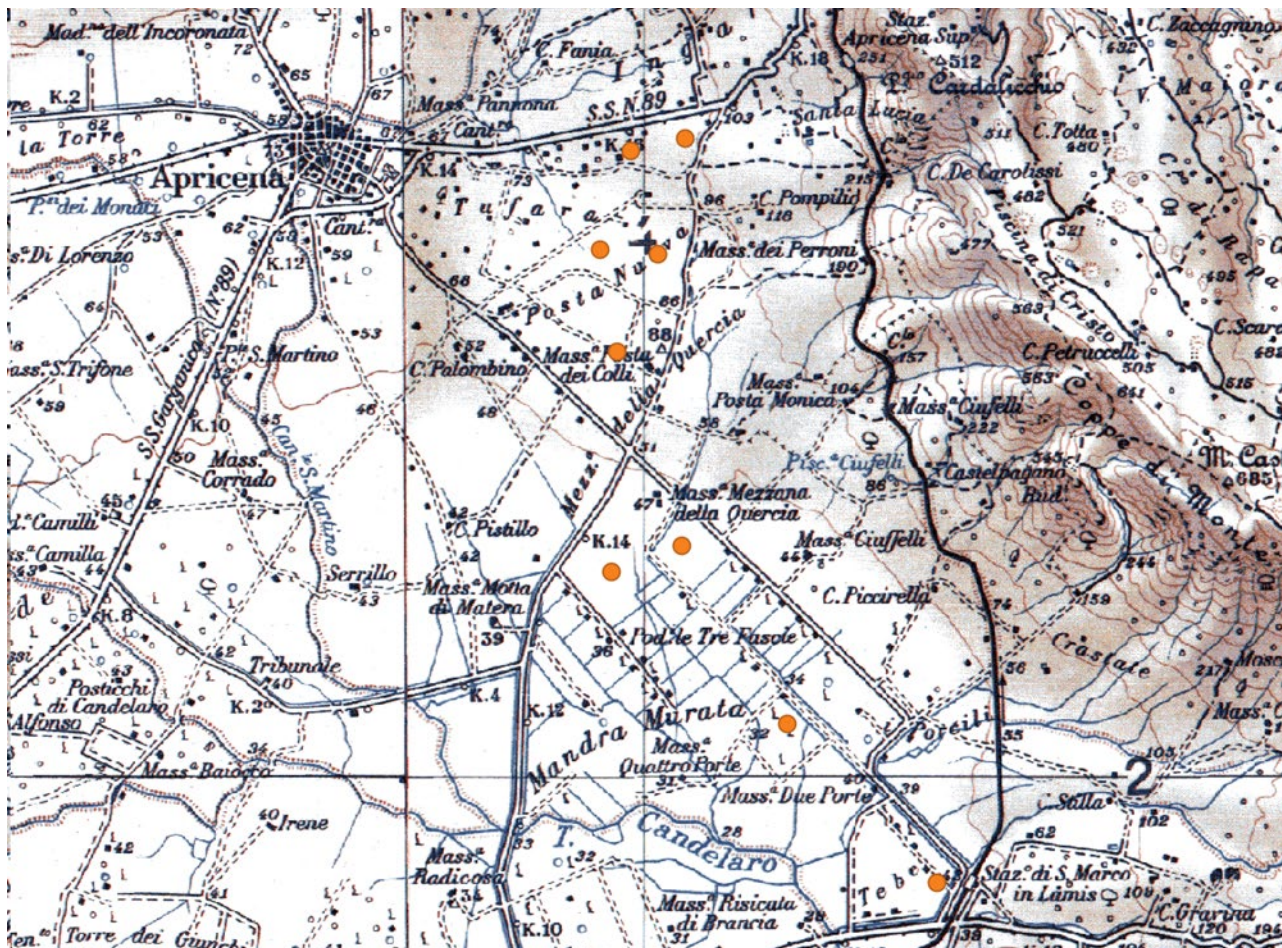
*Inquadramento di area vasta*

d'interesse del parco in progetto, normata dagli strumenti urbanistici comunali come zona agricola, si sviluppa lungo una fascia con direzione nord-ovest sud-est, localizzata tra i centri urbani di Apricena e Rignano Garganico, ovvero tra la SS 89 Garganica a nord e la SS 272 a sud. Il parco è attraversato dalla strada provinciale SP 28 e dalla SP 27, il cui tracciato coincide in questo tratto con quello del tratturello Foggia-Sannicandro. L'intorno di riferimento rientra nell'ambito paesaggistico n. 3 " Tavoliere".



*Area parco eolico – Inquadramento su ortofoto*





Area parco eolico – Inquadramento su IGM

La distribuzione degli aerogeneratori sul campo è stata progettata tenendo conto dell'efficienza tecnica, delle valutazioni sugli impatti attesi e delle indicazioni contenute nella letteratura pubblicata da autorevoli associazioni ed enti specializzati. La disposizione e le reciproche distanze stabilite in fase progettuale sono tali da scongiurare l'effetto selva e la mutua interferenza tra le macchine.

L'analisi di possibili effetti combinati, in termini di impatti attesi con altre fonti di disturbo presenti sul territorio, si è concentrata sulla eventuale interazione con altri impianti esistenti o con altri progetti approvati a conoscenza degli scriventi. Si rimanda all'allegato SIA.S.4 *Analisi degli impatti cumulativi* per i necessari approfondimenti.

### 1.3 DESCRIZIONE DEGLI INTERVENTI

Gli interventi di progetto comprendono la realizzazione di tutte le opere ed infrastrutture indispensabili alla connessione dell'impianto alla RTN. I principali componenti dell'impianto sono:

- Aerogeneratori;
- Opere di fondazione degli aerogeneratori costituite da strutture in calcestruzzo armato e da pali di fondazione trivellati;
- Viabilità di servizio al parco eolico;
- Elettrodotti per il trasporto dell'energia elettrica prodotta dal parco alla sezione a 36 kV della futura stazione RTN 150/36 kV in agro di Apricena (FG);
- Cabina di raccolta a 36 kV e sistema di accumulo elettrochimico di energia di potenza pari a 24 MW e 96 MWh di accumulo;



- Opere di rete per la connessione consistenti nella realizzazione della nuova Stazione Elettrica (SE) della RTN 150/36 kV da inserire in entra-esce alla linea RTN a 150 kV “Apricena – S. Severo”.

Nello specifico, come da STMG (codice pratica 202001079) fornita da Terna con nota del 31/07/2023 prot. P20230079783 e accettata in data 31/08/2023, è previsto che la connessione alla Rete di Trasmissione Nazionale avvenga in antenna a 36 kV su una nuova Stazione Elettrica (SE) della RTN 150/36 kV da inserire in entra-esce alla linea RTN a 150 kV “Apricena – S. Severo”, previa realizzazione di:

- una futura SE RTN a 380/150 kV da inserire in entra-esce alla linea RTN a 380 kV “Rotello 380 – S. Severo 380”;
- una futura SE RTN a 150 kV da inserire in entra-esce alla linea RTN a 150 kV “Serracapriola – San Severo”;
- due nuovi elettrodotti della RTN a 150 kV di collegamento tra le due future SE RTN dei precedenti alinea;
- un nuovo elettrodotto RTN a 150 kV tra la nuova SE RTN da inserire in entra-esce alla linea RTN a 150 kV “Apricena – S. Severo” e la futura SE RTN a 380/150 kV suddetta;
- il potenziamento/rifacimento dell'elettrodotto RTN 150 kV “Apricena – S. Severo”, nel tratto tra S. Severo e la nuova SE RTN.

I sottocampi di progetto saranno collegati alla RTN attraverso cavidotti interrati in media tensione a 36 kV, che si allacceranno direttamente sullo stallo a 36 kV assegnato da TERNA all'interno della suddetta SE ed avranno uno sviluppo lineare complessivo di 25 km circa. Il percorso dei cavidotti sarà in parte su strade non asfaltate esistenti o di nuova realizzazione, in parte su strade provinciali asfaltate ed in parte su terreni agricoli. La profondità di interramento sarà compresa tra 1,50 e 2,0 m.

## **Aerogeneratori**

Le turbine in progetto saranno montate su torri tubolari di altezza (base-mozzo) pari a 150 m, con rotori a 3 pale e aventi diametro massimo di 172 m.

La realizzazione delle fondazioni degli aerogeneratori deve essere preceduta da uno scavo di sbancamento per raggiungere le quote delle fondazioni definite in progetto, dal successivo compattamento del fondo dello scavo e dall'esecuzione degli eventuali rilevati da eseguire con materiale proveniente dagli scavi opportunamente vagliato ed esente da argilla.

I plinti di fondazione saranno circolari con diametro di 29 m e profondità di 3,00 m circa dal piano campagna, con 12 pali di fondazione del diametro di 1,2 m e lunghezza pari a 25,00 m.

Le fondazioni saranno progettate sulla base di puntuali indagini geotecniche per ciascuna torre, saranno realizzate in c.a., con la definizione di un'armatura in ferro che terrà conto di carichi e sollecitazioni in riferimento al sistema fondazione suolo ed al regime di vento misurato sul sito.

La progettazione strutturale esecutiva sarà riferita ai plinti di fondazione del complesso torre tubolare – aerogeneratore.

Partendo dalle puntuali indagini geologiche effettuate, essa verrà redatta secondo i dettami e le prescrizioni riportate nelle “D.M. 14 gennaio 2008 - Norme tecniche per le costruzioni”, che terminato il periodo transitorio è entrato definitivamente in vigore il 1° luglio 2009.

In linea con la filosofia di detto testo normativo, le procedure di calcolo e di verifica delle strutture, nonché le regole di progettazione che saranno seguite nella fase esecutiva, seguiranno i seguenti indirizzi:

- mantenimento del criterio prestazionale;



- coerenza con gli indirizzi normativi a livello comunitario, sempre nel rispetto delle esigenze di sicurezza del Paese e, in particolare, coerenza di formato con gli Eurocodici, norme europee EN ormai ampiamente diffuse;
- approfondimento degli aspetti connessi alla presenza delle azioni sismiche;
- approfondimento delle prescrizioni ed indicazioni relative ai rapporti delle opere con il terreno e, in generale, agli aspetti geotecnici;
- concetto di vita nominale di progetto;
- classificazione delle varie azioni agenti sulle costruzioni, con indicazione delle diverse combinazioni delle stesse nelle verifiche da eseguire.

Le indagini geologiche, effettuate puntualmente in corrispondenza dei punti in cui verrà realizzato il plinto di fondazione, permetteranno di definire:

- la successione stratigrafica con prelievo di campioni fino a 30 m di profondità;
- la natura degli strati rocciosi (compatti o fratturati);
- la presenza di eventuali “vuoti” colmi di materiale incoerente.

In definitiva, sulla base della tipologia di terreno e dell’esperienza di fondazioni simili, ci si aspetta di avere fondazioni di tipo diretto con le seguenti caratteristiche:

*Fondazioni dirette:*

- Ingombro in pianta: circolare
- Forma: tronco conica
- Diametro massimo 29 m
- Altezza massima 2,8 m circa
- Interrate, ad una profondità misurata in corrispondenza della parte più alta del plinto di circa 0,5 m (solo la parte centrale della fondazione, in corrispondenza del concio di ancoraggio in acciaio, spogerà dal terreno per circa 5/10 cm)
- volume complessivo 1110,00 mc circa

*Pali di fondazione (n. 16 per plinto):*

- Ingombro in pianta: circolare a corona
- Forma: cilindrica
- Diametro pali 1200 mm
- Lunghezza pali 25,00 m

**Piazzole di montaggio**

In corrispondenza di ciascun aerogeneratore sarà realizzata una piazzola di montaggio. Attorno alla piazzola saranno allestite sia le aree per lo stoccaggio temporaneo degli elementi della torre, sia le aree necessarie per il montaggio e sollevamento della gru tralicciata. Tale opera avrà la funzione di garantire l’appoggio alle macchine di sollevamento necessarie per il montaggio della macchina e di fornire lo spazio necessario al deposito temporaneo di tutti i pezzi costituenti l’aerogeneratore stesso.

Le caratteristiche realizzative della piazzola dovranno essere tali da consentire la planarità della superficie di appoggio ed il defluire delle acque meteoriche.

Al termine dei lavori di realizzazione del parco eolico si procederà alla rimozione delle piazzole, a meno della superficie in prossimità della torre, che sarà utilizzata per tutto il periodo di esercizio dell’impianto; le aree



saranno oggetto di ripristino mediante rimozione del materiale utilizzato e la ricostituzione dello strato di terreno vegetale rimosso.

### **Trincee e cavidotti**

Gli scavi a sezione ristretta necessari per la posa dei cavi (trincee) avranno ampiezza variabile in relazione al numero di terne di cavi che dovranno essere posate (fino ad un massimo di 80 cm e profondità di 2,0 m).

I cavidotti saranno segnalati in superficie da appositi cartelli, da cui si potrà evincere il loro percorso. Il percorso sarà ottimizzato in termini di impatto ambientale, intendendo con questo che i cavidotti saranno realizzati per quanto più possibile al lato di strade esistenti ovvero delle piste di nuova realizzazione.

Dette linee in cavo a 36 kV permetteranno di convogliare tutta l'energia prodotta dagli aerogeneratori al futuro ampliamento della Stazione Elettrica di connessione e consegna da realizzarsi unitamente al Parco Eolico.

### **Cabina di Raccolta**

La Cabina di Raccolta a 36 kV sarà composta da:

- locale a 36 kV
- locale BT
- locale gruppo elettrogeno;
- locale per misure
- locale aerogeneratori;

La cabina sarà formata da un unico corpo, suddiviso in modo tale da contenere i quadri a 36 kV di raccolta, gli apparati di teleoperazione, le batterie, i quadri B.T. in c.c. e c.a. per l'alimentazione dei servizi ausiliari e i contatori di produzione.

La costruzione potrà essere o di tipo tradizionale con struttura in c.a. e tamponature in muratura di laterizio rivestite con intonaco di tipo civile oppure di tipo prefabbricato (struttura portante costituita da pilastri prefabbricati in c.a.v., pannelli di tamponamento prefabbricati in c.a., finitura esterna con intonaci al quarzo). La copertura a tetto piano, sarà opportunamente coibentata ed impermeabilizzata.

Gli infissi saranno realizzati in alluminio anodizzato naturale.

Una piccola parte del fabbricato con accesso da strada sarà adibito a locale misure. All'interno saranno posizionati i contatori per contabilizzare tutta l'energia prodotta e l'energia consumata dai servizi ausiliari.

La sezione a 36 kV include il montante, in uscita dal quadro elettrico a 36 kV sarà composto da scomparti per arrivi linea, per partenza verso vettoriamento verso la RTN, per protezione linea servizi ausiliari, per protezione del TV di sbarra;

All'interno della cabina di raccolta saranno alloggiati i sistemi ausiliari di centrale. Il sistema di distribuzione sarà così composto:

- Raddrizzatore/Caricabatteria;
- Batteria ermetica di accumulatori al piombo;
- Quadro BT servizi ausiliari.

Il raddrizzatore/caricabatteria svolge la duplice funzione di fornire l'alimentazione stabilizzata alle utenze a 110 Vcc e contemporaneamente di ricaricare la batteria.





## Sistema di Accumulo Electrochimico di Energia

La tecnologia più promettente, per le applicazioni di accumulo distribuito di taglia medio-grande, è quella delle batterie agli ioni di litio che presenta una vita attesa molto lunga (fino a 5000 cicli di carica/ scarica a DOD 80%), un rendimento energetico significativamente alto (generalmente superiore al 90%) con elevata energia specifica. Esse sono adatte ad applicazioni di potenza, sia tradizionali, sia quelle a supporto del sistema elettrico. Le caratteristiche delle batterie litio-ioni in termini di prestazioni relative alla potenza specifica, energia specifica, efficienza e durata, rendono queste tecnologie di accumulo particolarmente interessanti per le applicazioni “in potenza” e per il settore dell’automotive.

Nel caso specifico saranno utilizzati accumulatori a ioni di litio (LFP: litio-ferro-fosfatato) che permettono di ottenere elevate potenze specifiche in rapporto alla capacità nominale.

Le batterie sono alloggiare all’interno di container e sono raggruppate in stringhe. Le stringhe vengono messe in parallelo e associate a ciascun PCS attraverso un Box di parallelo che consente l’interfaccia con il PCS.

Le batterie sono di tipo ermetico e sono in grado di resistere, ad involucro integro, a sollecitazioni termiche elevate ed alla fiamma diretta. Esse non costituiscono aggravio al carico di incendio.

Di seguito si riportano i dati della singola cella:



Battery Pack		
General		
Model	LUNA2000-2.0MWH-1H0	LUNA2000-2.0MWH-2H1
Cell Material	LFP	LFP
Pack Configuration	16S 1P	18S 1P
Rated Voltage	51.2 V	57.6 V
Nominal Capacity	320 Ah / 16.38 kWh	280 Ah / 16.13 kWh
Supported Charge & Discharge Rate	≤ 1 C	≤ 0.5 C
Weight	≤ 140 kg	≤ 140 kg
Dimensions (W x H x D)	442 x 307 x 660 mm	442 x 307 x 660 mm

Le celle sono collegate in serie (16 oppure 18) per raggiungere la tensione massima in corrente continua al PCS (inverter bidirezionali CC/CA) e parallelati per raggiungere la potenza e la capacità di progetto (2 MWh per Container).

L’impianto di accumulo sarà costituito da 48 Container Batteria ognuno di capacità pari a 2 MWh, disposti ed assemblati per dare una potenza complessiva pari a 24 MW. Nel particolare, si formeranno due piazzole, ciascuna composta da due trasformatori da 6,8 MVA e 12 PCS formati ognuno da 5 inverter da 200 kW di potenza da 1 MW dove saranno collegati 24 container accumulo distribuiti sui 12 PCS.

Nell’area dell’accumulo, a cui corrisponde un’occupazione di suolo pari a circa 4.000 mq localizzata vicino all’aerogeneratore Apr6, si prevede la realizzazione di opere di mitigazione/compensazione quali, ad esempio, la realizzazione di schermature arboree o arbustive e la piantumazione di specie autoctone.

## Strade e piste di cantiere

La viabilità esistente, nell’area di intervento, sarà integrata con la realizzazione di piste necessarie al raggiungimento dei singoli aerogeneratori, sia nella fase di cantiere che in quella di esercizio dell’impianto.

Le strade di servizio (piste) di nuova realizzazione, necessarie per raggiungere le torri con i mezzi di cantiere, avranno ampiezza di 5 m circa e raggio interno di curvatura variabile e di almeno 45 m. Lo sviluppo delle strade di nuova realizzazione, all’interno dell’area di intervento, determinerà un’occupazione territoriale di 9.600,00 mq circa. Per quanto l’uso di suolo agricolo è comunque limitato, allo scopo di minimizzarlo ulteriormente per raggiungere le torri saranno utilizzate, per quanto possibile, le strade già esistenti, come peraltro si evince dagli elaborati grafici di progetto. Nei tratti in cui sarà necessario, tali strade esistenti saranno



oggetto di interventi di adeguamento del fondo stradale e di pulizia da pietrame ed arbusti eventualmente presenti, allo scopo di renderle completamente utilizzabili.

Le piste non saranno asfaltate e saranno realizzate con inerti compattati, parzialmente permeabili di diversa granulometria. Una parte del materiale rinveniente dagli scavi delle fondazioni verrà riutilizzato per realizzare o adeguare tale viabilità.

### **Stazione elettrica a 150/36 kV**

La soluzione di connessione individuata da TERNA prevede la realizzazione di una nuova Stazione Elettrica 150/36 kV da inserire in entra-esce alla linea a 150 kV "Apricena – S. Severo".

La progettazione di detta stazione è in corso nell'ambito di uno specifico tavolo tecnico indetto da TERNA con capofila una diversa società, proponente di un altro impianto per la produzione di energia da fonte rinnovabile. Ad oggi è stata definita una proposta progettuale nel territorio comunale di Apricena (FG), che si evidenzia in Figura, ovvero è riportata negli elaborati del progetto definitivo.



*Futura Stazione Elettrica a 150/36 kV in agro di Apricena (FG)*

La superficie totale occupata dalla SE 150/36 kV sarà pari a circa 3 ha. L'area non è interessata dalla presenza di corsi d'acqua ed è caratterizzata da una morfologia pianeggiante.

Tutti gli impianti in bassa, media ed alta tensione saranno realizzati secondo le prescrizioni delle norme CEI applicabili, con particolare riferimento alla scelta dei componenti della disposizione circuitale, degli schemi elettrici, della sicurezza di esercizio.

Le modalità di connessione saranno conformi alle disposizioni tecniche emanate dall'autorità per l'energia elettrica e il gas (delibera ARG/elt 99/08 del 23 luglio 2008 – Testo integrato delle condizioni tecniche ed economiche per la connessione alle reti elettriche con obbligo di connessione di terzi degli impianti di produzione di energia elettrica - TICA), e in completo accordo con le disposizioni tecniche definite nell'Allegato A (CEI 0-16) della delibera ARG/elt 33/08).

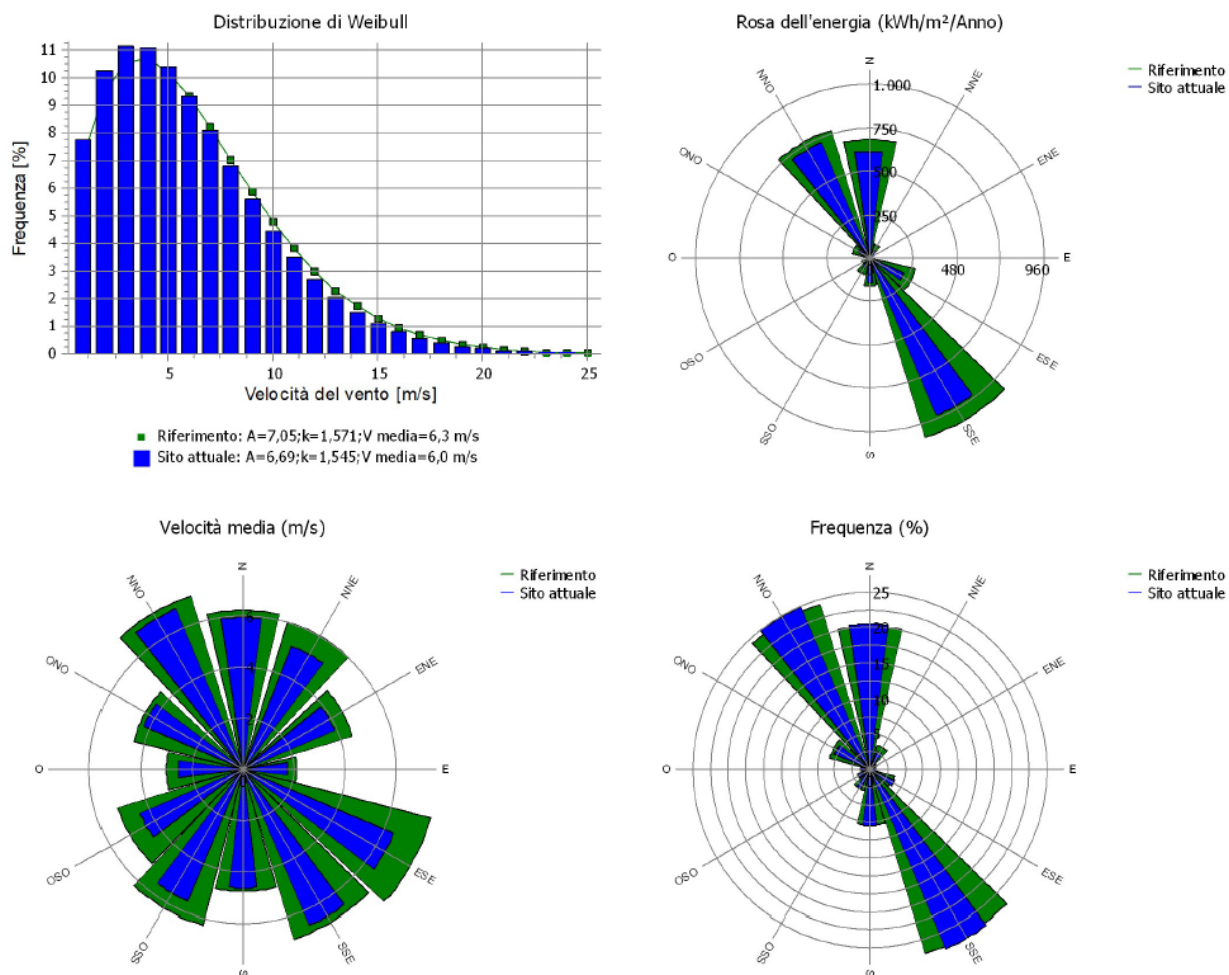


## 2 MODELLIZZAZIONE E STIMA DEL VENTO

La stima preliminare della risorsa eolica al sito è estrapolata da un Anemometro Virtuale scalato ad una località ritenuta rappresentativa dell'Area di interesse. Le statistiche dell'Anemometro Virtuale sono ottenute utilizzando le fonti disponibili in un intorno considerato rappresentativo dell'Area di interesse, come i dati di vento misurati e i dati di mesoscala.

Occorre comunque evidenziare che l'Anemometro Virtuale non sostituisce una torre di misura tradizionale al sito e quindi qualsiasi valutazione sulla produzione di energia implica necessariamente un elevato grado di incertezza. Per questo i risultati devono intendersi come una sola stima preliminare.

Il regime di vento di lungo termine atteso al sito è stato valutato usando un nodo di rianalisi di lungo periodo, ovvero ampiamente superiore a 1 anno di osservazione, e attraverso correlazioni mensili. Le figure sottostanti riproducono le rose dei venti in termini di frequenza, potenza e velocità e la distribuzione del vento per l'Anemometro Virtuale creato in sito (UTM (nord)-WGS84 Zone: 33 Est: 539.995 Nord: 4.623.019) per l'altezza richiesta pari a 150 m.



Distribuzione del vento e venti prevalenti (UTM nord-WGS84 Zone: 33 Est: 539.995 Nord: 4.623.019)



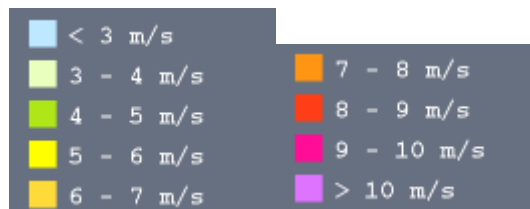
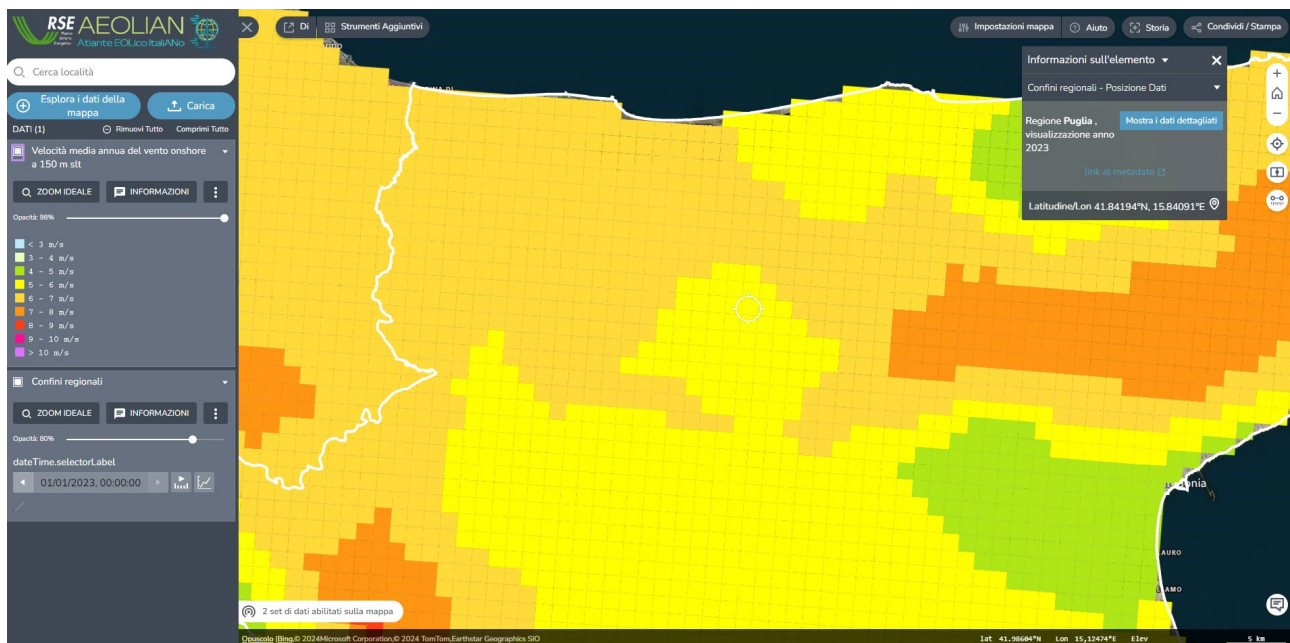
### 3 ANALISI DEI DATI METEOROLOGICI COMPARATIVI: ATLANTE EOLICO

In una accurata analisi meteorologica è necessario correlare i dati puntuali misurati in campo con dati spaziali simulati dai modelli matematici, tra i più conosciuti ed utilizzati è l'Atlante Eolico Italiano AEOLIAN di RSE disponibile sul sito <https://atlanteeolico.rse-web.it/>.

Di seguito, si riportano una prima figura rappresentativa della velocità media annua del vento onshore a 150 m s.l.t. e una seconda con indicazione della producibilità specifica annua a 100m s.l.t..

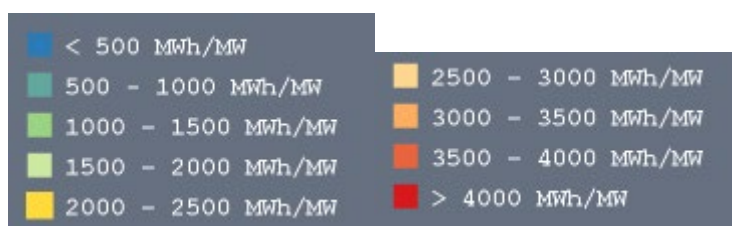
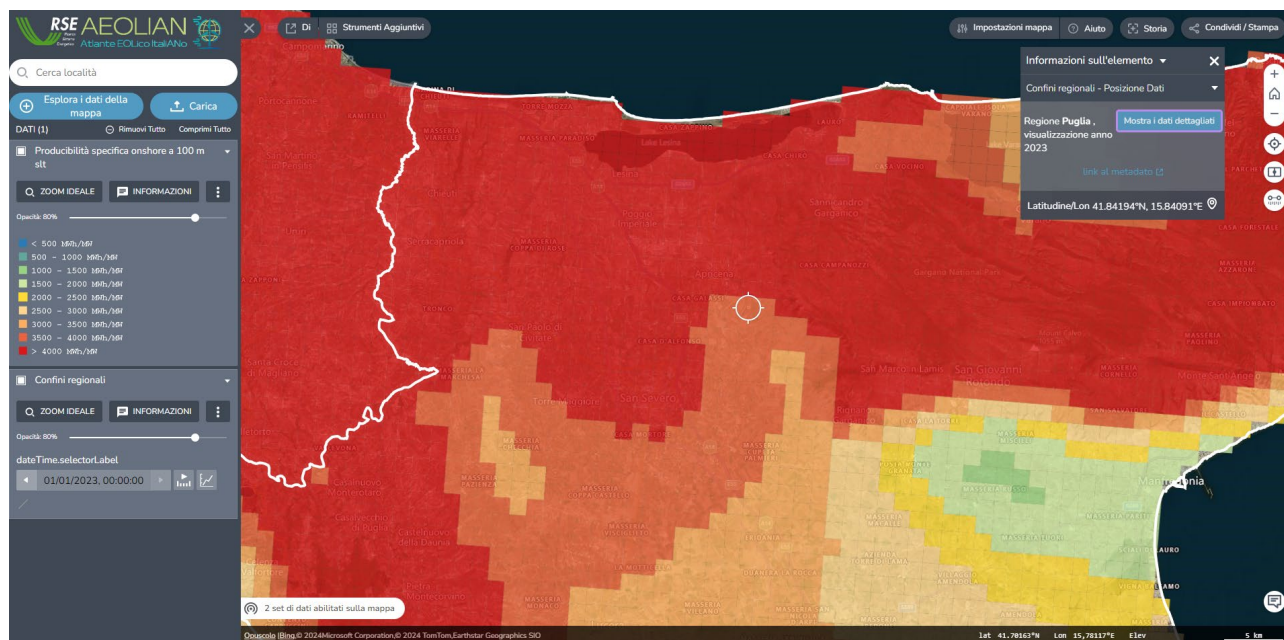
Si specifica che è stato scelto come rappresentazione delle velocità media quella a livello 150m, in quanto più rappresentativo del vento all'altezza del mozzo del rotore della turbina eolica individuata, ovvero la piattaforma Vestas EnVentus V172-7.2 con altezza all'hub pari a 150 m e diametro del rotore pari a 172 m. In Figura, si può osservare una certa omogeneità della carta nell'area di progetto, che riporta una ventosità tra 7 e 8 m/s.

Con riferimento alla Figura successiva si evidenzia, invece, un **valore di producibilità specifico annuo a 100m s.l.t. decisamente superiore a 2.250 MWh/MW**.



Atlante eolico AEOLIAN: Velocità del vento misurata a 150 m s.l.t.





*Atlante eolico AEOLIAN: Producibilità specifica onshore a 100 m s.l.t.*



#### 4 VALUTAZIONE PRELIMINARE DELLA PRODUZIONE ATTESA

Di seguito sono riportati i risultati ottenuti dalla valutazione preliminare della produzione attesa dell'impianto, stimata con la configurazione richiesta, usando la distribuzione di frequenza di lungo periodo ottenuta all'altezza mozzo proposta.

Le produzioni tengono conto delle perdite per effetto della scia che si genera internamente tra gli aerogeneratori dell'impianto, nonché delle perdite dovute alla densità dell'aria alla quota del sito.

In particolare, le tabelle riportano le seguenti informazioni:

**Site ID:** numero identificativo dell'aerogeneratore nelle tavole

**Site X [m]:** longitudine E in coordinate UTM-WGS84, Fuso 33

**Site Y [m]:** latitudine N in coordinate UTM-WGS84, Fuso 33

**Elev. [m]:** quota sul livello del mare in m

**HH [m]:** altezza del mozzo in m

**V [m/s]:** velocità media del vento stimata dal modello all'altezza del mozzo

**Gross [GWh]:** produzione lorda attesa

**Net [GWh]:** produzione attesa al netto delle perdite per effetto scia

**Loss [%]:** perdita percentuale di produzione per effetto scia

**Net Hours [h]:** produzione specifica attesa al netto delle perdite per scia (ore/anno)

*Produzione attesa Vestas V172-7.2 MW*

ID	WTG	X [m]	Y [m]	Elev. [m]	HH [m]	V [m/s]	Gross [MWh]	Net [MWh]	Loss [%]	
1	APR01	760.956,73	4.483.572,17	28,10	150,00	6,09	16.573,53	16.169,30	2,50	
2	APR02	761.742,87	4.483.422,39	38,40	150,00	6,00	17.880,74	17.176,50	4,10	
3	APR04	762.450,81	4.482.747,79	37,40	150,00	6,02	18.261,71	17.833,70	2,40	
4	APR03	761.283,57	4.482.495,12	31,40	150,00	6,17	18.155,71	17.340,70	4,70	
5	APR05	763.469,31	4.481.581,99	34,20	150,00	6,16	18.804,92	17.673,80	6,40	
6	APR07	705.105,57	4.470.195,08	30,70	150,00	6,19	18.483,89	17.470,60	5,80	
7	APR06	762.251,86	4.480.830,70	35,42	150,00	6,03	18.667,29	17.983,90	3,80	
8	APR08	762.502,82	4.479.609,15	29,90	150,00	6,13	18.059,29	17.792,40	1,50	
9	APR09	763.439,17	4.478.577,23	31,40	150,00	6,15	17.983,43	17.392,10	3,40	
						<b>Media</b>	<b>6,1</b>	<b>18.096,7</b>	<b>17.425,9</b>	<b>3,8</b>
								<b>Totale</b>	<b>156.833,00</b>	

Alla producibilità netta sopra riportata e pari a **157.000 MWh/anno**, corrisponde un valore di ore equivalenti annuo pari a **2.420 h/y**. Si evidenzia che questa produzione di energia tiene conto delle solo perdite dovute agli effetti scia, mentre non sono incluse altre tipologie di perdite.

Si allegano di seguito i report delle elaborazioni effettuate relativamente ai dati meteo dell'intorno considerato e alla producibilità attesa.



## PARK - Risultato principale

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: 0,3°

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: FOGGIA ITALY V3 2014  
Temperatura di riferimento: 15,5 °C a 101,0 m  
Pressione di riferimento: 1013,3 hPa a 0,0 m  
Densità dell'aria al Centro Sito, all'altezza di riferimento: 42,5 m + 150,0 m = 1,198 kg/m³ -> 97,8 % dello standard  
Umidità relativa: 0,0 %

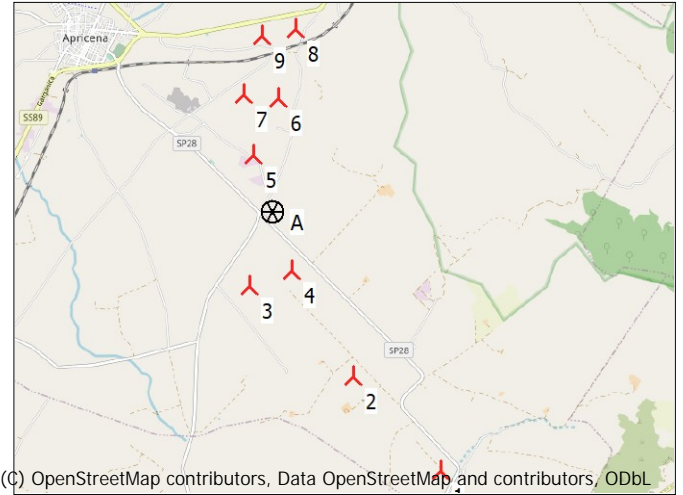
Parametri del modello di scia  
Costante di decadimento scia 0,090 Default DTU onshore  
Hub height independent

Altezze di dislocamento da Calcolato

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 WON039\_gwa3\_gwc\_customarea.lib

Versione WAsP WAsP 12 Version 12.09.0010



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

Scala 1:125.000

▲ Nuova WTG

⊗ Dati di Sito

### Risultati di riferimento a 150,0 m sopra il terreno

Terreno UTM (north)-WGS84 Zona: 33

Easting	Northing	Nome	Oggetto	Dati di	Tipo
A	539.995	4.623.019	Site data:	WAsP (6)	WAsP (WAsP 12 Version 12.09.0010)

Energia del vento Velocità media Rugosità equivalente

[kWh/m²]	[m/s]	
2.931	6,0	1,7

### Produzione annuale stimata del parco eolico

Combinazione di WTG	Risultato PARK [MWh/anno]	Lordo (senza perdite) [MWh/anno]	Risultati <sup>a)</sup>				Ore equivalenti [Ore/anno]	Velocità media al mozzo [m/s]
			Perdite di scia [%]	Fattore di capacità [%]	Media per WTG [MWh/anno]	Velocità media al mozzo [m/s]		
Parco eolico	156.833,0	163.160,5	3,9	27,6	17.425,9	2.420	6,0	

<sup>a)</sup> Basati su perdite in scia e decurtazioni.

### Energia annuale calcolata per ciascuna delle 9 nuove WTG, per un totale di 64,8 MW nominali installati

Statistica	Tipo di WTG		Tipo generatore	Potenza nominale [kW]	Diametro rotore [m]	Altezza mozzo [m]	Altezza di dislocamento [m]	Curva di potenza da	Nome	Produzione annuale		
	Valida	Produttore								Risultato [MWh/anno]	Perdite di scia [%]	Velocità del vento imperturbato [m/s]
1 A	Si	VESTAS	V172-7.2-7.200	7.200	172,0	150,0	Settoriale	EMD	Level 0 & OS - Calculated - PO7200 - 07-2022	16.169,3	2,5	5,70
2 A	Si	VESTAS	V172-7.2-7.200	7.200	172,0	150,0	Settoriale	EMD	Level 0 & OS - Calculated - PO7200 - 07-2022	17.176,5	4,1	5,94
3 A	Si	VESTAS	V172-7.2-7.200	7.200	172,0	150,0	Settoriale	EMD	Level 0 & OS - Calculated - PO7200 - 07-2022	17.833,7	2,4	6,02
4 A	Si	VESTAS	V172-7.2-7.200	7.200	172,0	150,0	Settoriale	EMD	Level 0 & OS - Calculated - PO7200 - 07-2022	17.340,7	4,7	6,00
5 A	Si	VESTAS	V172-7.2-7.200	7.200	172,0	150,0	Settoriale	EMD	Level 0 & OS - Calculated - PO7200 - 07-2022	17.673,8	6,4	6,14
6 A	Si	VESTAS	V172-7.2-7.200	7.200	172,0	150,0	Settoriale	EMD	Level 0 & OS - Calculated - PO7200 - 07-2022	17.470,6	5,8	6,07
7 A	Si	VESTAS	V172-7.2-7.200	7.200	172,0	150,0	Settoriale	EMD	Level 0 & OS - Calculated - PO7200 - 07-2022	17.983,9	3,8	6,10
8 A	Si	VESTAS	V172-7.2-7.200	7.200	172,0	150,0	Settoriale	EMD	Level 0 & OS - Calculated - PO7200 - 07-2022	17.792,4	1,5	5,98
9 A	Si	VESTAS	V172-7.2-7.200	7.200	172,0	150,0	Settoriale	EMD	Level 0 & OS - Calculated - PO7200 - 07-2022	17.392,1	3,4	5,97

I risultati di produzione annuale includono le perdite indicate. Per la produzione annua netta vedere la relazione su Perdite & Incertezze.

### Posizione delle WTG

UTM (north)-WGS84 Zona: 33

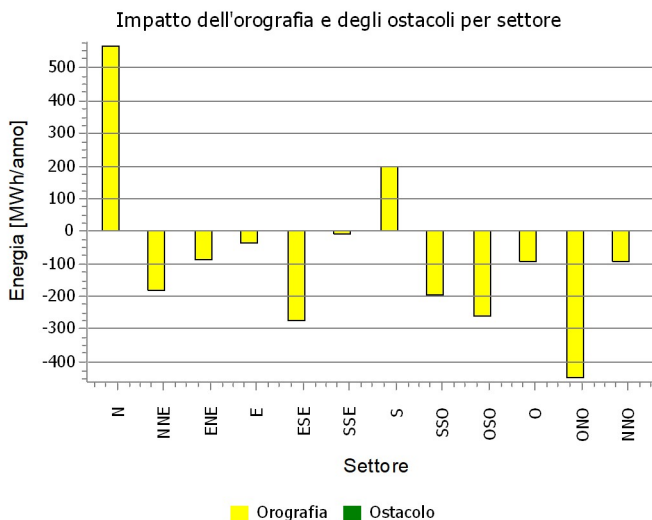
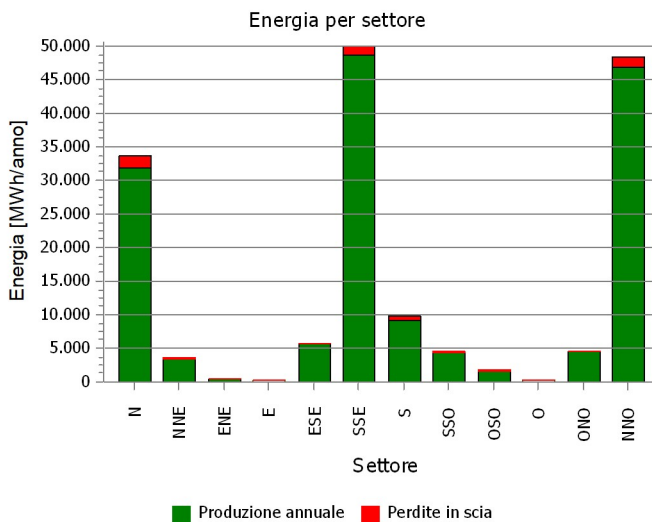
Easting	Northing	Z	Dati/Descrizione
---------	----------	---	------------------

1 Nuova	542.801	4.618.765	35,9	VESTAS V172-7.2 7200 172.0	!O! hub: 150,0 m (TOT: 236,0 m) (1)
2 Nuova	541.343	4.620.311	32,3	VESTAS V172-7.2 7200 172.0	!O! hub: 150,0 m (TOT: 236,0 m) (2)
3 Nuova	539.619	4.621.794	39,5	VESTAS V172-7.2 7200 172.0	!O! hub: 150,0 m (TOT: 236,0 m) (3)
4 Nuova	540.307	4.622.055	42,5	VESTAS V172-7.2 7200 172.0	!O! hub: 150,0 m (TOT: 236,0 m) (4)
5 Nuova	539.675	4.623.950	75,5	VESTAS V172-7.2 7200 172.0	!O! hub: 150,0 m (TOT: 236,0 m) (5)
6 Nuova	540.077	4.624.903	82,0	VESTAS V172-7.2 7200 172.0	!O! hub: 150,0 m (TOT: 236,0 m) (6)
7 Nuova	539.506	4.624.946	77,6	VESTAS V172-7.2 7200 172.0	!O! hub: 150,0 m (TOT: 236,0 m) (7)
8 Nuova	540.342	4.626.029	96,0	VESTAS V172-7.2 7200 172.0	!O! hub: 150,0 m (TOT: 236,0 m) (8)
9 Nuova	539.809	4.625.911	83,1	VESTAS V172-7.2 7200 172.0	!O! hub: 150,0 m (TOT: 236,0 m) (9)

## PARK - Analisi della produzione

WTG: Tutte le WTG nuove, densità dell'aria variabile con la posizione della WTG: 1,192 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]	33.118,3	3.770,7	611,7	198,2	6.051,3	50.046,6	9.466,9	4.692,2	2.009,4	413,9	5.079,5	48.604,8	164.063,4
+ Incremento dovuto all'orografia	[MWh]	567,8	-179,3	-85,8	-34,1	-276,5	-7,2	200,1	-193,8	-259,6	-93,4	-448,5	-92,8	-903,0
- Perdite dovute alle scie	[MWh]	1.939,0	178,1	20,2	10,7	41,6	1.443,4	655,8	174,0	60,6	26,5	53,9	1.723,6	6.327,5
Energia risultante	[MWh]	31.747,1	3.413,2	505,6	153,4	5.733,3	48.596,0	9.011,1	4.324,4	1.689,3	294,0	4.577,1	46.788,4	156.833,0
Energia specifica	[kWh/m <sup>2</sup> ]													750
Energia specifica	[kWh/kW]													2.420
Incremento dovuto all'orografia	[%]	1,7	-4,8	-14,0	-17,2	-4,6	0,0	2,1	-4,1	-12,9	-22,6	-8,8	-0,2	-0,55
Perdite dovute alle scie	[%]	5,8	5,0	3,8	6,5	0,7	2,9	6,8	3,9	3,5	8,3	1,2	3,6	3,88
Utilizzazione	[%]	23,9	32,3	28,5	24,3	13,9	25,0	25,1	27,0	27,1	33,0	29,1	32,5	26,1
Tempo di operatività	[Ore/anno]	1.549	212	52	59	280	1.995	643	227	136	103	402	1.835	7.495
Ore equivalenti	[Ore/anno]	490	53	8	2	88	750	139	67	26	5	71	722	2.420





## PARK - Analisi della curva di potenza

WTG: 1 - VESTAS V172-7.2 7200 172.0 !OI!, Altezza mozzo: 150,0 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 !OI! 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

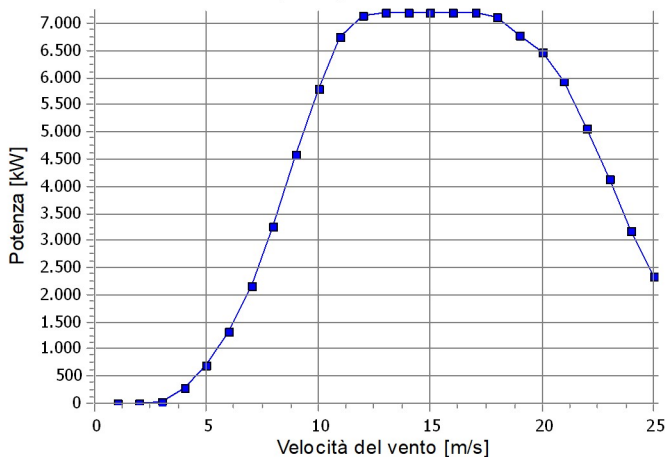
## Potenza, efficienza ed energia vs. velocità del vento

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	27,6	0,07	2,50- 3,50	59,6	59,6	0,4
4,0	278,5	0,31	3,50- 4,50	280,3	339,9	2,1
5,0	697,5	0,40	4,50- 5,50	649,1	989,0	6,1
6,0	1.309,3	0,44	5,50- 6,50	1.091,9	2.080,9	12,9
7,0	2.154,3	0,45	6,50- 7,50	1.549,3	3.630,2	22,5
8,0	3.251,9	0,46	7,50- 8,50	1.939,1	5.569,3	34,4
9,0	4.581,9	0,45	8,50- 9,50	2.154,6	7.723,9	47,8
10,0	5.791,9	0,42	9,50-10,50	2.108,8	9.832,7	60,8
11,0	6.750,8	0,36	10,50-11,50	1.823,0	11.655,7	72,1
12,0	7.134,3	0,30	11,50-12,50	1.408,0	13.063,7	80,8
13,0	7.198,2	0,24	12,50-13,50	1.005,5	14.069,2	87,0
14,0	7.200,0	0,19	13,50-14,50	695,7	14.765,0	91,3
15,0	7.200,0	0,15	14,50-15,50	475,1	15.240,0	94,3
16,0	7.200,0	0,13	15,50-16,50	322,4	15.562,5	96,2
17,0	7.200,0	0,11	16,50-17,50	218,4	15.780,9	97,6
18,0	7.124,0	0,09	17,50-18,50	146,1	15.927,0	98,5
19,0	6.789,0	0,07	18,50-19,50	95,5	16.022,4	99,1
20,0	6.472,0	0,06	19,50-20,50	61,9	16.084,3	99,5
21,0	5.946,0	0,05	20,50-21,50	39,0	16.123,3	99,7
22,0	5.069,0	0,03	21,50-22,50	23,2	16.146,6	99,9
23,0	4.121,0	0,02	22,50-23,50	13,1	16.159,7	99,9
24,0	3.169,0	0,02	23,50-24,50	7,1	16.166,8	100,0
25,0	2.328,0	0,01	24,50-25,50	2,5	16.169,3	100,0

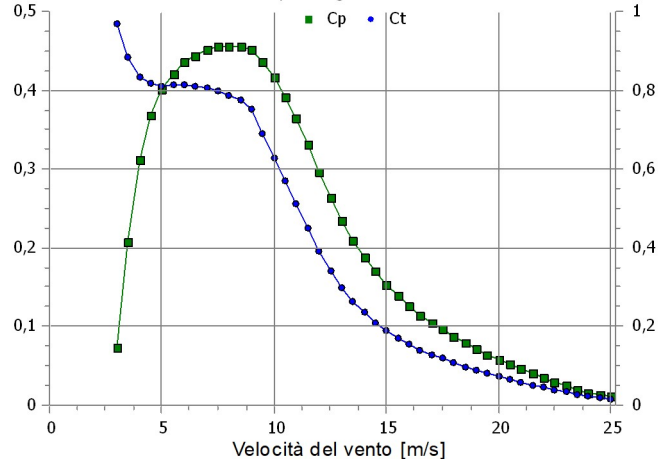
Curva di potenza

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:

WON039\_PARK\_v1

Utente autorizzato:

Iron solar s.r.l.

via Lanzone, 31

IT-20122 Milano

+393487125089

Fabio Paccapelo / francesca.saccarola@hopegroup.it

Redatto il:

18/03/2024 14:31/3.6.377

## PARK - Terreno

Dati di Sito: A - Site data: WAsP (6)

Ostacoli:

0 ostacoli usati

Rugosità:

Il calcolo usa i seguenti files .map:

C:\Users\fpacc\Nelke Srl\Ufficio tecnico - Documenti\Progetti\WON039\_Apricena\1\_Supporto\windpro\Produbilità\ROUGHNESSLINE\_WON039\_0.wpo

Min X: 516.047, Max X: 566.067, Min Y: 4.597.626, Max Y: 4.648.248, Ampiezza: 50.021 m, Altezza: 50.622 m

Orografia:

Il calcolo usa i seguenti files .map:

C:\Users\fpacc\Nelke Srl\Ufficio tecnico - Documenti\Progetti\WON039\_Apricena\1\_Supporto\windpro\Produbilità\WON039\_PARK\_v1\_EMDGrid\_0.wpg

Min X: 519.362, Max X: 562.738, Min Y: 4.598.716, Max Y: 4.642.092, Ampiezza: 43.376 m, Altezza: 43.376 m

Progetto:

WON039\_PARK\_v1

Utente autorizzato:

Iron solar s.r.l.

via Lanzone, 31

IT-20122 Milano

+393487125089

Fabio Paccapelo / francesca.saccarola@hopegroup.it

Redatto il:

18/03/2024 14:31/3.6.377

## PARK - Analisi dei Dati di vento

Dati di vento: A - Site data: WASP (6); Altezza mozzo: 50,0

Coordinate del sito

UTM (north)-WGS84 Zone: 33

Est: 539.995 Nord: 4.623.019

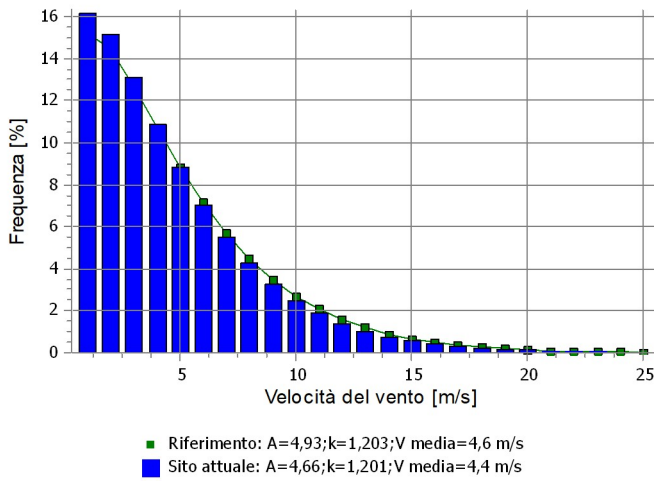
Statistica del Vento

WON039\_gwa3\_gwc\_customarea.lib

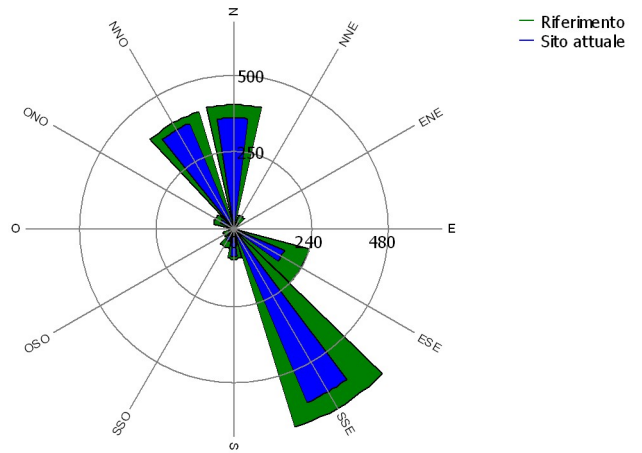
### Parametri Weibull

Settore	Sito attuale				Riferimento: classe di Rugosità 1			
	Parametro A	Velocità del vento [m/s]	Parametro k	Frequenza [%]	Parametro A	Parametro k	Frequenza [%]	
0 N	4,61	4,35	1,186	20,3	4,78	1,178	20,1	
1 NNE	4,03	3,70	1,334	2,7	4,77	1,396	3,5	
2 ENE	2,40	2,51	0,916	0,6	3,11	0,943	1,0	
3 E	0,91	1,24	0,650	0,8	1,08	0,643	0,8	
4 ESE	6,34	6,07	1,127	3,7	8,15	1,271	3,5	
5 SSE	5,44	5,01	1,318	27,4	5,65	1,318	26,9	
6 S	3,19	3,22	0,975	8,0	3,24	0,959	7,8	
7 SSO	4,13	3,95	1,131	2,9	4,91	1,193	3,1	
8 OSO	3,29	3,28	1,006	1,8	3,91	0,994	1,9	
9 O	0,98	1,29	0,678	1,3	1,24	0,686	1,1	
10 ONO	2,84	2,92	0,943	5,3	3,07	0,936	5,9	
11 NNO	5,18	4,67	1,498	25,1	5,39	1,514	24,2	
Tutti	4,66	4,38	1,201	100,0	4,93	1,203	100,0	

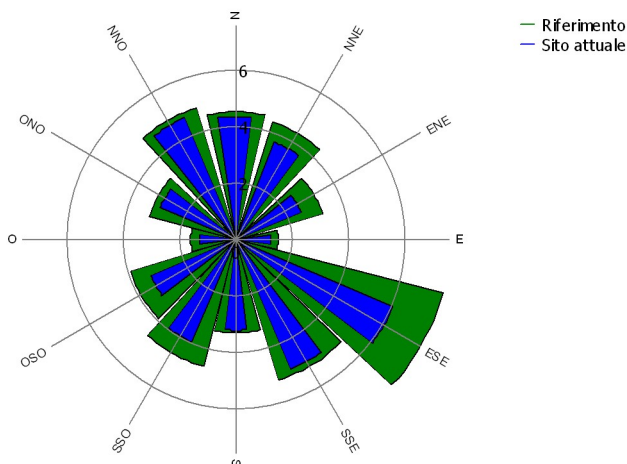
Distribuzione di Weibull



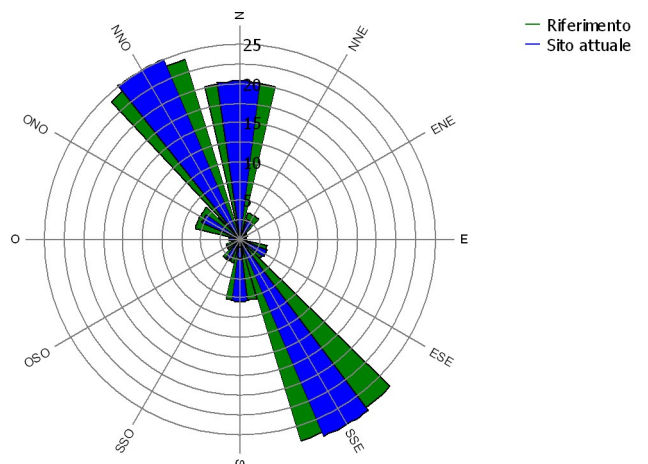
Rosa dell'energia (kWh/m<sup>2</sup>/Anno)



Velocità media (m/s)



Frequenza (%)



Progetto:

WON039\_PARK\_v1

Utente autorizzato:

Iron solar s.r.l.

via Lanzone, 31

IT-20122 Milano

+393487125089

Fabio Paccapelo / francesca.saccarola@hopegroup.it

Redatto il:

18/03/2024 14:31/3.6.377

### PARK - Analisi dei Dati di vento

Dati di vento: A - Site data: WAsP (6); Altezza mozzo: 150,0

Coordinate del sito

UTM (north)-WGS84 Zone: 33

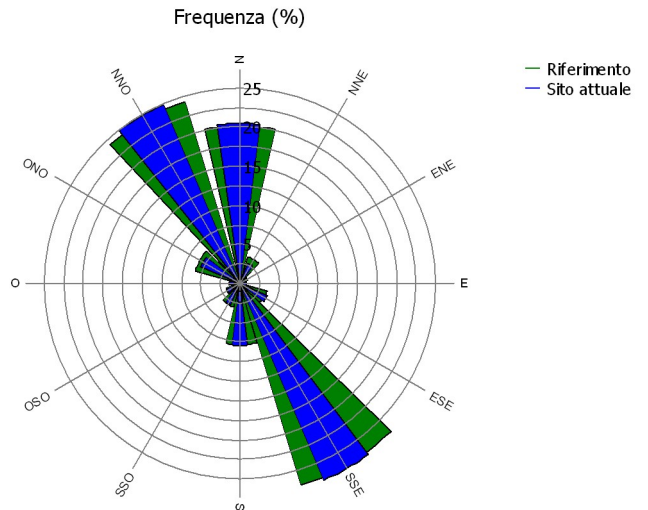
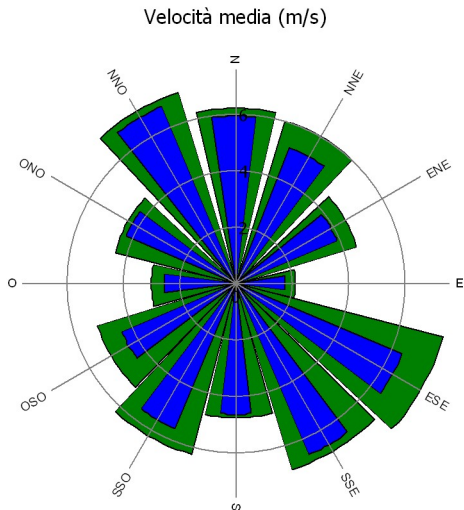
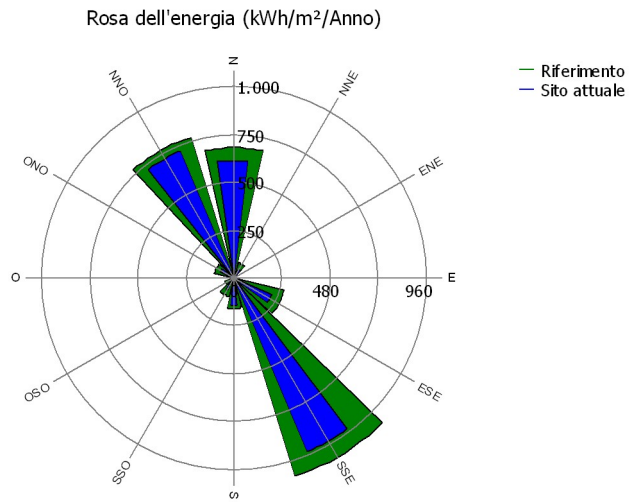
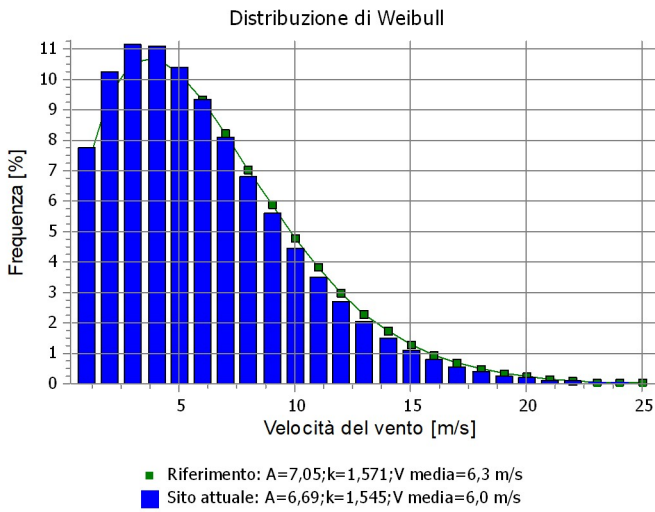
Est: 539.995 Nord: 4.623.019

Statistica del Vento

WON039\_gwa3\_gwc\_customarea.lib

### Parametri Weibull

Settore	Sito attuale				Riferimento: classe di Rugosità 1			
	Parametro A	Velocità del vento [m/s]	Parametro k	Frequenza [%]	Parametro A	Parametro k	Frequenza [%]	
0 N	6,60	5,96	1,502	20,4	6,90	1,514	20,1	
1 NNE	5,83	5,20	1,705	2,7	6,79	1,900	3,5	
2 ENE	4,18	3,91	1,229	0,6	4,80	1,217	1,0	
3 E	1,45	1,73	0,744	0,8	1,82	0,764	0,8	
4 ESE	6,58	6,45	1,053	3,8	7,94	1,131	3,5	
5 SSE	7,40	6,62	1,658	27,3	7,72	1,678	26,9	
6 S	5,03	4,65	1,291	7,9	5,17	1,283	7,8	
7 SSO	6,22	5,59	1,545	3,0	6,96	1,568	3,1	
8 OSO	4,76	4,42	1,271	1,8	5,54	1,275	1,9	
9 O	2,73	2,55	1,225	1,4	3,23	1,240	1,1	
10 ONO	4,59	4,26	1,268	5,4	4,74	1,225	5,9	
11 NNO	7,70	6,82	2,213	24,8	7,99	2,271	24,2	
Tutti	6,69	6,02	1,545	100,0	7,05	1,571	100,0	



## PARK - Curva di potenza del parco

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	1.110	925	823	937	976	902	1.064	961	832	933	976	902	1.064	960
4,5	4.198	3.799	3.591	3.820	3.883	3.675	4.098	3.877	3.601	3.818	3.883	3.676	4.098	3.875
5,5	8.755	8.057	7.699	8.097	8.206	7.849	8.578	8.190	7.713	8.095	8.206	7.849	8.578	8.185
6,5	15.260	14.118	13.533	14.188	14.367	13.783	14.969	14.332	13.555	14.182	14.368	13.784	14.969	14.328
7,5	23.966	22.274	21.403	22.377	22.642	21.778	23.536	22.594	21.438	22.366	22.643	21.780	23.537	22.586
8,5	34.992	32.680	31.488	32.817	33.175	31.988	34.407	33.119	31.529	32.807	33.176	31.990	34.406	33.110
9,5	46.774	44.495	43.276	44.566	44.912	43.640	46.225	44.970	43.257	44.575	44.912	43.641	46.226	44.971
10,5	56.794	55.135	54.245	55.180	55.413	54.440	56.397	55.486	54.228	55.189	55.413	54.440	56.397	55.488
11,5	63.066	62.375	61.982	62.339	62.409	61.890	62.919	62.550	61.931	62.351	62.408	61.887	62.918	62.563
12,5	64.637	64.545	64.493	64.539	64.542	64.455	64.618	64.570	64.482	64.540	64.541	64.453	64.618	64.573
13,5	64.800	64.798	64.797	64.798	64.797	64.795	64.800	64.799	64.796	64.798	64.797	64.794	64.800	64.800
14,5	64.800	64.800	64.800	64.800	64.800	64.800	64.800	64.800	64.800	64.800	64.800	64.800	64.800	64.800
15,5	64.800	64.800	64.800	64.800	64.800	64.800	64.800	64.800	64.800	64.800	64.800	64.800	64.800	64.800
16,5	64.800	64.800	64.800	64.800	64.800	64.800	64.800	64.800	64.800	64.800	64.800	64.800	64.800	64.800
17,5	64.775	64.779	64.782	64.779	64.778	64.779	64.776	64.779	64.781	64.779	64.778	64.779	64.776	64.779
18,5	62.631	62.760	62.827	62.754	62.736	62.808	62.663	62.734	62.827	62.754	62.736	62.808	62.663	62.734
19,5	59.670	59.776	59.832	59.772	59.756	59.816	59.696	59.755	59.832	59.772	59.756	59.816	59.696	59.755
20,5	56.358	56.479	56.543	56.474	56.457	56.525	56.388	56.455	56.543	56.474	56.457	56.525	56.388	56.455
21,5	49.842	50.036	50.137	50.027	50.000	50.108	49.889	49.996	50.137	50.027	50.000	50.108	49.889	49.996
22,5	41.373	41.548	41.640	41.541	41.516	41.614	41.416	41.513	41.640	41.541	41.516	41.614	41.416	41.513
23,5	32.724	32.859	32.929	32.853	32.834	32.909	32.757	32.831	32.929	32.853	32.834	32.909	32.757	32.831
24,5	24.462	24.555	24.604	24.551	24.538	24.590	24.485	24.536	24.604	24.551	24.538	24.590	24.485	24.536
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).

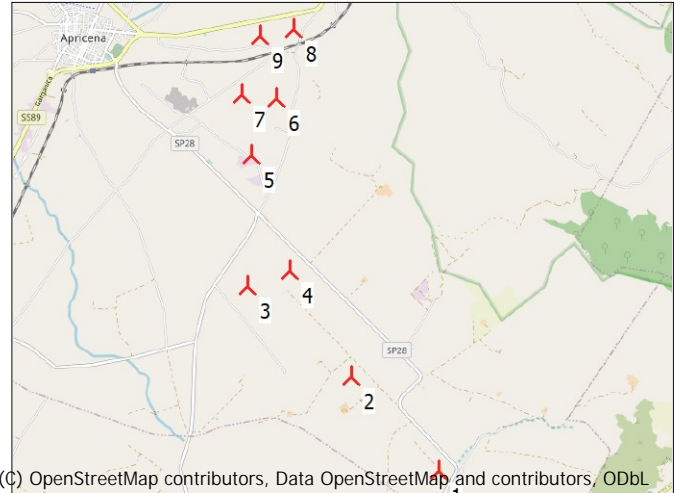
### Nota:

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

### Distanze tra le WTG

Z	WTG più vicina	Z	Distanza orizzontale	Distanza in Diametri Rotore	
[m]	[m]	[m]	[m]		
1	35,9	2	32,3	2.126	12,4
2	32,3	4	42,5	2.029	11,8
3	39,5	4	42,5	736	4,3
4	42,5	3	39,5	736	4,3
5	75,5	7	77,6	1.010	5,9
6	82,0	7	77,6	573	3,3
7	77,6	6	82,0	573	3,3
8	96,0	9	83,1	546	3,2
9	83,1	8	96,0	546	3,2
Min	32,3		32,3	546	3,2
Max	96,0		96,0	2.126	12,4



Scala 1:125.000

🚧 Nuova WTG

Progetto:

WON039\_PARK\_v1

Utente autorizzato:

Iron solar s.r.l.

via Lanzone, 31

IT-20122 Milano

+393487125089

Fabio Paccapelo / francesca.saccarola@hopegroup.it

Redatto il:

18/03/2024 14:31/3.6.377

## PARK - Info Statistica di Vento

### Dati per il calcolo della Statistica del Vento

File	C:\Users\fpacc\Nelke Srl\Ufficio tecnico - Documenti\Progetti\WON039_Apricena\1_Supporto\windpro\Producibilità\WON039_gwa3_gwc_customarea.lib
Nome	GWA3 Generalized Wind Climate
Paese	Italy
Fonte	GWA
Coordinate mast	UTM (north)-WGS84 Zone: 33 Est: 539.261 Nord: 4.622.127
Modificato	18/03/2024
Settori	12
Versione WAsP	
Altezza di dislocamento	Nessuna

La statistica del vento utilizzata deriva da una vecchia versione di windPRO (2.7 o antecedente), o da altre fonti (WAsP). Di conseguenza non tutte le informazioni sono disponibili.

### 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 - Altezza di dislocamento

Settoriale: : Calcolato

La definizione della foresta è basata sull'Oggetto Reticolo altimetrico

L'altezza di dislocamento é impostata a 1,00 volte l'altezza della foresta.

L'altezza di dislocamento delle WTG descesce come 1/50,0 l'altezza della foresta, sopravento alla stessa.

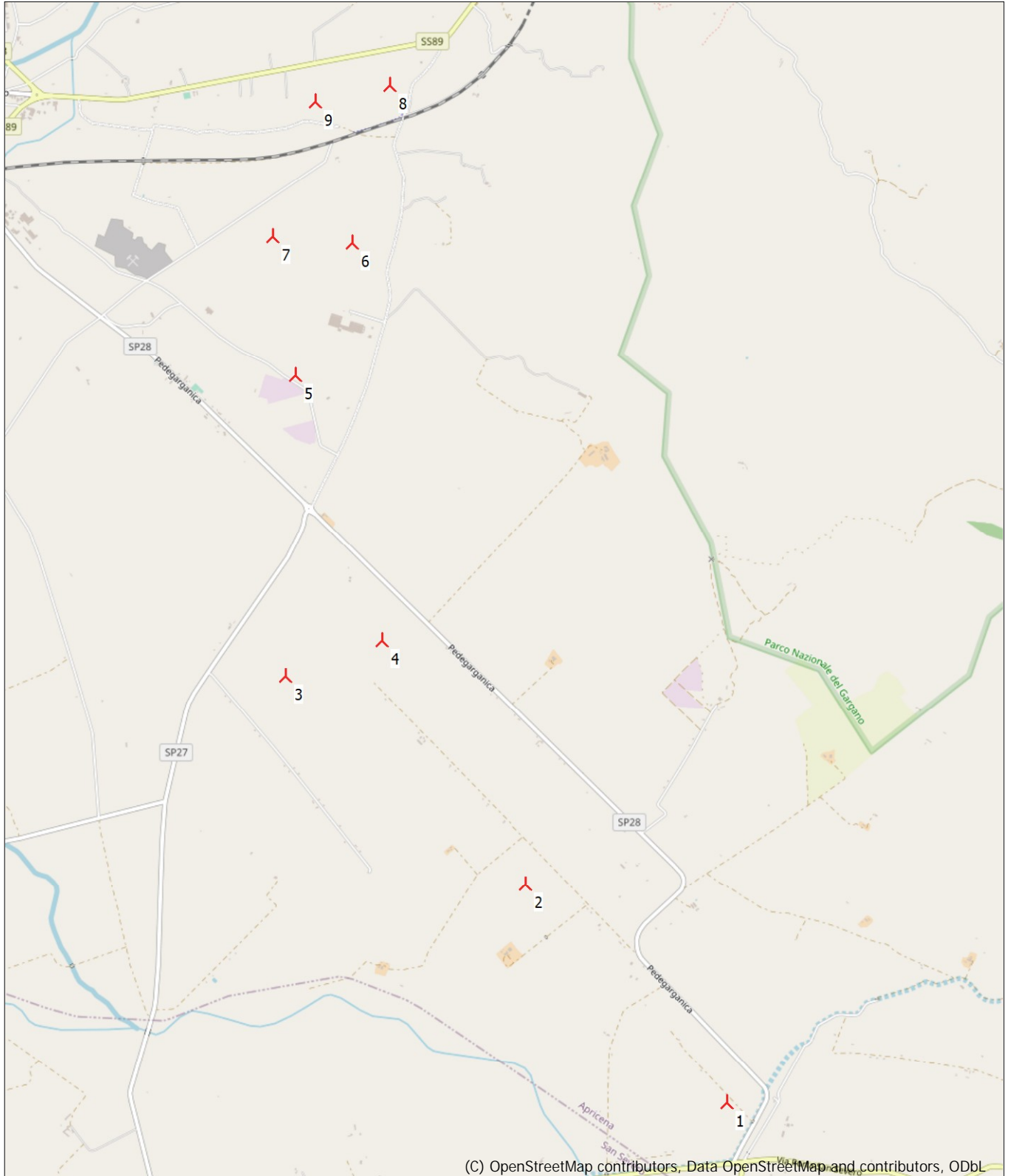
L'altezza di dislocamento delle WTG descesce come 1/25,0 l'altezza della foresta, sottovento alla stessa.

Altezza di dislocamento settoriale delle WTGs

Valida	Produttore	Tipo generatore	Potenza nominale [kW]	Diametro rotore [m]	Altezza mozzo [m]	DH (0) [m]	DH (1) [m]	DH (2) [m]	DH (3) [m]	DH (4) [m]	DH (5) [m]	DH (6) [m]	DH (7) [m]	DH (8) [m]	DH (9) [m]	DH (10) [m]	DH (11) [m]	
1	Si	VESTAS	V172-7.2-7.200	7.200	172,0	150,0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
2	Si	VESTAS	V172-7.2-7.200	7.200	172,0	150,0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
3	Si	VESTAS	V172-7.2-7.200	7.200	172,0	150,0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
4	Si	VESTAS	V172-7.2-7.200	7.200	172,0	150,0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
5	Si	VESTAS	V172-7.2-7.200	7.200	172,0	150,0	0,02	3,13	1,81	0,00	0,00	0,00	0,26	5,62	4,92	0,31	0,04	0,00
6	Si	VESTAS	V172-7.2-7.200	7.200	172,0	150,0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
7	Si	VESTAS	V172-7.2-7.200	7.200	172,0	150,0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,05	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
8	Si	VESTAS	V172-7.2-7.200	7.200	172,0	150,0	0,00	1,58	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
9	Si	VESTAS	V172-7.2-7.200	7.200	172,0	150,0	0,28	2,52	5,61	2,90	2,54	1,77	0,00	3,30	3,79	3,82	3,92	3,87




## PARK - Mappa



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

0 500 1000 1500 2000 m

Mappa: EMD OpenStreetMap , Scala di stampa 1:40.000, Centro mappa UTM (north)-WGS84 Zone: 33 Est: 541.154 Nord: 4.622.397

 Nuova WTG