

REGIONE PUGLIA
COMUNE DI AVETRANA
PROVINCIA DI TARANTO

**PROGETTO PER LA REALIZZAZIONE DI IMPIANTO PER LA
PRODUZIONE DI ENERGIA ELETTRICA DA FONTE EOLICA,
NONCHE' OPERE ED INFRASTRUTTURE CONNESSE, DI POTENZA
INSTALLATA DI 63 MW DENOMINATO "AVETRANA ENERGIA"**

OPERE DI CONNESSIONE ALLA RTN NEL COMUNE DI ERCHIE (BR)

P R O G E T T O D E F I N I T I V O

Codice STMG Terna: 201800410 – Identificativo AU Regione Puglia: PFQVY05

Tavola :

R.29

Titolo :

**Analisi dell'evoluzione dell'ombra
indotta dagli aerogeneratori
Shadow flickering**

Cod. Identificativo elaborato :

PFQVY05_DocumentazioneSpecialistica_29

Progetto:



Via San Lorenzo 155 - cap 72023 MESAGNE (BR)
P.IVA 02549880744 - REA BR-154453 - enerwind@pec.it



Via Milizia n.55 - 73100 LECCE (ITALY)
P.IVA 04258790759 - msc.innovativesolutions@pec.it



Via V.M. Stampacchia, 48
73100 - LECCE
stcprogetti@legalmail.it

Dott. Ing. Fabio Calcarella
Piazza Mazzini, 64 - 73100 - Lecce (LE)
tel. +39 0832 1594953 - fabio.calcarella@gmail.com



Committente:

AVETRANA ENERGIA s.r.l.

Piazza del Grano n.3 - cap 39100 BOLZANO (BZ)
P.IVA 03050420219 - REA BZ 227626 - avetrana.energia@legalmail.it

SOCIETA' DEL GRUPPO



FRI-EL GREEN POWER S.p.A.
Piazza della Rotonda, 2 - 00186 Roma (RM) - Italia
Tel. +39 06 6880 4163 - Fax. +39 06 6821 2764
Email: info@fri-el.it - P. IVA 01533770218

Indagine Specialistiche :

Data	Revisione	Redatto	Approvato
Gennaio 2020	Prima Emissione	FC-SM	MT

Data: Gennaio 2020

Scala:

File:

Controllato:

Formato: **A4**

Ai sensi e per gli effetti degli art.9 e 99 della Legge n.633 del 22 aprile 1941 , ci riserviamo la proprietà intellettuale e materiale di questo elaborato e facciamo espresso divieto a chiunque di renderlo noto a terzi o di riprodurlo anche in parte, senza la nostra preventiva autorizzazione scritta.

1. SHADOW FLICKERING

Lo *shadow flickering* consiste in una variazione periodica dell'intensità luminosa osservata, causata dalla proiezione, su una superficie, dell'ombra indotta da oggetti in movimento. Per un impianto eolico tale fenomeno è generato dalla proiezione, al suolo o su un recettore, dell'ombra prodotta dalle pale in rotazione degli aerogeneratori.

Dal punto di vista di un recettore, lo *shadow flickering* si manifesta in una variazione ciclica dell'intensità luminosa: in presenza di luce solare diretta, un recettore localizzato nella zona d'ombra indotta dal rotore, sarà investito da un continuo alternarsi di luce diretta ed ombra, causato dalla proiezione delle ombre dalle pale in movimento.

Tale fenomeno se vissuto dal recettore per periodi di tempo non trascurabile può generare un disturbo, quando:

- si sia in presenza di un livello sufficiente di intensità luminosa, ossia in condizioni di cielo sereno sgombro da nubi ed in assenza di nebbia e con sole alto rispetto all'orizzonte;
- la linea recettore-aerogeneratore non incontri ostacoli: in presenza di vegetazione o edifici interposti l'ombra generata da quest'ultimi annulla il fenomeno. Pertanto, ad esempio, qualora il recettore sia un'abitazione, perché si generi lo *shadow flickering* le finestre dovrebbero essere orientate perpendicolarmente alla linea recettore-aerogeneratore e non affacciarsi su ostacoli (alberi, altri edifici, ecc.);
- la turbina sia orientata in modo che il rotore risulti perpendicolare alla linea sole-recettore: quando il piano del rotore è perpendicolare alla linea sole-recettore, l'ombra proiettata dalle pale risulta muoversi all'interno di un "cerchio" che riferisce all'circonferenza del rotore inducendo uno *shadow flickering* non trascurabile;
- per situazioni in cui, dal punto di vista del recettore, il piano del rotore risulti essere in linea con il sole ed il recettore, l'ombra proiettata è sottile, di bassa intensità ed è caratterizzata da un rapido movimento, risultando pertanto lo *shadow flickering* di entità trascurabile;
- la posizione del sole sia tale da indurre una luminosità sufficiente. Ciò si traduce, in riferimento alla latitudine di progetto, in un'altezza del sole pari ad almeno $15^\circ - 20^\circ$;
- le pale siano in movimento;
- turbina e recettore siano vicini: le ombre proiettate in prossimità dell'aerogeneratore risultano di maggiore intensità e nitidezza rispetto a quelle proiettate lontano. Quando una turbina è posizionata sufficientemente vicino al recettore, così che una porzione ampia di pala copra il sole (così come osservato dal punto di vista del recettore), l'intensità del flicker risulta maggiore. All'aumentare della distanza tra turbina e recettore, le pale coprono una porzione sempre più piccola del sole, inducendo un flicker di minore entità. Inoltre il fenomeno risulta di bassa entità quando l'ombra proiettata sul recettore è indotta dall'estremità delle pale (rotor tip); raggiunge il massimo dell'intensità in corrispondenza dell'attacco di pala all'hub.

Pertanto, in riferimento a quanto sin qui esposto, durata ed entità dello *Shadow flickering* sono determinate e condizionate:

- dalla distanza tra aerogeneratore e recettore;
- dalla direzione ed intensità del vento;
- dall'orientamento del recettore;
- dalla presenza o meno di ostacoli lungo la linea di vista recettore – aerogeneratore – sole;
- dalle condizioni meteorologiche;
- dall'altezza del sole.

2. CALCOLO DELL'OMBRA

Al fine di verificare la sussistenza del fenomeno dello *shadow flickering* indotto dalle opere in progetto sono state effettuate simulazioni in considerazione:

- del diagramma solare riferito alla latitudine di installazione del parco;
- dell'altezza complessiva di macchina, intesa quale somma tra l'altezza del mozzo e la lunghezza di pala;
- dall'orientamento del rotore rispetto al ricettore;
- della posizione del sole e quindi della proiezione dell'ombra rispetto ai recettori;
- della posizione dei possibili recettori.

Le simulazioni effettuate con l'ausilio del programma windPRO facendo le seguenti assunzioni:

- la massima distanza di influenza pari a 1.904 m è stata calcolata solo quando più del 20% del sole è coperto dalla pala;
- altezza minima del sole sull'orizzonte 3°;
- probabilità di ore di sole nell'area di impianto, sulla base di dati statistici elaborati dallo stesso programma windPRO
- le ore di funzionamento dell'impianto, in relazione anche alla direzione del vento, sono state calcolate sulla base di dati statistici elaborati dallo stesso programma. Si rammenta a tal proposito che windPRO è uno dei programmi più utilizzati per il calcolo della producibilità degli impianti eolici
- un aerogeneratore è stato considerato visibile quando è completamente visibile dalle finestre del ricettore
- sono stati individuati nell'area di impianto i ricettori potenzialmente sensibili (edifici rurali);
- non sono stati considerati eventuali ostacoli interposti tra i recettori e la turbina eolica
- la simulazione è stata altresì condotta non considerando l'orografia del terreno in quanto non ha una influenza significativa sulla proiezione delle ombre per via dell'andamento piano altimetrico praticamente piatto dell'area di esame.

Il programma effettua il calcolo delle ore del giorno in cui si potrebbe avere l'effetto del flickering sul ricettore, facendo la somma dei minuti. Effettua poi la somma teorica dei minuti di ciascun mese (worst

case) e quindi per l'intero anno, valori che poi sono corretti prendendo in considerazione le giornate soleggiate, l'operatività effettiva dell'impianto eolico, la direzione del vento.

Si ottiene così la mappa dove sono perimetrare le aree in cui gli ombreggiamenti si manifestano per 5, 10, 50 ore anno. E' evidente che un ombreggiamento che si manifesta per sole 10 ore l'anno non può produrre effetti negativi sulla salute umana. Prenderemo in considerazione pertanto solo le aree in cui l'effetto di ombreggiamento si manifesta per almeno 50 ore durante l'anno. In queste aree non abbiamo edifici rurali abitati fatta eccezione per gli edifici nn. 29 e 30 rispettivamente a ovest e a nord dell'aerogeneratore AV09, che peraltro restano al limite delle curve di ombreggiamento.



Hours per year, real case

- 0 Hours
- 5 Hours
- 10 Hours
- 50 Hours

In allegato si riportano tutti gli edifici abitati nell'intorno degli aerogeneratori e le curve di ombreggiamento, fatta eccezione per i due edifici 29 e 30 di cui si è detto, gli altri sono tutti al di fuori delle curve di ombreggiamento con valore di 50 ore/anno

3. CONCLUSIONI

A commento dei dati sopra riportati riguardanti lo shadow flickering osserviamo quanto segue.

- 1) L'effetto sui ricettori si presenta per un periodo limitato durante la giornata, tipicamente per circa 1,5 ore nelle prime ore del mattino e 1,5 ore prima del tramonto
- 2) L'effetto sui ricettori non si presenta tutti i giorni dell'anno ma solo in alcuni periodi;
- 3) In genere anche sulla base di normative presenti in altri Paesi, l'effetto si considera trascurabile qualora si mantenga al di sotto delle 10 ore anno. In base a questa considerazione l'effetto è:
 - presente di fatto solo su un ricettore a ovest dell'aerogeneratore AV13.
- 4) E' evidente che si tratta di ore potenziali poiché se l'aerogeneratore è fermo per assenza di vento l'effetto dello shadow flickering è assente, potendosi manifestare solo l'ombra sul ricettore.
- 5) Studi scientifici hanno accertato che frequenze inferiori a 10 Hz non hanno alcuna correlazione con attacchi di natura epilettica. Nel nostro caso gli aerogeneratori hanno una velocità di rotazione massima di 12,1 g/min, corrispondente a circa 0,2 Hz circa.

Infine per quanto attiene all'ombra che si potrebbe manifestare sulle strade più vicine al parco eolico:

- Date le latitudini l'ombra non può generare ghiaccio sulla sede stradale;
- Sono interessati dal fenomeno tratti stradali molto brevi di strade peraltro secondarie.

PARK - Risultato principale

Calcolo: Avetrana - 15 V150 4.2MW @125m - layout rev.7
Modello di scia N.O. Jensen (RISØ/EMD)

Wake calculation performed in UTM (north)-WGS84 Zona: 33
At the site centre the difference between grid north and true north is: 1,8°

Power curve correction method
New windPRO method (adjusted IEC method, improved to match turbine control) <RECOMMENDED>
Air density calculation method
Height dependent, temperature from climate station
Station: BRINDISI V3 2014
Base temperature: 16,8 °C at 10,0 m
Base pressure: 1013,3 hPa at 0,0 m
Air density for Site center in key hub height: 67,6 m + 125,0 m = 1,195 kg/m³ -> 97,5 % of Std
Relative humidity: 0,0 %

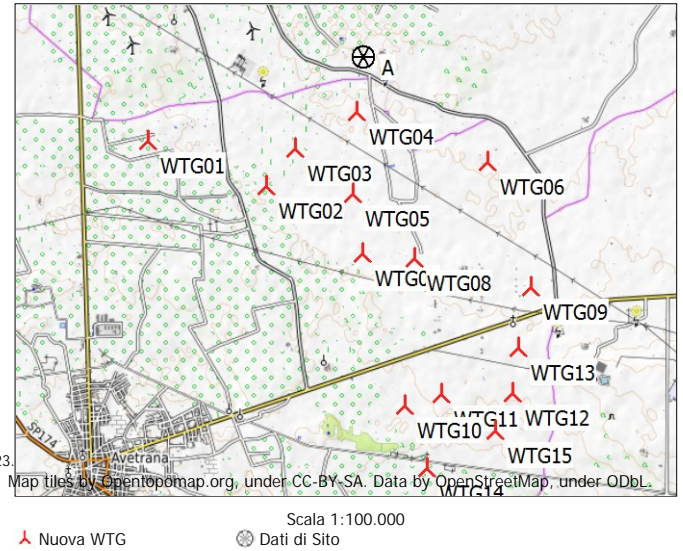
Parametri del modello di scia
Wake decay constant 0,075 DTU default onshore

Omnidirectional displacement height from objects

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

Statistica del Vento IT Mast 50m (1622) - 15y LTE @82, 105, 123, 132m - E - 123

Versione WAsP WAsP 10.2 RVEA0164.dll 3.0.1.100



Risultati chiave a 125,0 m sopra il terreno

Terrain 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 735.077 4.475.691 Site data for e.c.: Mast 50m (1622) @123m E w LTE 15y WAsP (WAsP 10.2 RVEA0164.dll 3.0.1.100)	1.707	5,7	2,3

Produzione annuale stimata del parco eolico

Combinazione di WTG	Risultato PARK		Lordo (senza perdite) [MWh/anno]	Wake loss [%]	Fattore di capacità [%]	Media per WTG [MWh/anno]	Ore equivalenti [Ore/anno]	Velocità media al mozzo [m/s]
	[MWh/anno]	[MWh/anno]						
Parco eolico	165.512,8	152.271,7	177.690,4	6,9	27,6	10.151,4	2.417	5,9

*) Basato su Risultato-8,0%

Energia annuale calcolata per ciascuna delle 15 nuove WTG, per un totale di 63,0 MW nominali installati

WTG	Tipo di WTG	Statistica	Valida	Prod.	Tipo generatore	Potenza nominale [kW]	Diametro rotore [m]	Altezza mozzo [m]	Curva di potenza Creata da	Nome	Produzione annuale			
											Risultato [MWh/anno]	Risultato-8,0% [MWh/anno]	Wake loss [%]	Free mean wind speed [m/s]
WTG01 A	Si	VESTAS	V150-4.2-4.200	4.200	150,0	125,0	FRI-EL	Level 0 - Calculated - Modes PO1 & PO1-OS - AGGIORNATA	11.350,3	10.442	0,5	5,78		
WTG02 A	Si	VESTAS	V150-4.2-4.200	4.200	150,0	125,0	FRI-EL	Level 0 - Calculated - Modes PO1 & PO1-OS - AGGIORNATA	10.966,7	10.089	2,9	5,75		
WTG03 A	Si	VESTAS	V150-4.2-4.200	4.200	150,0	125,0	FRI-EL	Level 0 - Calculated - Modes PO1 & PO1-OS - AGGIORNATA	10.721,3	9.864	4,7	5,74		
WTG04 A	Si	VESTAS	V150-4.2-4.200	4.200	150,0	125,0	FRI-EL	Level 0 - Calculated - Modes PO1 & PO1-OS - AGGIORNATA	10.681,6	9.827	4,9	5,74		
WTG05 A	Si	VESTAS	V150-4.2-4.200	4.200	150,0	125,0	FRI-EL	Level 0 - Calculated - Modes PO1 & PO1-OS - AGGIORNATA	10.392,3	9.561	8,2	5,76		
WTG06 A	Si	VESTAS	V150-4.2-4.200	4.200	150,0	125,0	FRI-EL	Level 0 - Calculated - Modes PO1 & PO1-OS - AGGIORNATA	11.275,7	10.374	3,8	5,85		
WTG07 A	Si	VESTAS	V150-4.2-4.200	4.200	150,0	125,0	FRI-EL	Level 0 - Calculated - Modes PO1 & PO1-OS - AGGIORNATA	10.394,3	9.563	8,6	5,77		
WTG08 A	Si	VESTAS	V150-4.2-4.200	4.200	150,0	125,0	FRI-EL	Level 0 - Calculated - Modes PO1 & PO1-OS - AGGIORNATA	10.810,2	9.945	6,6	5,82		
WTG09 A	Si	VESTAS	V150-4.2-4.200	4.200	150,0	125,0	FRI-EL	Level 0 - Calculated - Modes PO1 & PO1-OS - AGGIORNATA	11.448,5	10.533	6,4	5,97		
WTG10 A	Si	VESTAS	V150-4.2-4.200	4.200	150,0	125,0	FRI-EL	Level 0 - Calculated - Modes PO1 & PO1-OS - AGGIORNATA	11.175,3	10.281	6,4	5,90		
WTG11 A	Si	VESTAS	V150-4.2-4.200	4.200	150,0	125,0	FRI-EL	Level 0 - Calculated - Modes PO1 & PO1-OS - AGGIORNATA	11.424,5	10.511	8,3	6,03		
WTG12 A	Si	VESTAS	V150-4.2-4.200	4.200	150,0	125,0	FRI-EL	Level 0 - Calculated - Modes PO1 & PO1-OS - AGGIORNATA	11.017,0	10.136	12,7	6,06		
WTG13 A	Si	VESTAS	V150-4.2-4.200	4.200	150,0	125,0	FRI-EL	Level 0 - Calculated - Modes PO1 & PO1-OS - AGGIORNATA	11.418,9	10.505	10,6	6,10		
WTG14 A	Si	VESTAS	V150-4.2-4.200	4.200	150,0	125,0	FRI-EL	Level 0 - Calculated - Modes PO1 & PO1-OS - AGGIORNATA	11.026,3	10.144	8,6	5,93		
WTG15 A	Si	VESTAS	V150-4.2-4.200	4.200	150,0	125,0	FRI-EL	Level 0 - Calculated - Modes PO1 & PO1-OS - AGGIORNATA	11.409,8	10.497	8,3	6,02		

Posizione delle WTG

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

WTG01 Nuova	732.271	4.474.503	77,0	WTG01
WTG02 Nuova	733.861	4.473.955	69,6	WTG02

continua alla pagina successiva...

PARK - Risultato principale

Calcolo: Avetrana - 15 V150 4.2MW @125m - layout rev.7

...continua dalla pagina precedente

		UTM (north)-WGS84 Zona: 33			
		Easting	Northing	Z	Dati/Descrizione
		[m]			
WTG03	Nuova	734.219	4.474.469	63,6	WTG03
WTG04	Nuova	735.025	4.474.970	58,9	WTG04
WTG05	Nuova	735.010	4.473.891	63,6	WTG05
WTG06	Nuova	736.772	4.474.378	55,9	WTG06
WTG07	Nuova	735.155	4.473.110	65,9	WTG07
WTG08	Nuova	735.847	4.473.057	65,0	WTG08
WTG09	Nuova	737.388	4.472.737	67,8	WTG09
WTG10	Nuova	735.780	4.471.134	63,4	WTG10
WTG11	Nuova	736.252	4.471.281	73,2	WTG11
WTG12	Nuova	737.210	4.471.327	71,4	WTG12
WTG13	Nuova	737.254	4.471.933	76,5	WTG13
WTG14	Nuova	736.101	4.470.315	57,0	WTG14
WTG15	Nuova	736.990	4.470.837	61,0	WTG15

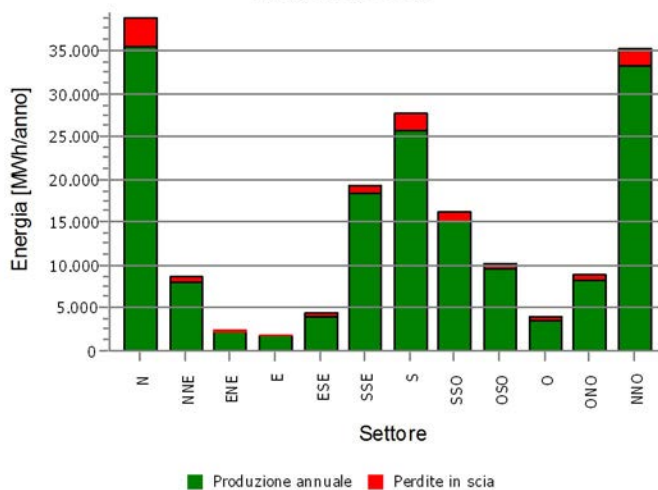
PARK - Analisi della produzione

Calcolo: Avetrana - 15 V150 4.2MW @125m - layout rev.7WTG: Tutte le WTG nuove, densità dell'aria variabile con la posizione della WTG: 1,194 kg/m³ - 1,196 kg/m³

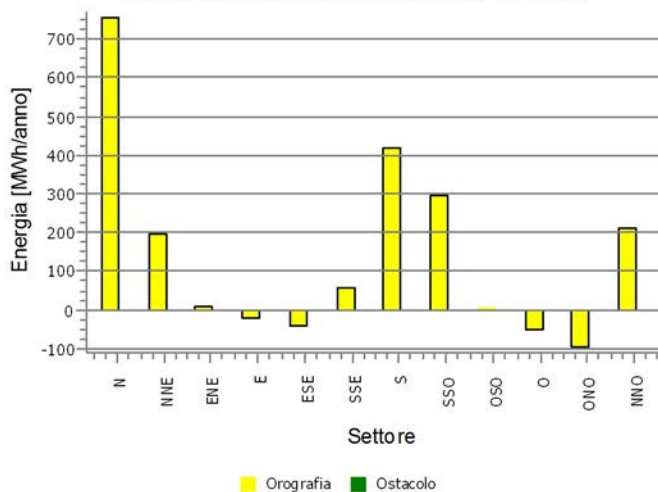
Analisi direzionale

Settore		0 N	1 NNE	2 ENE	3 E	4 ESE	5 SSE	6 S	7 SSO	8 OSO	9 O	10 ONO	11 NNO	Totale
Energia basata sulla rugosità	[MWh]	38.119,4	8.428,7	2.376,6	1.886,0	4.405,5	19.172,3	27.303,5	15.951,0	10.158,3	4.056,0	8.947,1	35.146,1	175.950,6
+ Incremento dovuto all'orografia	[MWh]	754,7	196,9	8,8	-22,7	-39,9	56,0	420,3	295,2	2,4	-49,1	-95,6	212,7	1.739,8
- Perdite dovute alle scie	[MWh]	3.263,1	595,5	185,6	165,7	276,1	871,7	1.971,9	1.102,2	644,6	350,3	652,0	2.099,1	12.177,6
Energia risultante	[MWh]	35.611,0	8.030,2	2.199,8	1.697,7	4.089,5	18.356,6	25.751,9	15.143,9	9.516,2	3.656,7	8.199,6	33.259,7	165.512,8
Energia specifica	[kWh/m ²]													624
Energia specifica	[kWh/kW]													2.627
Incremento dovuto all'orografia	[%]	2,0	2,3	0,4	-1,2	-0,9	0,3	1,5	1,9	0,0	-1,2	-1,1	0,6	0,99
Perdite dovute alle scie	[%]	8,4	6,9	7,8	8,9	6,3	4,5	7,1	6,8	6,3	8,7	7,4	5,9	6,85
Utilizzazione	[%]	33,2	36,7	38,8	37,7	32,3	29,8	30,4	37,0	36,6	38,0	37,1	36,7	34,0
Tempo di operatività	[Ore/anno]	1.577	564	236	179	266	680	1.056	804	551	330	512	1.424	8.178
Ore equivalenti	[Ore/anno]	565	127	35	27	65	291	409	240	151	58	130	528	2.627

Energia per settore



Impatto dell'orografia e degli ostacoli per settore



PARK - Analisi della curva di potenza

Calcolo: Avetrana - 15 V150 4.2MW @125m - layout rev.7WTG: WTG01 - VESTAS V150-4.2 4200 150.0 IOI, Altezza mozzo: 125,0 m
Nome: Level 0 - Calculated - Modes PO1 & PO1-OS - AGGIORNATA
Fonte: Manufacturer

Data fonte	Creata da	Creato	Redatto	Soglia di blocco [m/s]	Controllo della potenza	Tipo di curva Ct	Tipo di generatore	Potenza specifica kW/m ²
21/12/2017	FRI-EL	10/08/2017	11/07/2019	24,5	Pitch	Definito dall'utente	Variable	0,24

Document no.: DMS 0067-7067 V08.
IEC S (HH 105 & 155 m)
DiBT WZ2(S) (HH 123 & 166 m)

Confronto con curva HP - Nota: per densità dell'aria standard e parametro Weibull k = 2

V media	[m/s]	5	6	7	8	9	10
Valore HP Pitch, variable speed (2013)	[MWh]	8.530	12.511	16.163	19.289	21.849	23.843
VESTAS V150-4.2 4200 150.0 IOI Level 0 - Calculated - Modes PO1 & PO1-OS - AGGIORNATA	[MWh]	8.684	12.694	16.347	19.418	21.824	23.553
Valore di controllo	[%]	-2	-1	-1	-1	0	1

La tabella mostra il confronto con la produzione annuale di energia calcolata sulla base delle semplici "curve HP", che assumono che tutte le WTG abbiano prestazioni simili - solo la potenza specifica (kW/m²), la velocità singola/duale o stallo/pitch influenzano i valori calcolati. La produzione è intesa senza le perdite di scia.
For further details, ask at the Danish Energy Agency for project report J.nr. 51171/00-0016 or see windPRO manual chapter 3.5.2.
Il metodo è descritto nel rapporto EMD "20 Detailed Case Studies comparing Project Design Calculations and actual Energy Productions for Wind Energy Projects worldwide", gennaio 2003.
Usare la tabella per valutare se la curva di potenza data è ragionevole - se il valore di controllo è inferiore a -5%, la curva di potenza è probabilmente troppo ottimistica a causa dell'incertezza sulla sua misurazione.

Curva di potenza

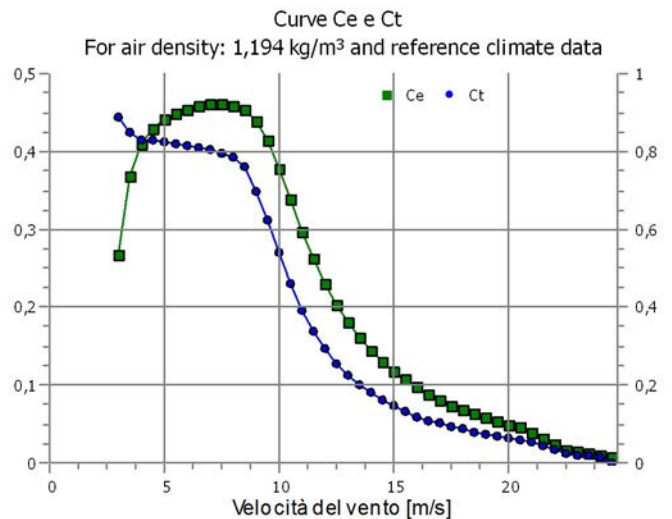
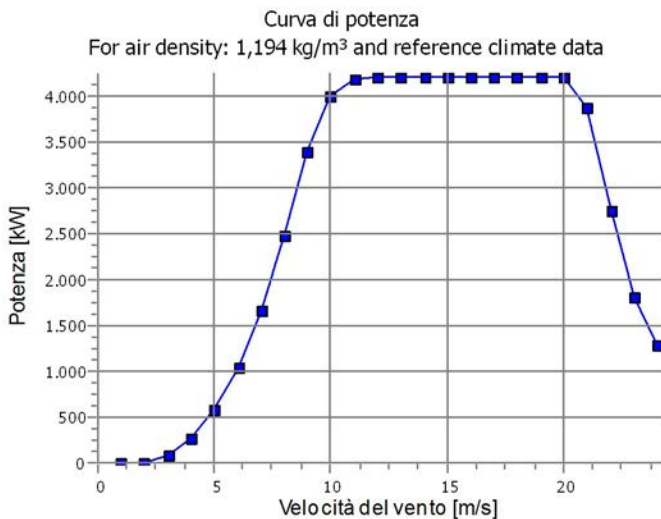
Dati originali dal Catalogo WTG, Densità dell'aria: 1,225 kg/m³

Velocità del vento [m/s]	Potenza [kW]	Ce	Velocità del vento [m/s]	Curva Ct
3,0	81,0	0,28	3,0	0,89
3,5	172,0	0,37	3,5	0,85
4,0	285,0	0,41	4,0	0,83
4,5	424,0	0,43	4,5	0,83
5,0	597,0	0,44	5,0	0,82
5,5	809,0	0,45	5,5	0,82
6,0	1.062,0	0,45	6,0	0,81
6,5	1.361,0	0,46	6,5	0,81
7,0	1.709,0	0,46	7,0	0,80
7,5	2.101,0	0,46	7,5	0,80
8,0	2.545,0	0,46	8,0	0,79
8,5	3.014,0	0,45	8,5	0,76
9,0	3.458,0	0,44	9,0	0,70
9,5	3.807,0	0,41	9,5	0,62
10,0	4.038,0	0,37	10,0	0,54
10,5	4.143,0	0,33	10,5	0,46
11,0	4.191,0	0,29	11,0	0,39
11,5	4.199,0	0,26	11,5	0,34
12,0	4.200,0	0,22	12,0	0,29
12,5	4.200,0	0,20	12,5	0,25
13,0	4.200,0	0,18	13,0	0,22
13,5	4.200,0	0,16	13,5	0,20
14,0	4.200,0	0,14	14,0	0,18
14,5	4.200,0	0,13	14,5	0,16
15,0	4.200,0	0,11	15,0	0,14
15,5	4.200,0	0,10	15,5	0,13
16,0	4.200,0	0,09	16,0	0,12
16,5	4.200,0	0,09	16,5	0,11
17,0	4.200,0	0,08	17,0	0,10
17,5	4.200,0	0,07	17,5	0,09
18,0	4.200,0	0,07	18,0	0,09
18,5	4.200,0	0,06	18,5	0,08
19,0	4.200,0	0,06	19,0	0,07
19,5	4.200,0	0,05	19,5	0,07
20,0	4.200,0	0,05	20,0	0,06
20,5	4.186,0	0,04	20,5	0,06
21,0	3.870,0	0,04	21,0	0,05
21,5	3.373,0	0,03	21,5	0,04
22,0	2.745,0	0,02	22,0	0,03
22,5	2.154,0	0,02	22,5	0,03
23,0	1.805,0	0,01	23,0	0,02
23,5	1.526,0	0,01	23,5	0,02
24,0	1.283,0	0,01	24,0	0,01
24,5	1.116,0	0,01	24,5	0,01

Potenza, efficienza ed energia vs. velocità del vento

Dati usati nel calcolo, Densità dell'aria: 1,194 kg/m³ New windPRO method (adjusted IEC method, improved to match turbine control) <RECOMMENDED>

Velocità del vento [m/s]	Potenza [kW]	Ce	Intervallo [m/s]	Energia [MWh]	Energia cumulata [MWh]	Frazione del totale [%]
1,0	0,0	0,00	0,50-1,50	0,0	0,0	0,0
2,0	0,0	0,00	1,50-2,50	0,0	0,0	0,0
3,0	76,2	0,27	2,50-3,50	89,1	89,1	0,8
4,0	277,0	0,41	3,50-4,50	342,1	431,2	3,8
5,0	581,7	0,44	4,50-5,50	740,9	1.172,1	10,3
6,0	1.035,1	0,45	5,50-6,50	1.233,0	2.405,1	21,2
7,0	1.665,9	0,46	6,50-7,50	1.689,2	4.094,3	36,1
8,0	2.481,6	0,46	7,50-8,50	1.953,2	6.047,6	53,3
9,0	3.380,8	0,44	8,50-9,50	1.878,1	7.925,6	69,8
10,0	3.986,3	0,38	9,50-10,50	1.460,9	9.386,6	82,7
11,0	4.176,9	0,30	10,50-11,50	934,7	10.321,3	90,9
12,0	4.199,6	0,23	11,50-12,50	523,5	10.844,8	95,5
13,0	4.200,0	0,18	12,50-13,50	269,7	11.114,6	97,9
14,0	4.200,0	0,15	13,50-14,50	130,7	11.245,3	99,1
15,0	4.200,0	0,12	14,50-15,50	60,1	11.305,4	99,6
16,0	4.200,0	0,10	15,50-16,50	26,5	11.331,9	99,8
17,0	4.200,0	0,08	16,50-17,50	11,2	11.343,1	99,9
18,0	4.200,0	0,07	17,50-18,50	4,5	11.347,6	100,0
19,0	4.200,0	0,06	18,50-19,50	1,8	11.349,3	100,0
20,0	4.200,0	0,05	19,50-20,50	0,7	11.350,0	100,0
21,0	3.870,0	0,04	20,50-21,50	0,2	11.350,2	100,0
22,0	2.745,0	0,02	21,50-22,50	0,1	11.350,3	100,0
23,0	1.805,0	0,01	22,50-23,50	0,0	11.350,3	100,0
24,0	1.283,0	0,01	23,50-24,50	0,0	11.350,3	100,0
25,0	0,0	0,00	24,50-25,50	0,0	11.350,3	100,0



PARK - Analisi della curva di potenza

Calcolo: Avetrana - 15 V150 4.2MW @125m - layout rev.7WTG: WTG02 - VESTAS V150-4.2 4200 150.0 !OI, Altezza mozzo: 125,0 m
Nome: Level 0 - Calculated - Modes PO1 & PO1-OS - AGGIORNATA
Fonte: Manufacturer

Data fonte	Creata da	Creato	Redatto	Soglia di blocco [m/s]	Controllo della potenza	Tipo di curva Ct	Tipo di generatore	Potenza specifica kW/m ²
21/12/2017	FRI-EL	10/08/2017	11/07/2019	24,5	Pitch	Definito dall'utente	Variable	0,24

Document no.: DMS 0067-7067 V08.
IEC S (HH 105 & 155 m)
DiBT WZ2(S) (HH 123 & 166 m)

Confronto con curva HP - Nota: per densità dell'aria standard e parametro Weibull k = 2

V media	[m/s]	5	6	7	8	9	10
Valore HP Pitch, variable speed (2013)	[MWh]	8.530	12.511	16.163	19.289	21.849	23.843
VESTAS V150-4.2 4200 150.0 !OI Level 0 - Calculated - Modes PO1 & PO1-OS - AGGIORNATA	[MWh]	8.684	12.694	16.347	19.418	21.824	23.553
Valore di controllo	[%]	-2	-1	-1	-1	0	1

La tabella mostra il confronto con la produzione annuale di energia calcolata sulla base delle semplici "curve HP", che assumono che tutte le WTG abbiano prestazioni simili - solo la potenza specifica (kW/m²), la velocità singola/duale o stallo/pitch influenzano i valori calcolati. La produzione è intesa senza le perdite di scia.
For further details, ask at the Danish Energy Agency for project report J.nr. 51171/00-0016 or see windPRO manual chapter 3.5.2.
Il metodo è descritto nel rapporto EMD "20 Detailed Case Studies comparing Project Design Calculations and actual Energy Productions for Wind Energy Projects worldwide", gennaio 2003.
Usare la tabella per valutare se la curva di potenza data è ragionevole - se il valore di controllo è inferiore a -5%, la curva di potenza è probabilmente troppo ottimistica a causa dell'incertezza sulla sua misurazione.

Curva di potenza

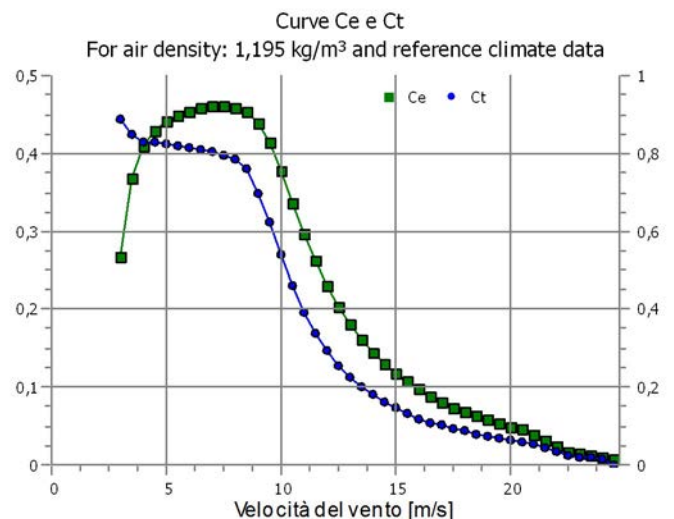
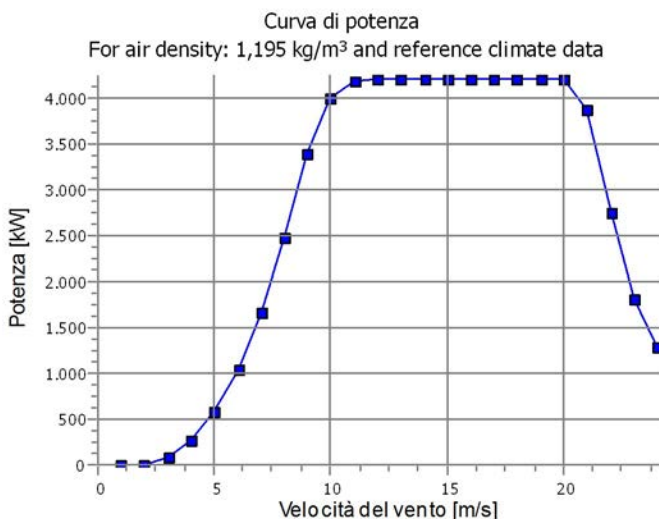
Dati originali dal Catalogo WTG, Densità dell'aria: 1,225 kg/m³

Velocità del vento [m/s]	Potenza [kW]	Ce	Velocità del vento [m/s]	Curva Ct
3,0	81,0	0,28	3,0	0,89
3,5	172,0	0,37	3,5	0,85
4,0	285,0	0,41	4,0	0,83
4,5	424,0	0,43	4,5	0,83
5,0	597,0	0,44	5,0	0,82
5,5	809,0	0,45	5,5	0,82
6,0	1.062,0	0,45	6,0	0,81
6,5	1.361,0	0,46	6,5	0,81
7,0	1.709,0	0,46	7,0	0,80
7,5	2.101,0	0,46	7,5	0,80
8,0	2.545,0	0,46	8,0	0,79
8,5	3.014,0	0,45	8,5	0,76
9,0	3.458,0	0,44	9,0	0,70
9,5	3.807,0	0,41	9,5	0,62
10,0	4.038,0	0,37	10,0	0,54
10,5	4.143,0	0,33	10,5	0,46
11,0	4.191,0	0,29	11,0	0,39
11,5	4.199,0	0,26	11,5	0,34
12,0	4.200,0	0,22	12,0	0,29
12,5	4.200,0	0,20	12,5	0,25
13,0	4.200,0	0,18	13,0	0,22
13,5	4.200,0	0,16	13,5	0,20
14,0	4.200,0	0,14	14,0	0,18
14,5	4.200,0	0,13	14,5	0,16
15,0	4.200,0	0,11	15,0	0,14
15,5	4.200,0	0,10	15,5	0,13
16,0	4.200,0	0,09	16,0	0,12
16,5	4.200,0	0,09	16,5	0,11
17,0	4.200,0	0,08	17,0	0,10
17,5	4.200,0	0,07	17,5	0,09
18,0	4.200,0	0,07	18,0	0,09
18,5	4.200,0	0,06	18,5	0,08
19,0	4.200,0	0,06	19,0	0,07
19,5	4.200,0	0,05	19,5	0,07
20,0	4.200,0	0,05	20,0	0,06
20,5	4.186,0	0,04	20,5	0,06
21,0	3.870,0	0,04	21,0	0,05
21,5	3.373,0	0,03	21,5	0,04
22,0	2.745,0	0,02	22,0	0,03
22,5	2.154,0	0,02	22,5	0,03
23,0	1.805,0	0,01	23,0	0,02
23,5	1.526,0	0,01	23,5	0,02
24,0	1.283,0	0,01	24,0	0,01
24,5	1.116,0	0,01	24,5	0,01

Potenza, efficienza ed energia vs. velocità del vento

Dati usati nel calcolo, Densità dell'aria: 1,195 kg/m³ New windPRO method (adjusted IEC method, improved to match turbine control) <RECOMMENDED>

Velocità del vento [m/s]	Potenza [kW]	Ce	Intervallo [m/s]	Energia [MWh]	Energia cumulata [MWh]	Frazione del totale [%]
1,0	0,0	0,00	0,50-1,50	0,0	0,0	0,0
2,0	0,0	0,00	1,50-2,50	0,0	0,0	0,0
3,0	76,3	0,27	2,50-3,50	88,0	88,0	0,8
4,0	277,2	0,41	3,50-4,50	337,1	425,2	3,9
5,0	582,1	0,44	4,50-5,50	727,9	1.153,0	10,5
6,0	1.035,9	0,45	5,50-6,50	1.206,0	2.359,0	21,5
7,0	1.667,1	0,46	6,50-7,50	1.643,6	4.002,7	36,5
8,0	2.483,3	0,46	7,50-8,50	1.889,6	5.892,2	53,7
9,0	3.382,9	0,44	8,50-9,50	1.805,9	7.698,1	70,2
10,0	3.987,7	0,38	9,50-10,50	1.396,4	9.094,6	82,9
11,0	4.177,3	0,30	10,50-11,50	888,9	9.983,5	91,0
12,0	4.199,6	0,23	11,50-12,50	496,5	10.480,0	95,6
13,0	4.200,0	0,18	12,50-13,50	256,3	10.736,3	97,9
14,0	4.200,0	0,14	13,50-14,50	125,3	10.861,6	99,0
15,0	4.200,0	0,12	14,50-15,50	58,7	10.920,3	99,6
16,0	4.200,0	0,10	15,50-16,50	26,6	10.946,9	99,8
17,0	4.200,0	0,08	16,50-17,50	11,7	10.958,5	99,9
18,0	4.200,0	0,07	17,50-18,50	5,0	10.963,5	100,0
19,0	4.200,0	0,06	18,50-19,50	2,0	10.965,5	100,0
20,0	4.200,0	0,05	19,50-20,50	0,8	10.966,3	100,0
21,0	3.870,0	0,04	20,50-21,50	0,3	10.966,6	100,0
22,0	2.745,0	0,02	21,50-22,50	0,1	10.966,7	100,0
23,0	1.805,0	0,01	22,50-23,50	0,0	10.966,7	100,0
24,0	1.283,0	0,01	23,50-24,50	0,0	10.966,7	100,0
25,0	0,0	0,00	24,50-25,50	0,0	10.966,7	100,0



PARK - Analisi della curva di potenza

Calcolo: Avetrana - 15 V150 4.2MW @125m - layout rev.7WTG: WTG03 - VESTAS V150-4.2 4200 150.0 !OI, Altezza mozzo: 125,0 m
Nome: Level 0 - Calculated - Modes PO1 & PO1-OS - AGGIORNATA
Fonte: Manufacturer

Data fonte	Creata da	Creato	Redatto	Soglia di blocco [m/s]	Controllo della potenza	Tipo di curva Ct	Tipo di generatore	Potenza specifica kW/m ²
21/12/2017	FRI-EL	10/08/2017	11/07/2019	24,5	Pitch	Definito dall'utente	Variable	0,24

Document no.: DMS 0067-7067 V08.
IEC S (HH 105 & 155 m)
DiBT WZ2(S) (HH 123 & 166 m)

Confronto con curva HP - Nota: per densità dell'aria standard e parametro Weibull k = 2

V media	[m/s]	5	6	7	8	9	10
Valore HP Pitch, variable speed (2013)	[MWh]	8.530	12.511	16.163	19.289	21.849	23.843
VESTAS V150-4.2 4200 150.0 !OI Level 0 - Calculated - Modes PO1 & PO1-OS - AGGIORNATA	[MWh]	8.684	12.694	16.347	19.418	21.824	23.553
Valore di controllo	[%]	-2	-1	-1	-1	0	1

La tabella mostra il confronto con la produzione annuale di energia calcolata sulla base delle semplici "curve HP", che assumono che tutte le WTG abbiano prestazioni simili - solo la potenza specifica (kW/m²), la velocità singola/duale o stallo/pitch influenzano i valori calcolati. La produzione è intesa senza le perdite di scia.
For further details, ask at the Danish Energy Agency for project report J.nr. 51171/00-0016 or see windPRO manual chapter 3.5.2.
Il metodo è descritto nel rapporto EMD "20 Detailed Case Studies comparing Project Design Calculations and actual Energy Productions for Wind Energy Projects worldwide", gennaio 2003.
Usare la tabella per valutare se la curva di potenza data è ragionevole - se il valore di controllo è inferiore a -5%, la curva di potenza è probabilmente troppo ottimistica a causa dell'incertezza sulla sua misurazione.

Curva di potenza

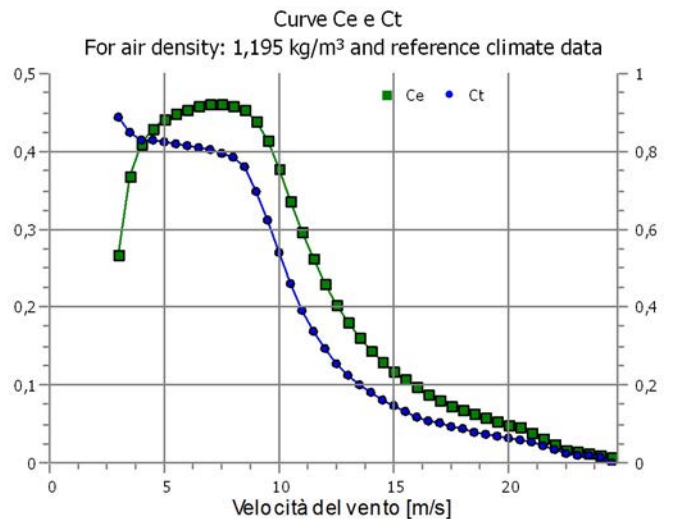
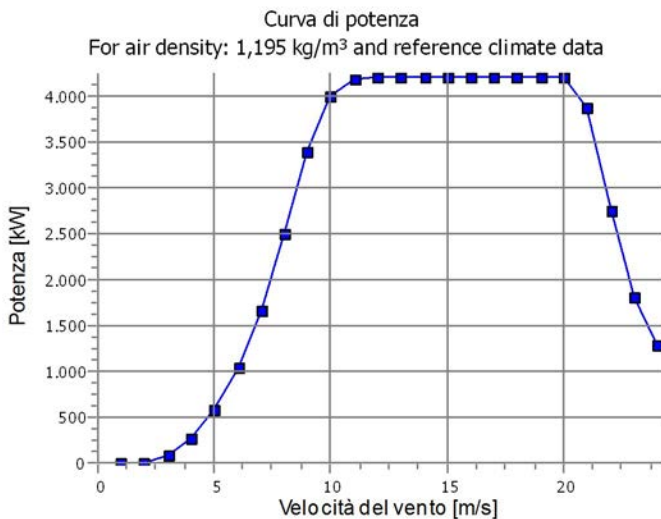
Dati originali dal Catalogo WTG, Densità dell'aria: 1,225 kg/m³

Velocità del vento [m/s]	Potenza [kW]	Ce	Velocità del vento [m/s]	Curva Ct
3,0	81,0	0,28	3,0	0,89
3,5	172,0	0,37	3,5	0,85
4,0	285,0	0,41	4,0	0,83
4,5	424,0	0,43	4,5	0,83
5,0	597,0	0,44	5,0	0,82
5,5	809,0	0,45	5,5	0,82
6,0	1.062,0	0,45	6,0	0,81
6,5	1.361,0	0,46	6,5	0,81
7,0	1.709,0	0,46	7,0	0,80
7,5	2.101,0	0,46	7,5	0,80
8,0	2.545,0	0,46	8,0	0,79
8,5	3.014,0	0,45	8,5	0,78
9,0	3.458,0	0,44	9,0	0,70
9,5	3.807,0	0,41	9,5	0,62
10,0	4.038,0	0,37	10,0	0,54
10,5	4.143,0	0,33	10,5	0,46
11,0	4.191,0	0,29	11,0	0,39
11,5	4.199,0	0,26	11,5	0,34
12,0	4.200,0	0,22	12,0	0,29
12,5	4.200,0	0,20	12,5	0,25
13,0	4.200,0	0,18	13,0	0,22
13,5	4.200,0	0,16	13,5	0,20
14,0	4.200,0	0,14	14,0	0,18
14,5	4.200,0	0,13	14,5	0,16
15,0	4.200,0	0,11	15,0	0,14
15,5	4.200,0	0,10	15,5	0,13
16,0	4.200,0	0,09	16,0	0,12
16,5	4.200,0	0,09	16,5	0,11
17,0	4.200,0	0,08	17,0	0,10
17,5	4.200,0	0,07	17,5	0,09
18,0	4.200,0	0,07	18,0	0,09
18,5	4.200,0	0,06	18,5	0,08
19,0	4.200,0	0,06	19,0	0,07
19,5	4.200,0	0,05	19,5	0,07
20,0	4.200,0	0,05	20,0	0,06
20,5	4.186,0	0,04	20,5	0,06
21,0	3.870,0	0,04	21,0	0,05
21,5	3.373,0	0,03	21,5	0,04
22,0	2.745,0	0,02	22,0	0,03
22,5	2.154,0	0,02	22,5	0,03
23,0	1.805,0	0,01	23,0	0,02
23,5	1.526,0	0,01	23,5	0,02
24,0	1.283,0	0,01	24,0	0,01
24,5	1.116,0	0,01	24,5	0,01

Potenza, efficienza ed energia vs. velocità del vento

Dati usati nel calcolo, Densità dell'aria: 1,195 kg/m³ New windPRO method (adjusted IEC method, improved to match turbine control) <RECOMMENDED>

Velocità del vento [m/s]	Potenza [kW]	Ce	Intervallo [m/s]	Energia [MWh]	Energia cumulata [MWh]	Frazione del totale [%]
1,0	0,0	0,00	0,50- 1,50	0,0	0,0	0,0
2,0	0,0	0,00	1,50- 2,50	0,0	0,0	0,0
3,0	76,4	0,27	2,50- 3,50	86,7	86,7	0,8
4,0	277,4	0,41	3,50- 4,50	331,8	418,5	3,9
5,0	582,5	0,44	4,50- 5,50	715,3	1.133,8	10,6
6,0	1.036,5	0,45	5,50- 6,50	1.183,4	2.317,2	21,6
7,0	1.668,0	0,46	6,50- 7,50	1.610,3	3.927,5	36,6
8,0	2.484,7	0,46	7,50- 8,50	1.848,6	5.776,1	53,9
9,0	3.384,6	0,44	8,50- 9,50	1.764,5	7.540,6	70,3
10,0	3.988,8	0,38	9,50-10,50	1.362,4	8.903,0	83,0
11,0	4.177,6	0,30	10,50-11,50	865,7	9.768,7	91,1
12,0	4.199,6	0,23	11,50-12,50	482,3	10.251,0	95,6
13,0	4.200,0	0,18	12,50-13,50	248,2	10.499,2	97,9
14,0	4.200,0	0,14	13,50-14,50	120,9	10.620,1	99,1
15,0	4.200,0	0,12	14,50-15,50	56,5	10.676,6	99,6
16,0	4.200,0	0,10	15,50-16,50	25,6	10.702,2	99,8
17,0	4.200,0	0,08	16,50-17,50	11,2	10.713,4	99,9
18,0	4.200,0	0,07	17,50-18,50	4,8	10.718,2	100,0
19,0	4.200,0	0,06	18,50-19,50	2,0	10.720,2	100,0
20,0	4.200,0	0,05	19,50-20,50	0,8	10.720,9	100,0
21,0	3.870,0	0,04	20,50-21,50	0,3	10.721,2	100,0
22,0	2.745,0	0,02	21,50-22,50	0,1	10.721,3	100,0
23,0	1.805,0	0,01	22,50-23,50	0,0	10.721,3	100,0
24,0	1.283,0	0,01	23,50-24,50	0,0	10.721,3	100,0
25,0	0,0	0,00	24,50-25,50	0,0	10.721,3	100,0



PARK - Analisi della curva di potenza

Calcolo: Avetrana - 15 V150 4.2MW @125m - layout rev.7WTG: WTG04 - VESTAS V150-4.2 4200 150.0 IOI, Altezza mozzo: 125,0 m
Nome: Level 0 - Calculated - Modes PO1 & PO1-0S - AGGIORNATA
Fonte: Manufacturer

Data fonte	Creata da	Creato	Redatto	Soglia di blocco [m/s]	Controllo della potenza	Tipo di curva Ct	Tipo di generatore	Potenza specifica kW/m ²
21/12/2017	FRI-EL	10/08/2017	11/07/2019	24,5	Pitch	Definito dall'utente	Variable	0,24

Document no.: DMS 0067-7067 V08.
IEC S (HH 105 & 155 m)
DiBT WZ2(S) (HH 123 & 166 m)

Confronto con curva HP - Nota: per densità dell'aria standard e parametro Weibull k = 2

V media	[m/s]	5	6	7	8	9	10
Valore HP Pitch, variable speed (2013)	[MWh]	8.530	12.511	16.163	19.289	21.849	23.843
VESTAS V150-4.2 4200 150.0 IOI Level 0 - Calculated - Modes PO1 & PO1-0S - AGGIORNATA	[MWh]	8.684	12.694	16.347	19.418	21.824	23.553
Valore di controllo	[%]	-2	-1	-1	-1	0	1

La tabella mostra il confronto con la produzione annuale di energia calcolata sulla base delle semplici "curve HP", che assumono che tutte le WTG abbiano prestazioni simili - solo la potenza specifica (kW/m²), la velocità singola/duale o stallo/pitch influenzano i valori calcolati. La produzione è intesa senza le perdite di scia.
For further details, ask at the Danish Energy Agency for project report J.nr. 51171/00-0016 or see windPRO manual chapter 3.5.2.
Il metodo è descritto nel rapporto EMD "20 Detailed Case Studies comparing Project Design Calculations and actual Energy Productions for Wind Energy Projects worldwide", gennaio 2003.
Usare la tabella per valutare se la curva di potenza data è ragionevole - se il valore di controllo è inferiore a -5%, la curva di potenza è probabilmente troppo ottimistica a causa dell'incertezza sulla sua misurazione.

Curva di potenza

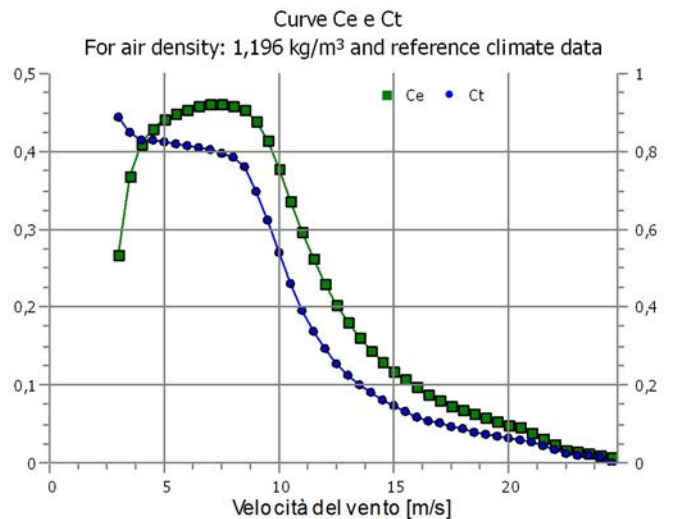
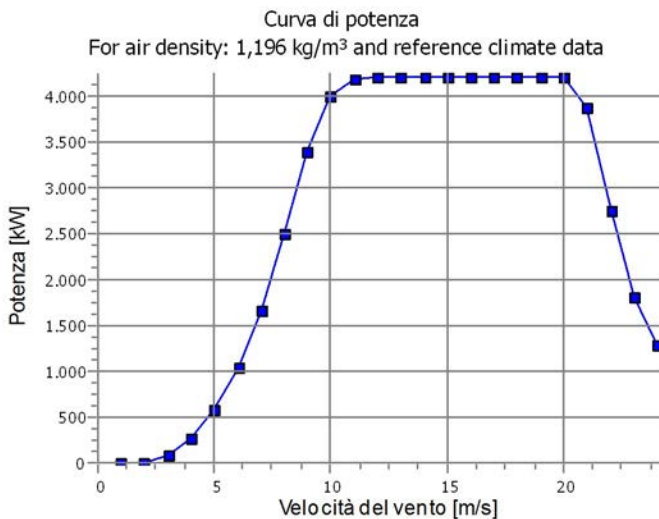
Dati originali dal Catalogo WTG, Densità dell'aria: 1,225 kg/m³

Velocità del vento [m/s]	Potenza [kW]	Ce	Velocità del vento [m/s]	Curva Ct
3,0	81,0	0,28	3,0	0,89
3,5	172,0	0,37	3,5	0,85
4,0	285,0	0,41	4,0	0,83
4,5	424,0	0,43	4,5	0,83
5,0	597,0	0,44	5,0	0,82
5,5	809,0	0,45	5,5	0,82
6,0	1.062,0	0,45	6,0	0,81
6,5	1.361,0	0,46	6,5	0,81
7,0	1.709,0	0,46	7,0	0,80
7,5	2.101,0	0,46	7,5	0,80
8,0	2.545,0	0,46	8,0	0,79
8,5	3.014,0	0,45	8,5	0,76
9,0	3.458,0	0,44	9,0	0,70
9,5	3.807,0	0,41	9,5	0,62
10,0	4.038,0	0,37	10,0	0,54
10,5	4.143,0	0,33	10,5	0,46
11,0	4.191,0	0,29	11,0	0,39
11,5	4.199,0	0,26	11,5	0,34
12,0	4.200,0	0,22	12,0	0,29
12,5	4.200,0	0,20	12,5	0,25
13,0	4.200,0	0,18	13,0	0,22
13,5	4.200,0	0,16	13,5	0,20
14,0	4.200,0	0,14	14,0	0,18
14,5	4.200,0	0,13	14,5	0,16
15,0	4.200,0	0,11	15,0	0,14
15,5	4.200,0	0,10	15,5	0,13
16,0	4.200,0	0,09	16,0	0,12
16,5	4.200,0	0,09	16,5	0,11
17,0	4.200,0	0,08	17,0	0,10
17,5	4.200,0	0,07	17,5	0,09
18,0	4.200,0	0,07	18,0	0,09
18,5	4.200,0	0,06	18,5	0,08
19,0	4.200,0	0,06	19,0	0,07
19,5	4.200,0	0,05	19,5	0,07
20,0	4.200,0	0,05	20,0	0,06
20,5	4.186,0	0,04	20,5	0,06
21,0	3.870,0	0,04	21,0	0,05
21,5	3.373,0	0,03	21,5	0,04
22,0	2.745,0	0,02	22,0	0,03
22,5	2.154,0	0,02	22,5	0,03
23,0	1.805,0	0,01	23,0	0,02
23,5	1.526,0	0,01	23,5	0,02
24,0	1.283,0	0,01	24,0	0,01
24,5	1.116,0	0,01	24,5	0,01

Potenza, efficienza ed energia vs. velocità del vento

Dati usati nel calcolo, Densità dell'aria: 1,196 kg/m³ New windPRO method (adjusted IEC method, improved to match turbine control) <RECOMMENDED>

Velocità del vento [m/s]	Potenza [kW]	Ce	Intervallo [m/s]	Energia [MWh]	Energia cumulata [MWh]	Frazione del totale [%]
1,0	0,0	0,00	0,50- 1,50	0,0	0,0	0,0
2,0	0,0	0,00	1,50- 2,50	0,0	0,0	0,0
3,0	76,5	0,27	2,50- 3,50	86,7	86,7	0,8
4,0	277,5	0,41	3,50- 4,50	332,0	418,7	3,9
5,0	582,7	0,44	4,50- 5,50	716,0	1.134,7	10,6
6,0	1.036,9	0,45	5,50- 6,50	1.183,8	2.318,5	21,7
7,0	1.668,8	0,46	6,50- 7,50	1.608,7	3.927,1	36,8
8,0	2.485,8	0,46	7,50- 8,50	1.843,0	5.770,2	54,0
9,0	3.385,9	0,44	8,50- 9,50	1.755,1	7.525,3	70,5
10,0	3.989,7	0,38	9,50-10,50	1.352,3	8.877,5	83,1
11,0	4.177,8	0,30	10,50-11,50	858,0	9.735,5	91,1
12,0	4.199,7	0,23	11,50-12,50	478,1	10.213,6	95,6
13,0	4.200,0	0,18	12,50-13,50	246,4	10.460,0	97,9
14,0	4.200,0	0,14	13,50-14,50	120,4	10.580,4	99,1
15,0	4.200,0	0,12	14,50-15,50	56,4	10.636,8	99,6
16,0	4.200,0	0,10	15,50-16,50	25,6	10.662,4	99,8
17,0	4.200,0	0,08	16,50-17,50	11,3	10.673,7	99,9
18,0	4.200,0	0,07	17,50-18,50	4,8	10.678,5	100,0
19,0	4.200,0	0,06	18,50-19,50	2,0	10.680,4	100,0
20,0	4.200,0	0,05	19,50-20,50	0,8	10.681,2	100,0
21,0	3.870,0	0,04	20,50-21,50	0,3	10.681,5	100,0
22,0	2.745,0	0,02	21,50-22,50	0,1	10.681,6	100,0
23,0	1.805,0	0,01	22,50-23,50	0,0	10.681,6	100,0
24,0	1.283,0	0,01	23,50-24,50	0,0	10.681,6	100,0
25,0	0,0	0,00	24,50-25,50	0,0	10.681,6	100,0



PARK - Analisi della curva di potenza

Calcolo: Avetrana - 15 V150 4.2MW @125m - layout rev.7WTG: WTG05 - VESTAS V150-4.2 4200 150.0 !OI, Altezza mozzo: 125,0 m
Nome: Level 0 - Calculated - Modes PO1 & PO1-0S - AGGIORNATA
Fonte: Manufacturer

Data fonte	Creata da	Creato	Redatto	Soglia di blocco [m/s]	Controllo della potenza	Tipo di curva Ct	Tipo di generatore	Potenza specifica kW/m ²
21/12/2017	FRI-EL	10/08/2017	11/07/2019	24,5	Pitch	Definito dall'utente	Variable	0,24

Document no.: DMS 0067-7067 V08.
IEC S (HH 105 & 155 m)
DiBT WZ2(S) (HH 123 & 166 m)

Confronto con curva HP - Nota: per densità dell'aria standard e parametro Weibull k = 2

V media	[m/s]	5	6	7	8	9	10
Valore HP Pitch, variable speed (2013)	[MWh]	8.530	12.511	16.163	19.289	21.849	23.843
VESTAS V150-4.2 4200 150.0 !OI Level 0 - Calculated - Modes PO1 & PO1-0S - AGGIORNATA	[MWh]	8.684	12.694	16.347	19.418	21.824	23.553
Valore di controllo	[%]	-2	-1	-1	-1	0	1

La tabella mostra il confronto con la produzione annuale di energia calcolata sulla base delle semplici "curve HP", che assumono che tutte le WTG abbiano prestazioni simili - solo la potenza specifica (kW/m²), la velocità singola/duale o stallo/pitch influenzano i valori calcolati. La produzione è intesa senza le perdite di scia.
For further details, ask at the Danish Energy Agency for project report J.nr. 51171/00-0016 or see windPRO manual chapter 3.5.2.
Il metodo è descritto nel rapporto EMD "20 Detailed Case Studies comparing Project Design Calculations and actual Energy Productions for Wind Energy Projects worldwide", gennaio 2003.
Usare la tabella per valutare se la curva di potenza data è ragionevole - se il valore di controllo è inferiore a -5%, la curva di potenza è probabilmente troppo ottimistica a causa dell'incertezza sulla sua misurazione.

Curva di potenza

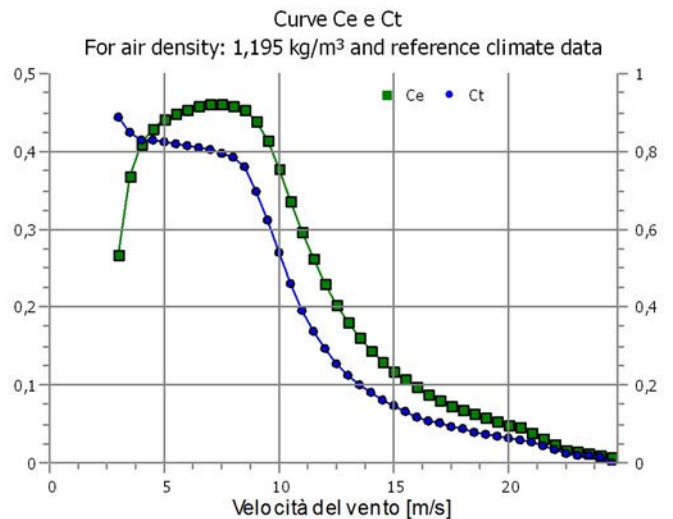
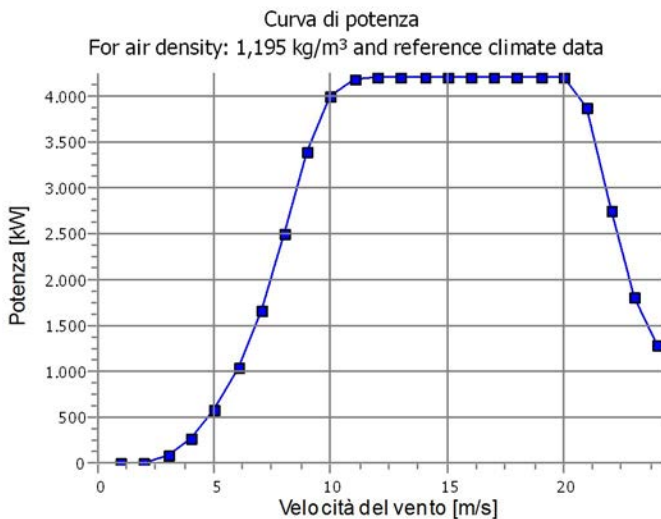
Dati originali dal Catalogo WTG, Densità dell'aria: 1,225 kg/m³

Velocità del vento [m/s]	Potenza [kW]	Ce	Velocità del vento [m/s]	Curva Ct
3,0	81,0	0,28	3,0	0,89
3,5	172,0	0,37	3,5	0,85
4,0	285,0	0,41	4,0	0,83
4,5	424,0	0,43	4,5	0,83
5,0	597,0	0,44	5,0	0,82
5,5	809,0	0,45	5,5	0,82
6,0	1.062,0	0,45	6,0	0,81
6,5	1.361,0	0,46	6,5	0,81
7,0	1.709,0	0,46	7,0	0,80
7,5	2.101,0	0,46	7,5	0,80
8,0	2.545,0	0,46	8,0	0,79
8,5	3.014,0	0,45	8,5	0,76
9,0	3.458,0	0,44	9,0	0,70
9,5	3.807,0	0,41	9,5	0,62
10,0	4.038,0	0,37	10,0	0,54
10,5	4.143,0	0,33	10,5	0,46
11,0	4.191,0	0,29	11,0	0,39
11,5	4.199,0	0,26	11,5	0,34
12,0	4.200,0	0,22	12,0	0,29
12,5	4.200,0	0,20	12,5	0,25
13,0	4.200,0	0,18	13,0	0,22
13,5	4.200,0	0,16	13,5	0,20
14,0	4.200,0	0,14	14,0	0,18
14,5	4.200,0	0,13	14,5	0,16
15,0	4.200,0	0,11	15,0	0,14
15,5	4.200,0	0,10	15,5	0,13
16,0	4.200,0	0,09	16,0	0,12
16,5	4.200,0	0,09	16,5	0,11
17,0	4.200,0	0,08	17,0	0,10
17,5	4.200,0	0,07	17,5	0,09
18,0	4.200,0	0,07	18,0	0,09
18,5	4.200,0	0,06	18,5	0,08
19,0	4.200,0	0,06	19,0	0,07
19,5	4.200,0	0,05	19,5	0,07
20,0	4.200,0	0,05	20,0	0,06
20,5	4.186,0	0,04	20,5	0,06
21,0	3.870,0	0,04	21,0	0,05
21,5	3.373,0	0,03	21,5	0,04
22,0	2.745,0	0,02	22,0	0,03
22,5	2.154,0	0,02	22,5	0,03
23,0	1.805,0	0,01	23,0	0,02
23,5	1.526,0	0,01	23,5	0,02
24,0	1.283,0	0,01	24,0	0,01
24,5	1.116,0	0,01	24,5	0,01

Potenza, efficienza ed energia vs. velocità del vento

Dati usati nel calcolo, Densità dell'aria: 1,195 kg/m³ New windPRO method (adjusted IEC method, improved to match turbine control) <RECOMMENDED>

Velocità del vento [m/s]	Potenza [kW]	Ce	Intervallo [m/s]	Energia [MWh]	Energia cumulata [MWh]	Frazione del totale [%]
1,0	0,0	0,00	0,50- 1,50	0,0	0,0	0,0
2,0	0,0	0,00	1,50- 2,50	0,0	0,0	0,0
3,0	76,4	0,27	2,50- 3,50	83,3	83,3	0,8
4,0	277,4	0,41	3,50- 4,50	318,6	401,9	3,9
5,0	582,5	0,44	4,50- 5,50	687,3	1.089,2	10,5
6,0	1.036,5	0,45	5,50- 6,50	1.138,0	2.227,1	21,4
7,0	1.668,0	0,46	6,50- 7,50	1.550,7	3.777,8	36,4
8,0	2.484,7	0,46	7,50- 8,50	1.783,7	5.561,5	53,5
9,0	3.384,6	0,44	8,50- 9,50	1.707,4	7.268,9	69,9
10,0	3.988,8	0,38	9,50-10,50	1.323,8	8.592,7	82,7
11,0	4.177,6	0,30	10,50-11,50	846,2	9.438,9	90,8
12,0	4.199,6	0,23	11,50-12,50	475,8	9.914,7	95,4
13,0	4.200,0	0,18	12,50-13,50	247,9	10.162,6	97,8
14,0	4.200,0	0,14	13,50-14,50	122,8	10.285,4	99,0
15,0	4.200,0	0,12	14,50-15,50	58,6	10.344,0	99,5
16,0	4.200,0	0,10	15,50-16,50	27,1	10.371,1	99,8
17,0	4.200,0	0,08	16,50-17,50	12,2	10.383,3	99,9
18,0	4.200,0	0,07	17,50-18,50	5,3	10.388,7	100,0
19,0	4.200,0	0,06	18,50-19,50	2,2	10.390,9	100,0
20,0	4.200,0	0,05	19,50-20,50	0,9	10.391,8	100,0
21,0	3.870,0	0,04	20,50-21,50	0,3	10.392,2	100,0
22,0	2.745,0	0,02	21,50-22,50	0,1	10.392,2	100,0
23,0	1.805,0	0,01	22,50-23,50	0,0	10.392,3	100,0
24,0	1.283,0	0,01	23,50-24,50	0,0	10.392,3	100,0
25,0	0,0	0,00	24,50-25,50	0,0	10.392,3	100,0



PARK - Analisi della curva di potenza

Calcolo: Avetrana - 15 V150 4.2MW @125m - layout rev.7WTG: WTG06 - VESTAS V150-4.2 4200 150.0 IOI, Altezza mozzo: 125,0 m
Nome: Level 0 - Calculated - Modes PO1 & PO1-0S - AGGIORNATA
Fonte: Manufacturer

Data fonte	Creata da	Creato	Redatto	Soglia di blocco [m/s]	Controllo della potenza	Tipo di curva Ct	Tipo di generatore	Potenza specifica kW/m ²
21/12/2017	FRI-EL	10/08/2017	11/07/2019	24,5	Pitch	Definito dall'utente	Variable	0,24

Document no.: DMS 0067-7067 V08.
IEC S (HH 105 & 155 m)
DiBT WZ2(S) (HH 123 & 166 m)

Confronto con curva HP - Nota: per densità dell'aria standard e parametro Weibull k = 2

V media	[m/s]	5	6	7	8	9	10
Valore HP Pitch, variable speed (2013)	[MWh]	8.530	12.511	16.163	19.289	21.849	23.843
VESTAS V150-4.2 4200 150.0 IOI Level 0 - Calculated - Modes PO1 & PO1-0S - AGGIORNATA	[MWh]	8.684	12.694	16.347	19.418	21.824	23.553
Valore di controllo	[%]	-2	-1	-1	-1	0	1

La tabella mostra il confronto con la produzione annuale di energia calcolata sulla base delle semplici "curve HP", che assumono che tutte le WTG abbiano prestazioni simili - solo la potenza specifica (kW/m²), la velocità singola/duale o stallo/pitch influenzano i valori calcolati. La produzione è intesa senza le perdite di scia.
For further details, ask at the Danish Energy Agency for project report J.nr. 51171/00-0016 or see windPRO manual chapter 3.5.2.
Il metodo è descritto nel rapporto EMD "20 Detailed Case Studies comparing Project Design Calculations and actual Energy Productions for Wind Energy Projects worldwide", gennaio 2003.
Usare la tabella per valutare se la curva di potenza data è ragionevole - se il valore di controllo è inferiore a -5%, la curva di potenza è probabilmente troppo ottimistica a causa dell'incertezza sulla sua misurazione.

Curva di potenza

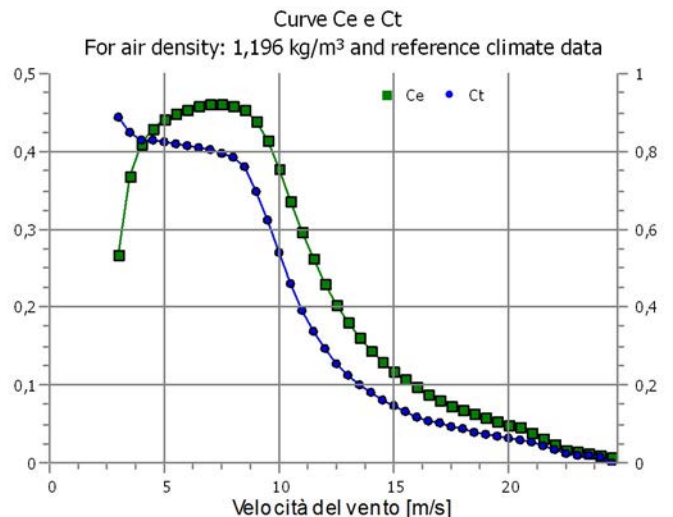
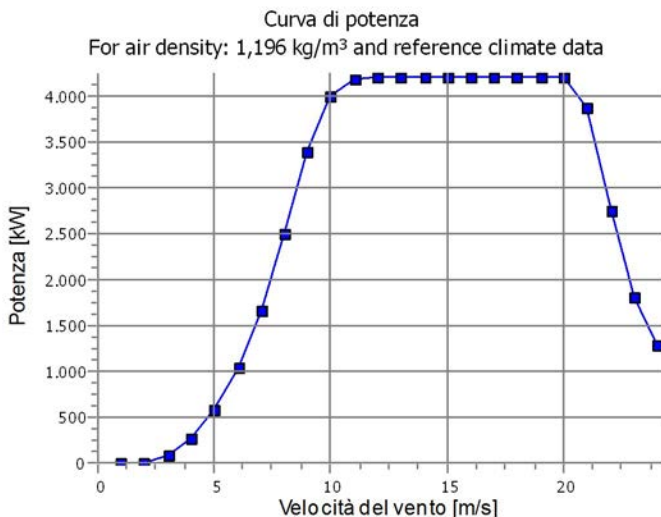
Dati originali dal Catalogo WTG, Densità dell'aria: 1,225 kg/m³

Velocità del vento [m/s]	Potenza [kW]	Ce	Velocità del vento [m/s]	Curva Ct
3,0	81,0	0,28	3,0	0,89
3,5	172,0	0,37	3,5	0,85
4,0	285,0	0,41	4,0	0,83
4,5	424,0	0,43	4,5	0,83
5,0	597,0	0,44	5,0	0,82
5,5	809,0	0,45	5,5	0,82
6,0	1.062,0	0,45	6,0	0,81
6,5	1.361,0	0,46	6,5	0,81
7,0	1.709,0	0,46	7,0	0,80
7,5	2.101,0	0,46	7,5	0,80
8,0	2.545,0	0,46	8,0	0,79
8,5	3.014,0	0,45	8,5	0,76
9,0	3.458,0	0,44	9,0	0,70
9,5	3.807,0	0,41	9,5	0,62
10,0	4.038,0	0,37	10,0	0,54
10,5	4.143,0	0,33	10,5	0,46
11,0	4.191,0	0,29	11,0	0,39
11,5	4.199,0	0,26	11,5	0,34
12,0	4.200,0	0,22	12,0	0,29
12,5	4.200,0	0,20	12,5	0,25
13,0	4.200,0	0,18	13,0	0,22
13,5	4.200,0	0,16	13,5	0,20
14,0	4.200,0	0,14	14,0	0,18
14,5	4.200,0	0,13	14,5	0,16
15,0	4.200,0	0,11	15,0	0,14
15,5	4.200,0	0,10	15,5	0,13
16,0	4.200,0	0,09	16,0	0,12
16,5	4.200,0	0,09	16,5	0,11
17,0	4.200,0	0,08	17,0	0,10
17,5	4.200,0	0,07	17,5	0,09
18,0	4.200,0	0,07	18,0	0,09
18,5	4.200,0	0,06	18,5	0,08
19,0	4.200,0	0,06	19,0	0,07
19,5	4.200,0	0,05	19,5	0,07
20,0	4.200,0	0,05	20,0	0,06
20,5	4.186,0	0,04	20,5	0,06
21,0	3.870,0	0,04	21,0	0,05
21,5	3.373,0	0,03	21,5	0,04
22,0	2.745,0	0,02	22,0	0,03
22,5	2.154,0	0,02	22,5	0,03
23,0	1.805,0	0,01	23,0	0,02
23,5	1.526,0	0,01	23,5	0,02
24,0	1.283,0	0,01	24,0	0,01
24,5	1.116,0	0,01	24,5	0,01

Potenza, efficienza ed energia vs. velocità del vento

Dati usati nel calcolo, Densità dell'aria: 1,196 kg/m³ New windPRO method (adjusted IEC method, improved to match turbine control) <RECOMMENDED>

Velocità del vento [m/s]	Potenza [kW]	Ce	Intervallo [m/s]	Energia [MWh]	Energia cumulata [MWh]	Frazione del totale [%]
1,0	0,0	0,00	0,50-1,50	0,0	0,0	0,0
2,0	0,0	0,00	1,50-2,50	0,0	0,0	0,0
3,0	76,5	0,27	2,50-3,50	85,0	85,0	0,8
4,0	277,6	0,41	3,50-4,50	326,7	411,7	3,7
5,0	582,9	0,44	4,50-5,50	709,3	1.121,0	9,9
6,0	1.037,2	0,45	5,50-6,50	1.185,4	2.306,5	20,5
7,0	1.669,3	0,46	6,50-7,50	1.634,8	3.941,3	35,0
8,0	2.486,5	0,46	7,50-8,50	1.908,8	5.850,1	51,9
9,0	3.386,8	0,44	8,50-9,50	1.859,4	7.709,5	68,4
10,0	3.990,3	0,38	9,50-10,50	1.470,9	9.180,4	81,4
11,0	4.178,0	0,30	10,50-11,50	962,0	10.142,4	89,9
12,0	4.199,7	0,23	11,50-12,50	554,5	10.696,9	94,9
13,0	4.200,0	0,18	12,50-13,50	296,2	10.993,1	97,5
14,0	4.200,0	0,14	13,50-14,50	149,9	11.142,9	98,8
15,0	4.200,0	0,12	14,50-15,50	72,6	11.215,6	99,5
16,0	4.200,0	0,10	15,50-16,50	33,9	11.249,5	99,8
17,0	4.200,0	0,08	16,50-17,50	15,3	11.264,7	99,9
18,0	4.200,0	0,07	17,50-18,50	6,6	11.271,4	100,0
19,0	4.200,0	0,06	18,50-19,50	2,7	11.274,1	100,0
20,0	4.200,0	0,05	19,50-20,50	1,1	11.275,2	100,0
21,0	3.870,0	0,04	20,50-21,50	0,4	11.275,6	100,0
22,0	2.745,0	0,02	21,50-22,50	0,1	11.275,7	100,0
23,0	1.805,0	0,01	22,50-23,50	0,0	11.275,7	100,0
24,0	1.283,0	0,01	23,50-24,50	0,0	11.275,7	100,0
25,0	0,0	0,00	24,50-25,50	0,0	11.275,7	100,0



PARK - Analisi della curva di potenza

Calcolo: Avetrana - 15 V150 4.2MW @125m - layout rev.7WTG: WTG07 - VESTAS V150-4.2 4200 150.0 IOI, Altezza mozzo: 125,0 m
Nome: Level 0 - Calculated - Modes PO1 & PO1-0S - AGGIORNATA
Fonte: Manufacturer

Data fonte	Creata da	Creato	Redatto	Soglia di blocco [m/s]	Controllo della potenza	Tipo di curva Ct	Tipo di generatore	Potenza specifica kW/m ²
21/12/2017	FRI-EL	10/08/2017	11/07/2019	24,5	Pitch	Definito dall'utente	Variable	0,24

Document no.: DMS 0067-7067 V08.
IEC S (HH 105 & 155 m)
DiBT WZ2(S) (HH 123 & 166 m)

Confronto con curva HP - Nota: per densità dell'aria standard e parametro Weibull k = 2

V media	[m/s]	5	6	7	8	9	10
Valore HP Pitch, variable speed (2013)	[MWh]	8.530	12.511	16.163	19.289	21.849	23.843
VESTAS V150-4.2 4200 150.0 IOI Level 0 - Calculated - Modes PO1 & PO1-0S - AGGIORNATA	[MWh]	8.684	12.694	16.347	19.418	21.824	23.553
Valore di controllo	[%]	-2	-1	-1	-1	0	1

La tabella mostra il confronto con la produzione annuale di energia calcolata sulla base delle semplici "curve HP", che assumono che tutte le WTG abbiano prestazioni simili - solo la potenza specifica (kW/m²), la velocità singola/duale o stallo/pitch influenzano i valori calcolati. La produzione è intesa senza le perdite di scia.
For further details, ask at the Danish Energy Agency for project report J.nr. 51171/00-0016 or see windPRO manual chapter 3.5.2.
Il metodo è descritto nel rapporto EMD "20 Detailed Case Studies comparing Project Design Calculations and actual Energy Productions for Wind Energy Projects worldwide", gennaio 2003.
Usare la tabella per valutare se la curva di potenza data è ragionevole - se il valore di controllo è inferiore a -5%, la curva di potenza è probabilmente troppo ottimistica a causa dell'incertezza sulla sua misurazione.

Curva di potenza

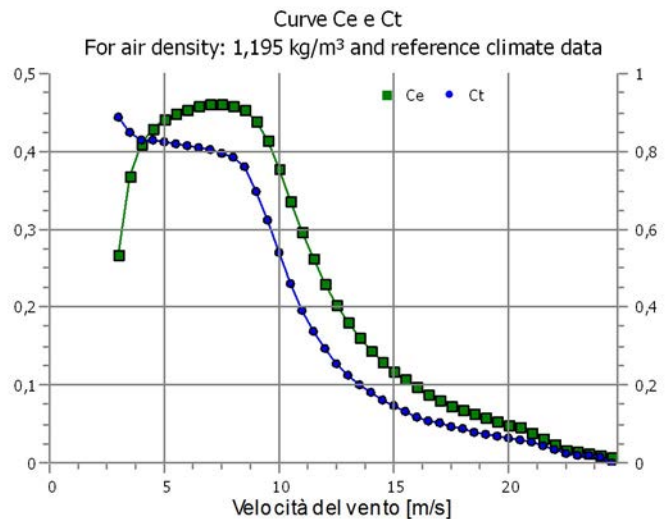
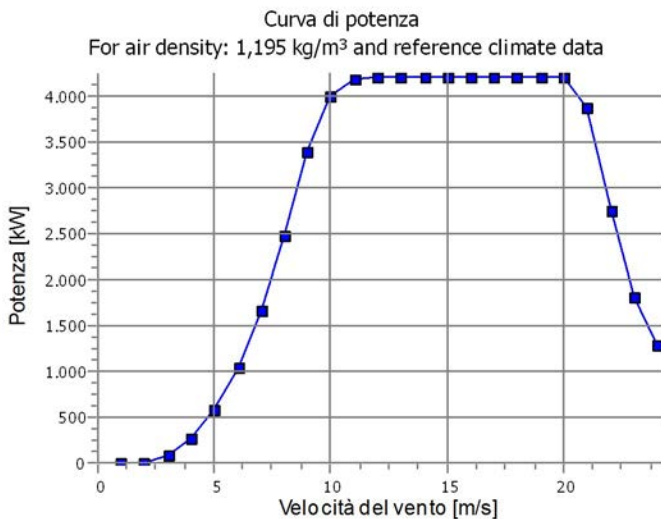
Dati originali dal Catalogo WTG, Densità dell'aria: 1,225 kg/m³

Velocità del vento [m/s]	Potenza [kW]	Ce	Velocità del vento [m/s]	Curva Ct
3,0	81,0	0,28	3,0	0,89
3,5	172,0	0,37	3,5	0,85
4,0	285,0	0,41	4,0	0,83
4,5	424,0	0,43	4,5	0,83
5,0	597,0	0,44	5,0	0,82
5,5	809,0	0,45	5,5	0,82
6,0	1.062,0	0,45	6,0	0,81
6,5	1.361,0	0,46	6,5	0,81
7,0	1.709,0	0,46	7,0	0,80
7,5	2.101,0	0,46	7,5	0,80
8,0	2.545,0	0,46	8,0	0,79
8,5	3.014,0	0,45	8,5	0,76
9,0	3.458,0	0,44	9,0	0,70
9,5	3.807,0	0,41	9,5	0,62
10,0	4.038,0	0,37	10,0	0,54
10,5	4.143,0	0,33	10,5	0,46
11,0	4.191,0	0,29	11,0	0,39
11,5	4.199,0	0,26	11,5	0,34
12,0	4.200,0	0,22	12,0	0,29
12,5	4.200,0	0,20	12,5	0,25
13,0	4.200,0	0,18	13,0	0,22
13,5	4.200,0	0,16	13,5	0,20
14,0	4.200,0	0,14	14,0	0,18
14,5	4.200,0	0,13	14,5	0,16
15,0	4.200,0	0,11	15,0	0,14
15,5	4.200,0	0,10	15,5	0,13
16,0	4.200,0	0,09	16,0	0,12
16,5	4.200,0	0,09	16,5	0,11
17,0	4.200,0	0,08	17,0	0,10
17,5	4.200,0	0,07	17,5	0,09
18,0	4.200,0	0,07	18,0	0,09
18,5	4.200,0	0,06	18,5	0,08
19,0	4.200,0	0,06	19,0	0,07
19,5	4.200,0	0,05	19,5	0,07
20,0	4.200,0	0,05	20,0	0,06
20,5	4.186,0	0,04	20,5	0,06
21,0	3.870,0	0,04	21,0	0,05
21,5	3.373,0	0,03	21,5	0,04
22,0	2.745,0	0,02	22,0	0,03
22,5	2.154,0	0,02	22,5	0,03
23,0	1.805,0	0,01	23,0	0,02
23,5	1.526,0	0,01	23,5	0,02
24,0	1.283,0	0,01	24,0	0,01
24,5	1.116,0	0,01	24,5	0,01

Potenza, efficienza ed energia vs. velocità del vento

Dati usati nel calcolo, Densità dell'aria: 1,195 kg/m³ New windPRO method (adjusted IEC method, improved to match turbine control) <RECOMMENDED>

Velocità del vento [m/s]	Potenza [kW]	Ce	Intervallo [m/s]	Energia [MWh]	Energia cumulata [MWh]	Frazione del totale [%]
1,0	0,0	0,00	0,50- 1,50	0,0	0,0	0,0
2,0	0,0	0,00	1,50- 2,50	0,0	0,0	0,0
3,0	76,4	0,27	2,50- 3,50	82,5	82,5	0,8
4,0	277,3	0,41	3,50- 4,50	316,0	398,5	3,8
5,0	582,3	0,44	4,50- 5,50	682,4	1.080,9	10,4
6,0	1.036,2	0,45	5,50- 6,50	1.131,8	2.212,7	21,3
7,0	1.667,7	0,46	6,50- 7,50	1.545,3	3.758,0	36,2
8,0	2.484,2	0,46	7,50- 8,50	1.781,2	5.539,2	53,3
9,0	3.384,0	0,44	8,50- 9,50	1.708,6	7.247,8	69,7
10,0	3.988,4	0,38	9,50-10,50	1.327,8	8.575,5	82,5
11,0	4.177,5	0,30	10,50-11,50	851,1	9.426,6	90,7
12,0	4.199,6	0,23	11,50-12,50	480,1	9.906,7	95,3
13,0	4.200,0	0,18	12,50-13,50	251,3	10.158,1	97,7
14,0	4.200,0	0,14	13,50-14,50	125,2	10.283,3	98,9
15,0	4.200,0	0,12	14,50-15,50	60,2	10.343,5	99,5
16,0	4.200,0	0,10	15,50-16,50	28,2	10.371,7	99,8
17,0	4.200,0	0,08	16,50-17,50	12,9	10.384,6	99,9
18,0	4.200,0	0,07	17,50-18,50	5,7	10.390,3	100,0
19,0	4.200,0	0,06	18,50-19,50	2,5	10.392,8	100,0
20,0	4.200,0	0,05	19,50-20,50	1,0	10.393,8	100,0
21,0	3.870,0	0,04	20,50-21,50	0,4	10.394,2	100,0
22,0	2.745,0	0,02	21,50-22,50	0,1	10.394,3	100,0
23,0	1.805,0	0,01	22,50-23,50	0,0	10.394,3	100,0
24,0	1.283,0	0,01	23,50-24,50	0,0	10.394,3	100,0
25,0	0,0	0,00	24,50-25,50	0,0	10.394,3	100,0



PARK - Analisi della curva di potenza

Calcolo: Avetrana - 15 V150 4.2MW @125m - layout rev.7WTG: WTG08 - VESTAS V150-4.2 4200 150.0 IOI, Altezza mozzo: 125,0 m
Nome: Level 0 - Calculated - Modes PO1 & PO1-0S - AGGIORNATA
Fonte: Manufacturer

Data fonte	Creata da	Creato	Redatto	Soglia di blocco [m/s]	Controllo della potenza	Tipo di curva Ct	Tipo di generatore	Potenza specifica kW/m ²
21/12/2017	FRI-EL	10/08/2017	11/07/2019	24,5	Pitch	Definito dall'utente	Variable	0,24

Document no.: DMS 0067-7067 V08.
IEC S (HH 105 & 155 m)
DiBT WZ2(S) (HH 123 & 166 m)

Confronto con curva HP - Nota: per densità dell'aria standard e parametro Weibull k = 2

V media	[m/s]	5	6	7	8	9	10
Valore HP Pitch, variable speed (2013)	[MWh]	8.530	12.511	16.163	19.289	21.849	23.843
VESTAS V150-4.2 4200 150.0 IOI Level 0 - Calculated - Modes PO1 & PO1-0S - AGGIORNATA	[MWh]	8.684	12.694	16.347	19.418	21.824	23.553
Valore di controllo	[%]	-2	-1	-1	-1	0	1

La tabella mostra il confronto con la produzione annuale di energia calcolata sulla base delle semplici "curve HP", che assumono che tutte le WTG abbiano prestazioni simili - solo la potenza specifica (kW/m²), la velocità singola/duale o stallo/pitch influenzano i valori calcolati. La produzione è intesa senza le perdite di scia.
For further details, ask at the Danish Energy Agency for project report J.nr. 51171/00-0016 or see windPRO manual chapter 3.5.2.
Il metodo è descritto nel rapporto EMD "20 Detailed Case Studies comparing Project Design Calculations and actual Energy Productions for Wind Energy Projects worldwide", gennaio 2003.
Usare la tabella per valutare se la curva di potenza data è ragionevole - se il valore di controllo è inferiore a -5%, la curva di potenza è probabilmente troppo ottimistica a causa dell'incertezza sulla sua misurazione.

Curva di potenza

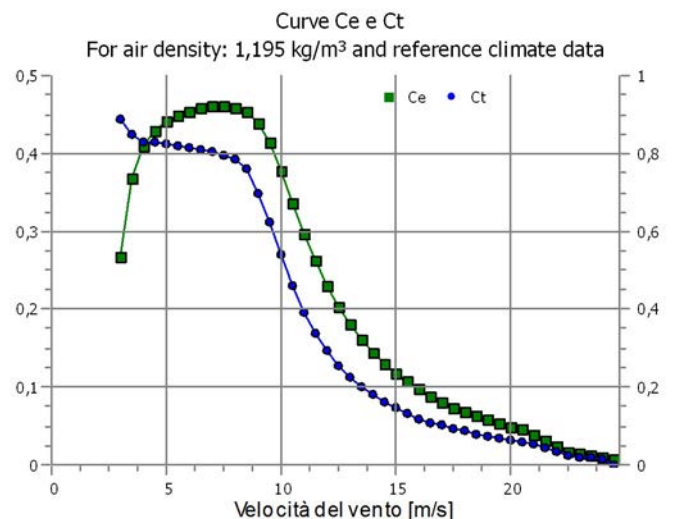
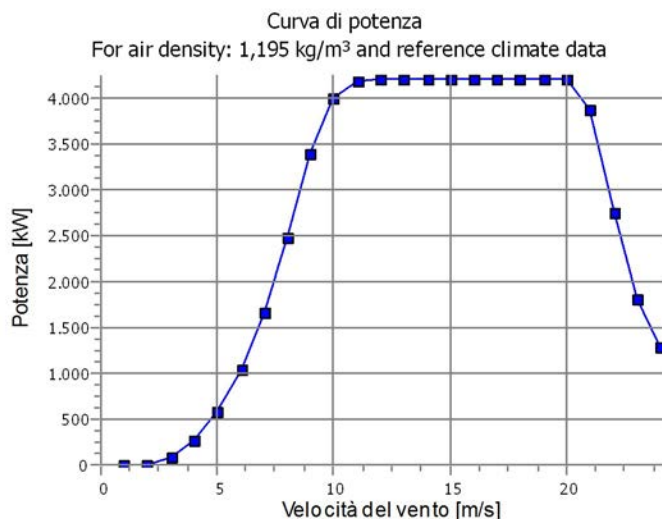
Dati originali dal Catalogo WTG, Densità dell'aria: 1,225 kg/m³

Velocità del vento [m/s]	Potenza [kW]	Ce	Velocità del vento [m/s]	Curva Ct
3,0	81,0	0,28	3,0	0,89
3,5	172,0	0,37	3,5	0,85
4,0	285,0	0,41	4,0	0,83
4,5	424,0	0,43	4,5	0,83
5,0	597,0	0,44	5,0	0,82
5,5	809,0	0,45	5,5	0,82
6,0	1.062,0	0,45	6,0	0,81
6,5	1.361,0	0,46	6,5	0,81
7,0	1.709,0	0,46	7,0	0,80
7,5	2.101,0	0,46	7,5	0,80
8,0	2.545,0	0,46	8,0	0,79
8,5	3.014,0	0,45	8,5	0,76
9,0	3.458,0	0,44	9,0	0,70
9,5	3.807,0	0,41	9,5	0,62
10,0	4.038,0	0,37	10,0	0,54
10,5	4.143,0	0,33	10,5	0,46
11,0	4.191,0	0,29	11,0	0,39
11,5	4.199,0	0,26	11,5	0,34
12,0	4.200,0	0,22	12,0	0,29
12,5	4.200,0	0,20	12,5	0,25
13,0	4.200,0	0,18	13,0	0,22
13,5	4.200,0	0,16	13,5	0,20
14,0	4.200,0	0,14	14,0	0,18
14,5	4.200,0	0,13	14,5	0,16
15,0	4.200,0	0,11	15,0	0,14
15,5	4.200,0	0,10	15,5	0,13
16,0	4.200,0	0,09	16,0	0,12
16,5	4.200,0	0,09	16,5	0,11
17,0	4.200,0	0,08	17,0	0,10
17,5	4.200,0	0,07	17,5	0,09
18,0	4.200,0	0,07	18,0	0,09
18,5	4.200,0	0,06	18,5	0,08
19,0	4.200,0	0,06	19,0	0,07
19,5	4.200,0	0,05	19,5	0,07
20,0	4.200,0	0,05	20,0	0,06
20,5	4.186,0	0,04	20,5	0,06
21,0	3.870,0	0,04	21,0	0,05
21,5	3.373,0	0,03	21,5	0,04
22,0	2.745,0	0,02	22,0	0,03
22,5	2.154,0	0,02	22,5	0,03
23,0	1.805,0	0,01	23,0	0,02
23,5	1.526,0	0,01	23,5	0,02
24,0	1.283,0	0,01	24,0	0,01
24,5	1.116,0	0,01	24,5	0,01

Potenza, efficienza ed energia vs. velocità del vento

Dati usati nel calcolo, Densità dell'aria: 1,195 kg/m³ New windPRO method (adjusted IEC method, improved to match turbine control) <RECOMMENDED>

Velocità del vento [m/s]	Potenza [kW]	Ce	Intervallo [m/s]	Energia [MWh]	Energia cumulata [MWh]	Frazione del totale [%]
1,0	0,0	0,00	0,50- 1,50	0,0	0,0	0,0
2,0	0,0	0,00	1,50- 2,50	0,0	0,0	0,0
3,0	76,4	0,27	2,50- 3,50	83,2	83,2	0,8
4,0	277,4	0,41	3,50- 4,50	319,5	402,7	3,7
5,0	582,4	0,44	4,50- 5,50	692,6	1.095,3	10,1
6,0	1.036,3	0,45	5,50- 6,50	1.153,8	2.249,1	20,8
7,0	1.667,8	0,46	6,50- 7,50	1.583,7	3.832,8	35,5
8,0	2.484,4	0,46	7,50- 8,50	1.837,5	5.670,2	52,5
9,0	3.384,2	0,44	8,50- 9,50	1.776,8	7.447,1	68,9
10,0	3.988,6	0,38	9,50-10,50	1.394,7	8.841,7	81,8
11,0	4.177,5	0,30	10,50-11,50	905,4	9.747,1	90,2
12,0	4.199,6	0,23	11,50-12,50	518,8	10.265,9	95,0
13,0	4.200,0	0,18	12,50-13,50	276,5	10.542,3	97,5
14,0	4.200,0	0,14	13,50-14,50	140,4	10.682,7	98,8
15,0	4.200,0	0,12	14,50-15,50	68,7	10.751,4	99,5
16,0	4.200,0	0,10	15,50-16,50	32,6	10.783,9	99,8
17,0	4.200,0	0,08	16,50-17,50	15,0	10.798,9	99,9
18,0	4.200,0	0,07	17,50-18,50	6,7	10.805,6	100,0
19,0	4.200,0	0,06	18,50-19,50	2,9	10.808,5	100,0
20,0	4.200,0	0,05	19,50-20,50	1,2	10.809,6	100,0
21,0	3.870,0	0,04	20,50-21,50	0,4	10.810,1	100,0
22,0	2.745,0	0,02	21,50-22,50	0,1	10.810,2	100,0
23,0	1.805,0	0,01	22,50-23,50	0,0	10.810,2	100,0
24,0	1.283,0	0,01	23,50-24,50	0,0	10.810,2	100,0
25,0	0,0	0,00	24,50-25,50	0,0	10.810,2	100,0



PARK - Analisi della curva di potenza

Calcolo: Avetrana - 15 V150 4.2MW @125m - layout rev.7WTG: WTG09 - VESTAS V150-4.2 4200 150.0 IOI, Altezza mozzo: 125,0 m
Nome: Level 0 - Calculated - Modes PO1 & PO1-0S - AGGIORNATA
Fonte: Manufacturer

Data fonte	Creata da	Creato	Redatto	Soglia di blocco [m/s]	Controllo della potenza	Tipo di curva Ct	Tipo di generatore	Potenza specifica kW/m ²
21/12/2017	FRI-EL	10/08/2017	11/07/2019	24,5	Pitch	Definito dall'utente	Variable	0,24

Document no.: DMS 0067-7067 V08.
IEC S (HH 105 & 155 m)
DiBT WZ2(S) (HH 123 & 166 m)

Confronto con curva HP - Nota: per densità dell'aria standard e parametro Weibull k = 2

V media	[m/s]	5	6	7	8	9	10
Valore HP Pitch, variable speed (2013)	[MWh]	8.530	12.511	16.163	19.289	21.849	23.843
VESTAS V150-4.2 4200 150.0 IOI Level 0 - Calculated - Modes PO1 & PO1-0S - AGGIORNATA	[MWh]	8.684	12.694	16.347	19.418	21.824	23.553
Valore di controllo	[%]	-2	-1	-1	-1	0	1

La tabella mostra il confronto con la produzione annuale di energia calcolata sulla base delle semplici "curve HP", che assumono che tutte le WTG abbiano prestazioni simili - solo la potenza specifica (kW/m²), la velocità singola/duale o stallo/pitch influenzano i valori calcolati. La produzione è intesa senza le perdite di scia.
For further details, ask at the Danish Energy Agency for project report J.nr. 51171/00-0016 or see windPRO manual chapter 3.5.2.
Il metodo è descritto nel rapporto EMD "20 Detailed Case Studies comparing Project Design Calculations and actual Energy Productions for Wind Energy Projects worldwide", gennaio 2003.
Usare la tabella per valutare se la curva di potenza data è ragionevole - se il valore di controllo è inferiore a -5%, la curva di potenza è probabilmente troppo ottimistica a causa dell'incertezza sulla sua misurazione.

Curva di potenza

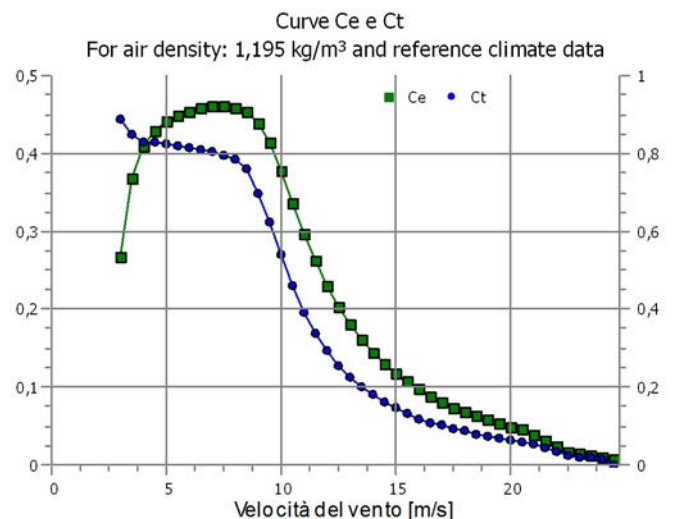
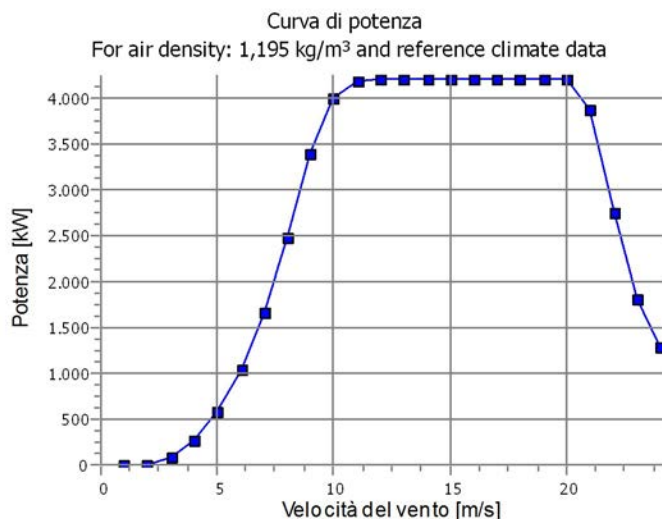
Dati originali dal Catalogo WTG, Densità dell'aria: 1,225 kg/m³

Velocità del vento [m/s]	Potenza [kW]	Ce	Velocità del vento [m/s]	Curva Ct
3,0	81,0	0,28	3,0	0,89
3,5	172,0	0,37	3,5	0,85
4,0	285,0	0,41	4,0	0,83
4,5	424,0	0,43	4,5	0,83
5,0	597,0	0,44	5,0	0,82
5,5	809,0	0,45	5,5	0,82
6,0	1.062,0	0,45	6,0	0,81
6,5	1.361,0	0,46	6,5	0,81
7,0	1.709,0	0,46	7,0	0,80
7,5	2.101,0	0,46	7,5	0,80
8,0	2.545,0	0,46	8,0	0,79
8,5	3.014,0	0,45	8,5	0,76
9,0	3.458,0	0,44	9,0	0,70
9,5	3.807,0	0,41	9,5	0,62
10,0	4.038,0	0,37	10,0	0,54
10,5	4.142,0	0,33	10,5	0,46
11,0	4.191,0	0,29	11,0	0,39
11,5	4.199,0	0,26	11,5	0,34
12,0	4.200,0	0,22	12,0	0,29
12,5	4.200,0	0,20	12,5	0,25
13,0	4.200,0	0,18	13,0	0,22
13,5	4.200,0	0,16	13,5	0,20
14,0	4.200,0	0,14	14,0	0,18
14,5	4.200,0	0,13	14,5	0,16
15,0	4.200,0	0,11	15,0	0,14
15,5	4.200,0	0,10	15,5	0,13
16,0	4.200,0	0,09	16,0	0,12
16,5	4.200,0	0,09	16,5	0,11
17,0	4.200,0	0,08	17,0	0,10
17,5	4.200,0	0,07	17,5	0,09
18,0	4.200,0	0,07	18,0	0,09
18,5	4.200,0	0,06	18,5	0,08
19,0	4.200,0	0,06	19,0	0,07
19,5	4.200,0	0,05	19,5	0,07
20,0	4.200,0	0,05	20,0	0,06
20,5	4.186,0	0,04	20,5	0,06
21,0	3.870,0	0,04	21,0	0,05
21,5	3.373,0	0,03	21,5	0,04
22,0	2.745,0	0,02	22,0	0,03
22,5	2.154,0	0,02	22,5	0,03
23,0	1.805,0	0,01	23,0	0,02
23,5	1.526,0	0,01	23,5	0,02
24,0	1.283,0	0,01	24,0	0,01
24,5	1.116,0	0,01	24,5	0,01

Potenza, efficienza ed energia vs. velocità del vento

Dati usati nel calcolo, Densità dell'aria: 1,195 kg/m³ New windPRO method (adjusted IEC method, improved to match turbine control) <RECOMMENDED>

Velocità del vento [m/s]	Potenza [kW]	Ce	Intervallo [m/s]	Energia [MWh]	Energia cumulata [MWh]	Frazione del totale [%]
1,0	0,0	0,00	0,50-1,50	0,0	0,0	0,0
2,0	0,0	0,00	1,50-2,50	0,0	0,0	0,0
3,0	76,3	0,27	2,50-3,50	79,7	79,7	0,7
4,0	277,3	0,41	3,50-4,50	307,2	386,9	3,4
5,0	582,2	0,44	4,50-5,50	671,7	1.058,5	9,2
6,0	1.036,1	0,45	5,50-6,50	1.135,1	2.193,7	19,2
7,0	1.667,4	0,46	6,50-7,50	1.590,5	3.784,2	33,1
8,0	2.483,7	0,46	7,50-8,50	1.895,7	5.679,8	49,6
9,0	3.383,4	0,44	8,50-9,50	1.893,0	7.572,9	66,1
10,0	3.988,1	0,38	9,50-10,50	1.540,6	9.113,5	79,6
11,0	4.177,4	0,30	10,50-11,50	1.039,5	10.153,0	88,7
12,0	4.199,6	0,23	11,50-12,50	618,4	10.771,4	94,1
13,0	4.200,0	0,18	12,50-13,50	340,0	11.111,4	97,1
14,0	4.200,0	0,14	13,50-14,50	176,3	11.287,8	98,6
15,0	4.200,0	0,12	14,50-15,50	87,0	11.374,8	99,4
16,0	4.200,0	0,10	15,50-16,50	41,2	11.416,0	99,7
17,0	4.200,0	0,08	16,50-17,50	18,7	11.434,7	99,9
18,0	4.200,0	0,07	17,50-18,50	8,2	11.442,9	100,0
19,0	4.200,0	0,06	18,50-19,50	3,4	11.446,4	100,0
20,0	4.200,0	0,05	19,50-20,50	1,4	11.447,8	100,0
21,0	3.870,0	0,04	20,50-21,50	0,5	11.448,3	100,0
22,0	2.745,0	0,02	21,50-22,50	0,1	11.448,4	100,0
23,0	1.805,0	0,01	22,50-23,50	0,0	11.448,4	100,0
24,0	1.283,0	0,01	23,50-24,50	0,0	11.448,5	100,0
25,0	0,0	0,00	24,50-25,50	0,0	11.448,5	100,0



PARK - Analisi della curva di potenza

Calcolo: Avetrana - 15 V150 4.2MW @125m - layout rev.7WTG: WTG10 - VESTAS V150-4.2 4200 150.0 IOI, Altezza mozzo: 125,0 m
Nome: Level 0 - Calculated - Modes PO1 & PO1-OS - AGGIORNATA
Fonte: Manufacturer

Data fonte	Creata da	Creato	Redatto	Soglia di blocco [m/s]	Controllo della potenza	Tipo di curva Ct	Tipo di generatore	Potenza specifica kW/m ²
21/12/2017	FRI-EL	10/08/2017	11/07/2019	24,5	Pitch	Definito dall'utente	Variable	0,24

Document no.: DMS 0067-7067 V08.
IEC S (HH 105 & 155 m)
DiBT WZ2(S) (HH 123 & 166 m)

Confronto con curva HP - Nota: per densità dell'aria standard e parametro Weibull k = 2

V media	[m/s]	5	6	7	8	9	10
Valore HP Pitch, variable speed (2013)	[MWh]	8.530	12.511	16.163	19.289	21.849	23.843
VESTAS V150-4.2 4200 150.0 IOI Level 0 - Calculated - Modes PO1 & PO1-OS - AGGIORNATA	[MWh]	8.684	12.694	16.347	19.418	21.824	23.553
Valore di controllo	[%]	-2	-1	-1	-1	0	1

La tabella mostra il confronto con la produzione annuale di energia calcolata sulla base delle semplici "curve HP", che assumono che tutte le WTG abbiano prestazioni simili - solo la potenza specifica (kW/m²), la velocità singola/duale o stallo/pitch influenzano i valori calcolati. La produzione è intesa senza le perdite di scia.
For further details, ask at the Danish Energy Agency for project report J.nr. 51171/00-0016 or see windPRO manual chapter 3.5.2.
Il metodo è descritto nel rapporto EMD "20 Detailed Case Studies comparing Project Design Calculations and actual Energy Productions for Wind Energy Projects worldwide", gennaio 2003.
Usare la tabella per valutare se la curva di potenza data è ragionevole - se il valore di controllo è inferiore a -5%, la curva di potenza è probabilmente troppo ottimistica a causa dell'incertezza sulla sua misurazione.

Curva di potenza

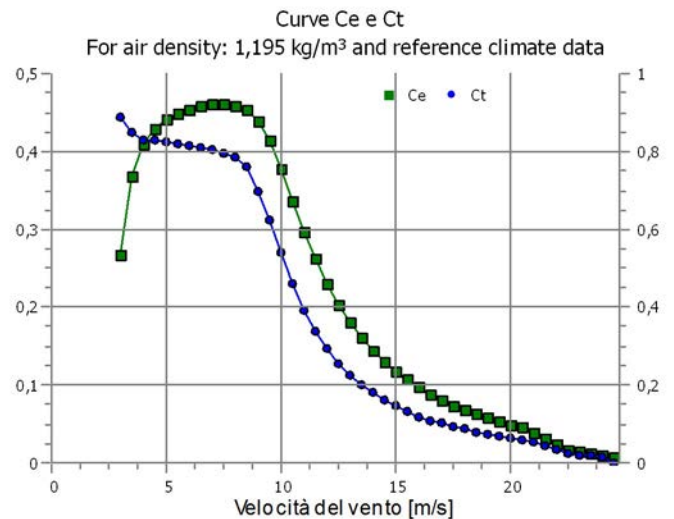
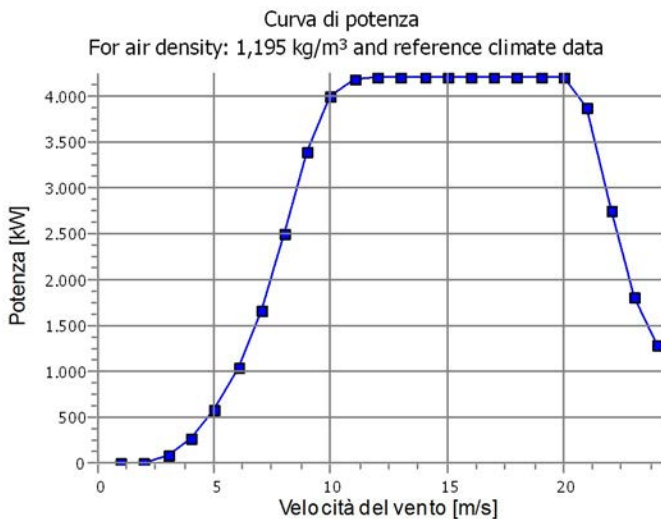
Dati originali dal Catalogo WTG, Densità dell'aria: 1,225 kg/m³

Velocità del vento [m/s]	Potenza [kW]	Ce	Velocità del vento [m/s]	Curva Ct
3,0	81,0	0,28	3,0	0,89
3,5	172,0	0,37	3,5	0,85
4,0	285,0	0,41	4,0	0,83
4,5	424,0	0,43	4,5	0,83
5,0	597,0	0,44	5,0	0,82
5,5	809,0	0,45	5,5	0,82
6,0	1.062,0	0,45	6,0	0,81
6,5	1.361,0	0,46	6,5	0,81
7,0	1.709,0	0,46	7,0	0,80
7,5	2.101,0	0,46	7,5	0,80
8,0	2.545,0	0,46	8,0	0,79
8,5	3.014,0	0,45	8,5	0,76
9,0	3.458,0	0,44	9,0	0,70
9,5	3.807,0	0,41	9,5	0,62
10,0	4.038,0	0,37	10,0	0,54
10,5	4.143,0	0,33	10,5	0,46
11,0	4.191,0	0,29	11,0	0,39
11,5	4.199,0	0,26	11,5	0,34
12,0	4.200,0	0,22	12,0	0,29
12,5	4.200,0	0,20	12,5	0,25
13,0	4.200,0	0,18	13,0	0,22
13,5	4.200,0	0,16	13,5	0,20
14,0	4.200,0	0,14	14,0	0,18
14,5	4.200,0	0,13	14,5	0,16
15,0	4.200,0	0,11	15,0	0,14
15,5	4.200,0	0,10	15,5	0,13
16,0	4.200,0	0,09	16,0	0,12
16,5	4.200,0	0,09	16,5	0,11
17,0	4.200,0	0,08	17,0	0,10
17,5	4.200,0	0,07	17,5	0,09
18,0	4.200,0	0,07	18,0	0,09
18,5	4.200,0	0,06	18,5	0,08
19,0	4.200,0	0,06	19,0	0,07
19,5	4.200,0	0,05	19,5	0,07
20,0	4.200,0	0,05	20,0	0,06
20,5	4.186,0	0,04	20,5	0,06
21,0	3.870,0	0,04	21,0	0,05
21,5	3.373,0	0,03	21,5	0,04
22,0	2.745,0	0,02	22,0	0,03
22,5	2.154,0	0,02	22,5	0,03
23,0	1.805,0	0,01	23,0	0,02
23,5	1.526,0	0,01	23,5	0,02
24,0	1.283,0	0,01	24,0	0,01
24,5	1.116,0	0,01	24,5	0,01

Potenza, efficienza ed energia vs. velocità del vento

Dati usati nel calcolo, Densità dell'aria: 1,195 kg/m³ New windPRO method (adjusted IEC method, improved to match turbine control) <RECOMMENDED>

Velocità del vento [m/s]	Potenza [kW]	Ce	Intervallo [m/s]	Energia [MWh]	Energia cumulata [MWh]	Frazione del totale [%]
1,0	0,0	0,00	0,50- 1,50	0,0	0,0	0,0
2,0	0,0	0,00	1,50- 2,50	0,0	0,0	0,0
3,0	76,4	0,27	2,50- 3,50	81,4	81,4	0,7
4,0	277,4	0,41	3,50- 4,50	313,0	394,4	3,5
5,0	582,5	0,44	4,50- 5,50	680,8	1.075,3	9,6
6,0	1.036,5	0,45	5,50- 6,50	1.142,3	2.217,6	19,8
7,0	1.668,1	0,46	6,50- 7,50	1.585,2	3.802,7	34,0
8,0	2.484,7	0,46	7,50- 8,50	1.866,8	5.669,6	50,7
9,0	3.384,7	0,44	8,50- 9,50	1.838,7	7.508,2	67,2
10,0	3.988,9	0,38	9,50-10,50	1.474,4	8.982,7	80,4
11,0	4.177,6	0,30	10,50-11,50	980,5	9.963,2	89,2
12,0	4.199,6	0,23	11,50-12,50	576,4	10.539,6	94,3
13,0	4.200,0	0,18	12,50-13,50	315,1	10.854,7	97,1
14,0	4.200,0	0,14	13,50-14,50	164,0	11.018,7	98,6
15,0	4.200,0	0,12	14,50-15,50	82,2	11.100,9	99,3
16,0	4.200,0	0,10	15,50-16,50	40,0	11.140,9	99,7
17,0	4.200,0	0,08	16,50-17,50	19,0	11.159,9	99,9
18,0	4.200,0	0,07	17,50-18,50	8,8	11.168,7	99,9
19,0	4.200,0	0,06	18,50-19,50	3,9	11.172,6	100,0
20,0	4.200,0	0,05	19,50-20,50	1,7	11.174,4	100,0
21,0	3.870,0	0,04	20,50-21,50	0,7	11.175,0	100,0
22,0	2.745,0	0,02	21,50-22,50	0,2	11.175,2	100,0
23,0	1.805,0	0,01	22,50-23,50	0,1	11.175,3	100,0
24,0	1.283,0	0,01	23,50-24,50	0,0	11.175,3	100,0
25,0	0,0	0,00	24,50-25,50	0,0	11.175,3	100,0



PARK - Analisi della curva di potenza

Calcolo: Avetrana - 15 V150 4.2MW @125m - layout rev.7WTG: WTG11 - VESTAS V150-4.2 4200 150.0 !OI, Altezza mozzo: 125,0 m
Nome: Level 0 - Calculated - Modes PO1 & PO1-0S - AGGIORNATA
Fonte: Manufacturer

Data fonte	Creata da	Creato	Redatto	Soglia di blocco [m/s]	Controllo della potenza	Tipo di curva Ct	Tipo di generatore	Potenza specifica kW/m ²
21/12/2017	FRI-EL	10/08/2017	11/07/2019	24,5	Pitch	Definito dall'utente	Variable	0,24

Document no.: DMS 0067-7067 V08.
IEC S (HH 105 & 155 m)
DiBT WZ2(S) (HH 123 & 166 m)

Confronto con curva HP - Nota: per densità dell'aria standard e parametro Weibull k = 2

V media	[m/s]	5	6	7	8	9	10
Valore HP Pitch, variable speed (2013)	[MWh]	8.530	12.511	16.163	19.289	21.849	23.843
VESTAS V150-4.2 4200 150.0 !OI Level 0 - Calculated - Modes PO1 & PO1-0S - AGGIORNATA	[MWh]	8.684	12.694	16.347	19.418	21.824	23.553
Valore di controllo	[%]	-2	-1	-1	-1	0	1

La tabella mostra il confronto con la produzione annuale di energia calcolata sulla base delle semplici "curve HP", che assumono che tutte le WTG abbiano prestazioni simili - solo la potenza specifica (kW/m²), la velocità singola/duale o stallo/pitch influenzano i valori calcolati. La produzione è intesa senza le perdite di scia.
For further details, ask at the Danish Energy Agency for project report J.nr. 51171/00-0016 or see windPRO manual chapter 3.5.2.
Il metodo è descritto nel rapporto EMD "20 Detailed Case Studies comparing Project Design Calculations and actual Energy Productions for Wind Energy Projects worldwide", gennaio 2003.
Usare la tabella per valutare se la curva di potenza data è ragionevole - se il valore di controllo è inferiore a -5%, la curva di potenza è probabilmente troppo ottimistica a causa dell'incertezza sulla sua misurazione.

Curva di potenza

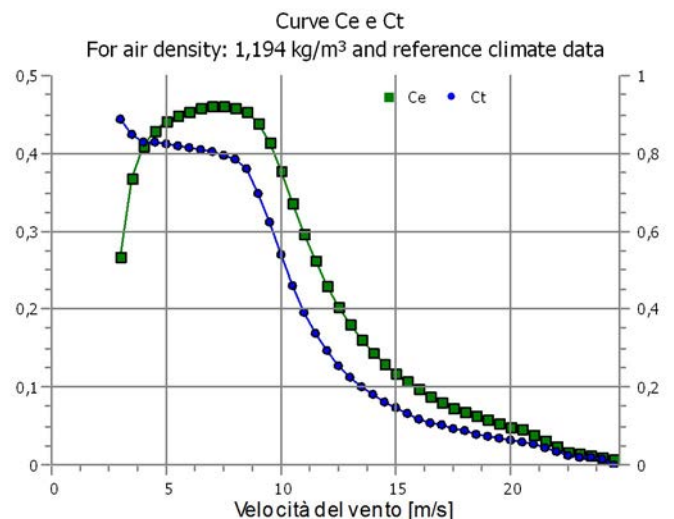
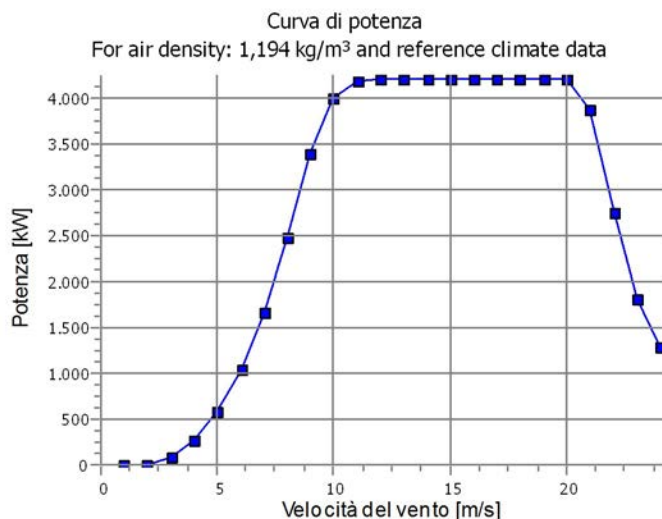
Dati originali dal Catalogo WTG, Densità dell'aria: 1,225 kg/m³

Velocità del vento [m/s]	Potenza [kW]	Ce	Velocità del vento [m/s]	Curva Ct
3,0	81,0	0,28	3,0	0,89
3,5	172,0	0,37	3,5	0,85
4,0	285,0	0,41	4,0	0,83
4,5	424,0	0,43	4,5	0,83
5,0	597,0	0,44	5,0	0,82
5,5	809,0	0,45	5,5	0,82
6,0	1.062,0	0,45	6,0	0,81
6,5	1.361,0	0,46	6,5	0,81
7,0	1.709,0	0,46	7,0	0,80
7,5	2.101,0	0,46	7,5	0,80
8,0	2.545,0	0,46	8,0	0,79
8,5	3.014,0	0,45	8,5	0,76
9,0	3.458,0	0,44	9,0	0,70
9,5	3.807,0	0,41	9,5	0,62
10,0	4.038,0	0,37	10,0	0,54
10,5	4.143,0	0,33	10,5	0,46
11,0	4.191,0	0,29	11,0	0,39
11,5	4.199,0	0,26	11,5	0,34
12,0	4.200,0	0,22	12,0	0,29
12,5	4.200,0	0,20	12,5	0,25
13,0	4.200,0	0,18	13,0	0,22
13,5	4.200,0	0,16	13,5	0,20
14,0	4.200,0	0,14	14,0	0,18
14,5	4.200,0	0,13	14,5	0,16
15,0	4.200,0	0,11	15,0	0,14
15,5	4.200,0	0,10	15,5	0,13
16,0	4.200,0	0,09	16,0	0,12
16,5	4.200,0	0,09	16,5	0,11
17,0	4.200,0	0,08	17,0	0,10
17,5	4.200,0	0,07	17,5	0,09
18,0	4.200,0	0,07	18,0	0,09
18,5	4.200,0	0,06	18,5	0,08
19,0	4.200,0	0,06	19,0	0,07
19,5	4.200,0	0,05	19,5	0,07
20,0	4.200,0	0,05	20,0	0,06
20,5	4.186,0	0,04	20,5	0,06
21,0	3.870,0	0,04	21,0	0,05
21,5	3.373,0	0,03	21,5	0,04
22,0	2.745,0	0,02	22,0	0,03
22,5	2.154,0	0,02	22,5	0,03
23,0	1.805,0	0,01	23,0	0,02
23,5	1.526,0	0,01	23,5	0,02
24,0	1.283,0	0,01	24,0	0,01
24,5	1.116,0	0,01	24,5	0,01

Potenza, efficienza ed energia vs. velocità del vento

Dati usati nel calcolo, Densità dell'aria: 1,194 kg/m³ New windPRO method (adjusted IEC method, improved to match turbine control) <RECOMMENDED>

Velocità del vento [m/s]	Potenza [kW]	Ce	Intervallo [m/s]	Energia [MWh]	Energia cumulata [MWh]	Frazione del totale [%]
1,0	0,0	0,00	0,50- 1,50	0,0	0,0	0,0
2,0	0,0	0,00	1,50- 2,50	0,0	0,0	0,0
3,0	76,2	0,27	2,50- 3,50	76,8	76,8	0,7
4,0	277,1	0,41	3,50- 4,50	297,0	373,7	3,3
5,0	581,9	0,44	4,50- 5,50	652,1	1.025,8	9,0
6,0	1.035,5	0,45	5,50- 6,50	1.107,6	2.133,4	18,7
7,0	1.666,5	0,46	6,50- 7,50	1.560,5	3.693,9	32,3
8,0	2.482,4	0,46	7,50- 8,50	1.871,4	5.565,3	48,7
9,0	3.381,9	0,44	8,50- 9,50	1.882,1	7.447,4	65,2
10,0	3.987,0	0,38	9,50-10,50	1.545,3	8.992,7	78,7
11,0	4.177,1	0,30	10,50-11,50	1.055,1	10.047,8	87,9
12,0	4.199,6	0,23	11,50-12,50	637,8	10.685,6	93,5
13,0	4.200,0	0,18	12,50-13,50	358,5	11.044,1	96,7
14,0	4.200,0	0,15	13,50-14,50	191,4	11.235,5	98,3
15,0	4.200,0	0,12	14,50-15,50	98,1	11.333,6	99,2
16,0	4.200,0	0,10	15,50-16,50	48,6	11.382,2	99,6
17,0	4.200,0	0,08	16,50-17,50	23,3	11.405,5	99,8
18,0	4.200,0	0,07	17,50-18,50	10,9	11.416,4	99,9
19,0	4.200,0	0,06	18,50-19,50	4,9	11.421,3	100,0
20,0	4.200,0	0,05	19,50-20,50	2,1	11.423,4	100,0
21,0	3.870,0	0,04	20,50-21,50	0,8	11.424,2	100,0
22,0	2.745,0	0,02	21,50-22,50	0,3	11.424,5	100,0
23,0	1.805,0	0,01	22,50-23,50	0,1	11.424,5	100,0
24,0	1.283,0	0,01	23,50-24,50	0,0	11.424,5	100,0
25,0	0,0	0,00	24,50-25,50	0,0	11.424,5	100,0



PARK - Analisi della curva di potenza

Calcolo: Avetrana - 15 V150 4.2MW @125m - layout rev.7WTG: WTG12 - VESTAS V150-4.2 4200 150.0 IOI, Altezza mozzo: 125,0 m
Nome: Level 0 - Calculated - Modes PO1 & PO1-OS - AGGIORNATA
Fonte: Manufacturer

Data fonte	Creata da	Creato	Redatto	Soglia di blocco [m/s]	Controllo della potenza	Tipo di curva Ct	Tipo di generatore	Potenza specifica kW/m ²
21/12/2017	FRI-EL	10/08/2017	11/07/2019	24,5	Pitch	Definito dall'utente	Variable	0,24

Document no.: DMS 0067-7067 V08.
IEC S (HH 105 & 155 m)
DiBT WZ2(S) (HH 123 & 166 m)

Confronto con curva HP - Nota: per densità dell'aria standard e parametro Weibull k = 2

V media	[m/s]	5	6	7	8	9	10
Valore HP Pitch, variable speed (2013)	[MWh]	8.530	12.511	16.163	19.289	21.849	23.843
VESTAS V150-4.2 4200 150.0 IOI Level 0 - Calculated - Modes PO1 & PO1-OS - AGGIORNATA	[MWh]	8.684	12.694	16.347	19.418	21.824	23.553
Valore di controllo	[%]	-2	-1	-1	-1	0	1

La tabella mostra il confronto con la produzione annuale di energia calcolata sulla base delle semplici "curve HP", che assumono che tutte le WTG abbiano prestazioni simili - solo la potenza specifica (kW/m²), la velocità singola/duale o stallo/pitch influenzano i valori calcolati. La produzione è intesa senza le perdite di scia.
For further details, ask at the Danish Energy Agency for project report J.nr. 51171/00-0016 or see windPRO manual chapter 3.5.2.
Il metodo è descritto nel rapporto EMD "20 Detailed Case Studies comparing Project Design Calculations and actual Energy Productions for Wind Energy Projects worldwide", gennaio 2003.
Usare la tabella per valutare se la curva di potenza data è ragionevole - se il valore di controllo è inferiore a -5%, la curva di potenza è probabilmente troppo ottimistica a causa dell'incertezza sulla sua misurazione.

Curva di potenza

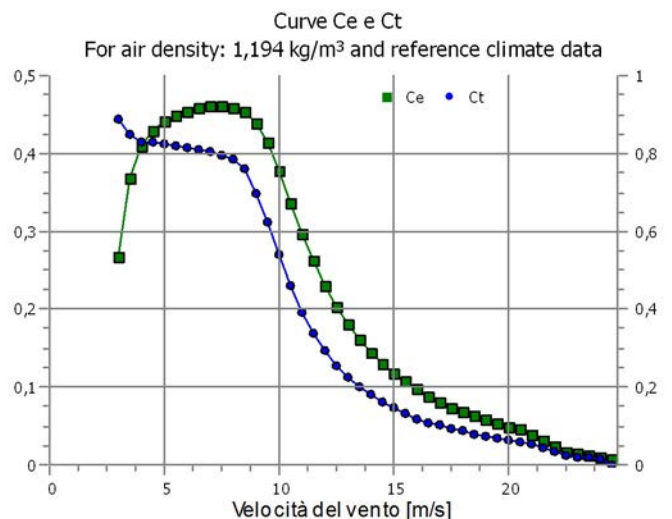
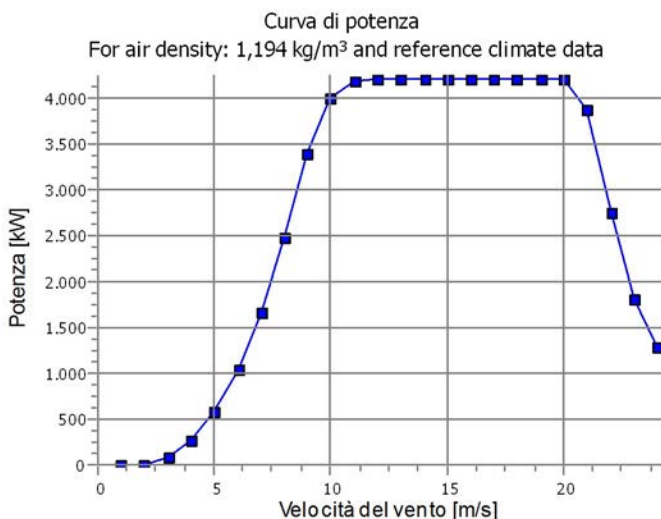
Dati originali dal Catalogo WTG, Densità dell'aria: 1,225 kg/m³

Velocità del vento [m/s]	Potenza [kW]	Ce	Velocità del vento [m/s]	Curva Ct
3,0	81,0	0,28	3,0	0,89
3,5	172,0	0,37	3,5	0,85
4,0	285,0	0,41	4,0	0,83
4,5	424,0	0,43	4,5	0,83
5,0	597,0	0,44	5,0	0,82
5,5	809,0	0,45	5,5	0,82
6,0	1.062,0	0,45	6,0	0,81
6,5	1.361,0	0,46	6,5	0,81
7,0	1.709,0	0,46	7,0	0,80
7,5	2.101,0	0,46	7,5	0,80
8,0	2.545,0	0,46	8,0	0,79
8,5	3.014,0	0,45	8,5	0,76
9,0	3.458,0	0,44	9,0	0,70
9,5	3.807,0	0,41	9,5	0,62
10,0	4.038,0	0,37	10,0	0,54
10,5	4.143,0	0,33	10,5	0,46
11,0	4.191,0	0,29	11,0	0,39
11,5	4.199,0	0,26	11,5	0,34
12,0	4.200,0	0,22	12,0	0,29
12,5	4.200,0	0,20	12,5	0,25
13,0	4.200,0	0,18	13,0	0,22
13,5	4.200,0	0,16	13,5	0,20
14,0	4.200,0	0,14	14,0	0,18
14,5	4.200,0	0,13	14,5	0,16
15,0	4.200,0	0,11	15,0	0,14
15,5	4.200,0	0,10	15,5	0,13
16,0	4.200,0	0,09	16,0	0,12
16,5	4.200,0	0,09	16,5	0,11
17,0	4.200,0	0,08	17,0	0,10
17,5	4.200,0	0,07	17,5	0,09
18,0	4.200,0	0,07	18,0	0,09
18,5	4.200,0	0,06	18,5	0,08
19,0	4.200,0	0,06	19,0	0,07
19,5	4.200,0	0,05	19,5	0,07
20,0	4.200,0	0,05	20,0	0,06
20,5	4.186,0	0,04	20,5	0,06
21,0	3.870,0	0,04	21,0	0,05
21,5	3.373,0	0,03	21,5	0,04
22,0	2.745,0	0,02	22,0	0,03
22,5	2.154,0	0,02	22,5	0,03
23,0	1.805,0	0,01	23,0	0,02
23,5	1.526,0	0,01	23,5	0,02
24,0	1.283,0	0,01	24,0	0,01
24,5	1.116,0	0,01	24,5	0,01

Potenza, efficienza ed energia vs. velocità del vento

Dati usati nel calcolo, Densità dell'aria: 1,194 kg/m³ New windPRO method (adjusted IEC method, improved to match turbine control) <RECOMMENDED>

Velocità del vento [m/s]	Potenza [kW]	Ce	Intervallo [m/s]	Energia [MWh]	Energia cumulata [MWh]	Frazione del totale [%]
1,0	0,0	0,00	0,50- 1,50	0,0	0,0	0,0
2,0	0,0	0,00	1,50- 2,50	0,0	0,0	0,0
3,0	76,3	0,27	2,50- 3,50	72,5	72,5	0,7
4,0	277,2	0,41	3,50- 4,50	279,9	352,4	3,2
5,0	582,0	0,44	4,50- 5,50	614,7	967,0	8,8
6,0	1.035,7	0,45	5,50- 6,50	1.046,3	2.013,4	18,3
7,0	1.666,8	0,46	6,50- 7,50	1.481,1	3.494,4	31,7
8,0	2.482,9	0,46	7,50- 8,50	1.788,9	5.283,4	48,0
9,0	3.382,4	0,44	8,50- 9,50	1.815,8	7.099,2	64,4
10,0	3.987,4	0,38	9,50-10,50	1.506,7	8.605,9	78,1
11,0	4.177,2	0,30	10,50-11,50	1.040,1	9.646,0	87,6
12,0	4.199,6	0,23	11,50-12,50	634,9	10.280,8	93,3
13,0	4.200,0	0,18	12,50-13,50	359,1	10.639,9	96,6
14,0	4.200,0	0,15	13,50-14,50	191,8	10.831,7	98,3
15,0	4.200,0	0,12	14,50-15,50	97,7	10.929,4	99,2
16,0	4.200,0	0,10	15,50-16,50	47,7	10.977,1	99,6
17,0	4.200,0	0,08	16,50-17,50	22,4	10.999,6	99,8
18,0	4.200,0	0,07	17,50-18,50	10,2	11.009,8	99,9
19,0	4.200,0	0,06	18,50-19,50	4,4	11.014,2	100,0
20,0	4.200,0	0,05	19,50-20,50	1,9	11.016,1	100,0
21,0	3.870,0	0,04	20,50-21,50	0,7	11.016,8	100,0
22,0	2.745,0	0,02	21,50-22,50	0,2	11.017,0	100,0
23,0	1.805,0	0,01	22,50-23,50	0,0	11.017,0	100,0
24,0	1.283,0	0,01	23,50-24,50	0,0	11.017,0	100,0
25,0	0,0	0,00	24,50-25,50	0,0	11.017,0	100,0



PARK - Analisi della curva di potenza

Calcolo: Avetrana - 15 V150 4.2MW @125m - layout rev.7WTG: WTG13 - VESTAS V150-4.2 4200 150.0 IOI, Altezza mozzo: 125,0 m
Nome: Level 0 - Calculated - Modes PO1 & PO1-OS - AGGIORNATA
Fonte: Manufacturer

Data fonte	Creata da	Creato	Redatto	Soglia di blocco [m/s]	Controllo della potenza	Tipo di curva Ct	Tipo di generatore	Potenza specifica kW/m ²
21/12/2017	FRI-EL	10/08/2017	11/07/2019	24,5	Pitch	Definito dall'utente	Variable	0,24

Document no.: DMS 0067-7067 V08.
IEC S (HH 105 & 155 m)
DiBT WZ2(S) (HH 123 & 166 m)

Confronto con curva HP - Nota: per densità dell'aria standard e parametro Weibull k = 2

V media	[m/s]	5	6	7	8	9	10
Valore HP Pitch, variable speed (2013)	[MWh]	8.530	12.511	16.163	19.289	21.849	23.843
VESTAS V150-4.2 4200 150.0 IOI Level 0 - Calculated - Modes PO1 & PO1-OS - AGGIORNATA	[MWh]	8.684	12.694	16.347	19.418	21.824	23.553
Valore di controllo	[%]	-2	-1	-1	-1	0	1

La tabella mostra il confronto con la produzione annuale di energia calcolata sulla base delle semplici "curve HP", che assumono che tutte le WTG abbiano prestazioni simili - solo la potenza specifica (kW/m²), la velocità singola/duale o stallo/pitch influenzano i valori calcolati. La produzione è intesa senza le perdite di scia.
For further details, ask at the Danish Energy Agency for project report J.nr. 51171/00-0016 or see windPRO manual chapter 3.5.2.
Il metodo è descritto nel rapporto EMD "20 Detailed Case Studies comparing Project Design Calculations and actual Energy Productions for Wind Energy Projects worldwide", gennaio 2003.
Usare la tabella per valutare se la curva di potenza data è ragionevole - se il valore di controllo è inferiore a -5%, la curva di potenza è probabilmente troppo ottimistica a causa dell'incertezza sulla sua misurazione.

Curva di potenza

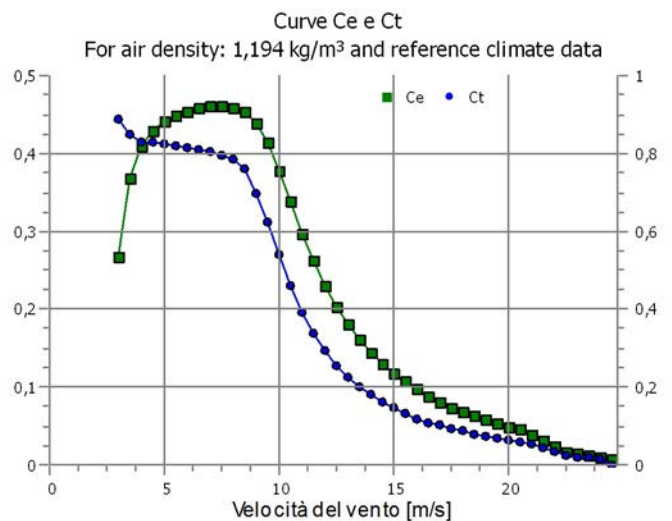
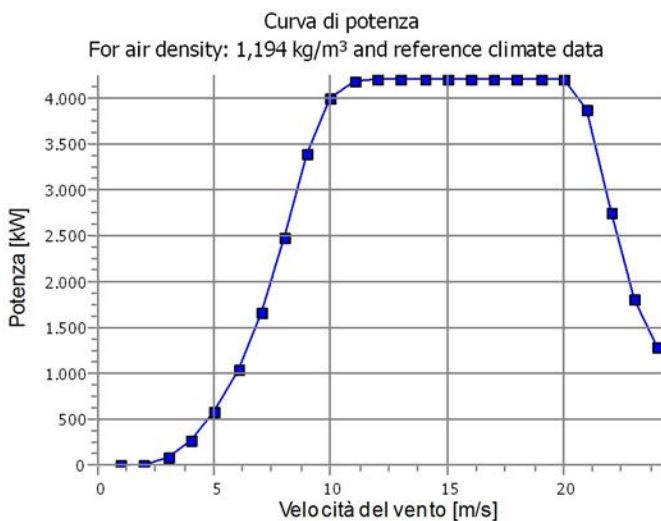
Dati originali dal Catalogo WTG, Densità dell'aria: 1,225 kg/m³

Velocità del vento [m/s]	Potenza [kW]	Ce	Velocità del vento [m/s]	Curva Ct
3,0	81,0	0,28	3,0	0,89
3,5	172,0	0,37	3,5	0,85
4,0	285,0	0,41	4,0	0,83
4,5	424,0	0,43	4,5	0,83
5,0	597,0	0,44	5,0	0,82
5,5	809,0	0,45	5,5	0,82
6,0	1.062,0	0,45	6,0	0,81
6,5	1.361,0	0,46	6,5	0,81
7,0	1.709,0	0,46	7,0	0,80
7,5	2.101,0	0,46	7,5	0,80
8,0	2.545,0	0,46	8,0	0,79
8,5	3.014,0	0,45	8,5	0,76
9,0	3.458,0	0,44	9,0	0,70
9,5	3.807,0	0,41	9,5	0,62
10,0	4.038,0	0,37	10,0	0,54
10,5	4.143,0	0,33	10,5	0,46
11,0	4.191,0	0,29	11,0	0,39
11,5	4.199,0	0,26	11,5	0,34
12,0	4.200,0	0,22	12,0	0,29
12,5	4.200,0	0,20	12,5	0,25
13,0	4.200,0	0,18	13,0	0,22
13,5	4.200,0	0,16	13,5	0,20
14,0	4.200,0	0,14	14,0	0,18
14,5	4.200,0	0,13	14,5	0,16
15,0	4.200,0	0,11	15,0	0,14
15,5	4.200,0	0,10	15,5	0,13
16,0	4.200,0	0,09	16,0	0,12
16,5	4.200,0	0,09	16,5	0,11
17,0	4.200,0	0,08	17,0	0,10
17,5	4.200,0	0,07	17,5	0,09
18,0	4.200,0	0,07	18,0	0,09
18,5	4.200,0	0,06	18,5	0,08
19,0	4.200,0	0,06	19,0	0,07
19,5	4.200,0	0,05	19,5	0,07
20,0	4.200,0	0,05	20,0	0,06
20,5	4.186,0	0,04	20,5	0,06
21,0	3.870,0	0,04	21,0	0,05
21,5	3.373,0	0,03	21,5	0,04
22,0	2.745,0	0,02	22,0	0,03
22,5	2.154,0	0,02	22,5	0,03
23,0	1.805,0	0,01	23,0	0,02
23,5	1.526,0	0,01	23,5	0,02
24,0	1.283,0	0,01	24,0	0,01
24,5	1.116,0	0,01	24,5	0,01

Potenza, efficienza ed energia vs. velocità del vento

Dati usati nel calcolo, Densità dell'aria: 1,194 kg/m³ New windPRO method (adjusted IEC method, improved to match turbine control) <RECOMMENDED>

Velocità del vento [m/s]	Potenza [kW]	Ce	Intervallo [m/s]	Energia [MWh]	Energia cumulata [MWh]	Frazione del totale [%]
1,0	0,0	0,00	0,50- 1,50	0,0	0,0	0,0
2,0	0,0	0,00	1,50- 2,50	0,0	0,0	0,0
3,0	76,2	0,27	2,50- 3,50	73,4	73,4	0,6
4,0	277,0	0,41	3,50- 4,50	283,9	357,3	3,1
5,0	581,7	0,44	4,50- 5,50	624,8	982,1	8,6
6,0	1.035,2	0,45	5,50- 6,50	1.066,6	2.048,6	17,9
7,0	1.666,0	0,46	6,50- 7,50	1.515,4	3.564,0	31,2
8,0	2.481,7	0,46	7,50- 8,50	1.839,3	5.403,4	47,3
9,0	3.381,0	0,44	8,50- 9,50	1.878,5	7.281,8	63,8
10,0	3.986,4	0,38	9,50-10,50	1.570,3	8.852,1	77,5
11,0	4.176,9	0,30	10,50-11,50	1.093,6	9.945,8	87,1
12,0	4.199,6	0,23	11,50-12,50	674,3	10.620,0	93,0
13,0	4.200,0	0,18	12,50-13,50	385,5	11.005,5	96,4
14,0	4.200,0	0,15	13,50-14,50	208,3	11.213,8	98,2
15,0	4.200,0	0,12	14,50-15,50	107,2	11.321,0	99,1
16,0	4.200,0	0,10	15,50-16,50	52,9	11.373,9	99,6
17,0	4.200,0	0,08	16,50-17,50	25,1	11.399,0	99,8
18,0	4.200,0	0,07	17,50-18,50	11,5	11.410,6	99,9
19,0	4.200,0	0,06	18,50-19,50	5,1	11.415,6	100,0
20,0	4.200,0	0,05	19,50-20,50	2,1	11.417,7	100,0
21,0	3.870,0	0,04	20,50-21,50	0,8	11.418,6	100,0
22,0	2.745,0	0,02	21,50-22,50	0,2	11.418,8	100,0
23,0	1.805,0	0,01	22,50-23,50	0,1	11.418,9	100,0
24,0	1.283,0	0,01	23,50-24,50	0,0	11.418,9	100,0
25,0	0,0	0,00	24,50-25,50	0,0	11.418,9	100,0



PARK - Analisi della curva di potenza

Calcolo: Avetrana - 15 V150 4.2MW @125m - layout rev.7WTG: WTG14 - VESTAS V150-4.2 4200 150.0 !OI, Altezza mozzo: 125,0 m
Nome: Level 0 - Calculated - Modes PO1 & PO1-OS - AGGIORNATA
Fonte: Manufacturer

Data fonte	Creata da	Creato	Redatto	Soglia di blocco [m/s]	Controllo della potenza	Tipo di curva Ct	Tipo di generatore	Potenza specifica kW/m ²
21/12/2017	FRI-EL	10/08/2017	11/07/2019	24,5	Pitch	Definito dall'utente	Variable	0,24

Document no.: DMS 0067-7067 V08.
IEC S (HH 105 & 155 m)
DiBT WZ2(S) (HH 123 & 166 m)

Confronto con curva HP - Nota: per densità dell'aria standard e parametro Weibull k = 2

V media	[m/s]	5	6	7	8	9	10
Valore HP Pitch, variable speed (2013)	[MWh]	8.530	12.511	16.163	19.289	21.849	23.843
VESTAS V150-4.2 4200 150.0 !OI Level 0 - Calculated - Modes PO1 & PO1-OS - AGGIORNATA	[MWh]	8.684	12.694	16.347	19.418	21.824	23.553
Valore di controllo	[%]	-2	-1	-1	-1	0	1

La tabella mostra il confronto con la produzione annuale di energia calcolata sulla base delle semplici "curve HP", che assumono che tutte le WTG abbiano prestazioni simili - solo la potenza specifica (kW/m²), la velocità singola/duale o stallo/pitch influenzano i valori calcolati. La produzione è intesa senza le perdite di scia.
For further details, ask at the Danish Energy Agency for project report J.nr. 51171/00-0016 or see windPRO manual chapter 3.5.2.
Il metodo è descritto nel rapporto EMD "20 Detailed Case Studies comparing Project Design Calculations and actual Energy Productions for Wind Energy Projects worldwide", gennaio 2003.
Usare la tabella per valutare se la curva di potenza data è ragionevole - se il valore di controllo è inferiore a -5%, la curva di potenza è probabilmente troppo ottimistica a causa dell'incertezza sulla sua misurazione.

Curva di potenza

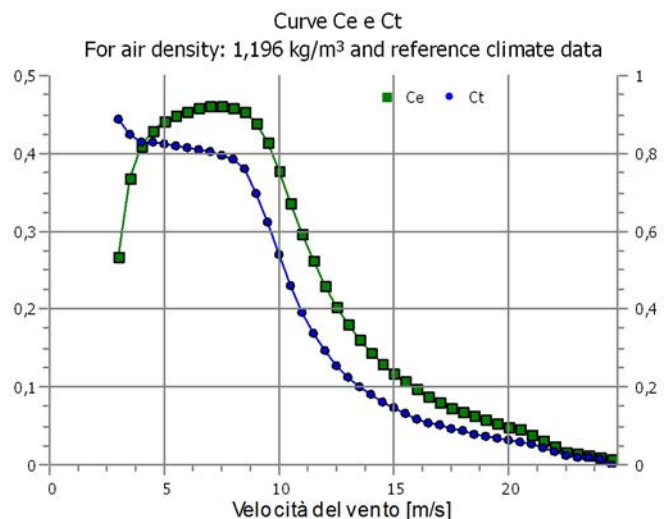
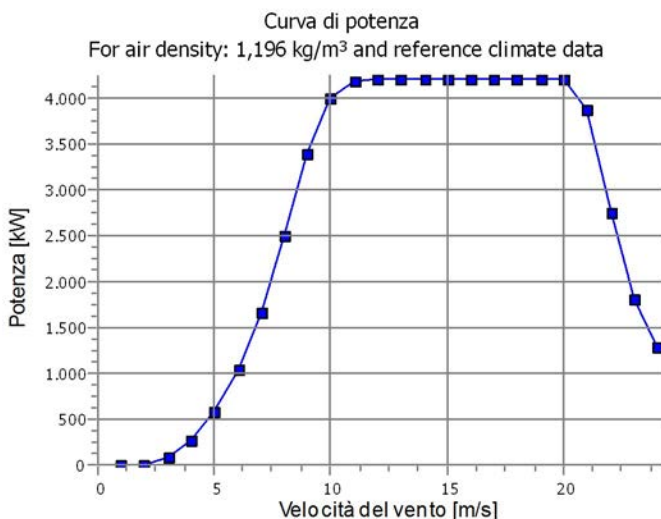
Dati originali dal Catalogo WTG, Densità dell'aria: 1,225 kg/m³

Velocità del vento [m/s]	Potenza [kW]	Ce	Velocità del vento [m/s]	Curva Ct
3,0	81,0	0,28	3,0	0,89
3,5	172,0	0,37	3,5	0,85
4,0	285,0	0,41	4,0	0,83
4,5	424,0	0,43	4,5	0,83
5,0	597,0	0,44	5,0	0,82
5,5	809,0	0,45	5,5	0,82
6,0	1.062,0	0,45	6,0	0,81
6,5	1.361,0	0,46	6,5	0,81
7,0	1.709,0	0,46	7,0	0,80
7,5	2.101,0	0,46	7,5	0,80
8,0	2.545,0	0,46	8,0	0,79
8,5	3.014,0	0,45	8,5	0,76
9,0	3.458,0	0,44	9,0	0,70
9,5	3.807,0	0,41	9,5	0,62
10,0	4.038,0	0,37	10,0	0,54
10,5	4.143,0	0,33	10,5	0,46
11,0	4.191,0	0,29	11,0	0,39
11,5	4.199,0	0,26	11,5	0,34
12,0	4.200,0	0,22	12,0	0,29
12,5	4.200,0	0,20	12,5	0,25
13,0	4.200,0	0,18	13,0	0,22
13,5	4.200,0	0,16	13,5	0,20
14,0	4.200,0	0,14	14,0	0,18
14,5	4.200,0	0,13	14,5	0,16
15,0	4.200,0	0,11	15,0	0,14
15,5	4.200,0	0,10	15,5	0,13
16,0	4.200,0	0,09	16,0	0,12
16,5	4.200,0	0,09	16,5	0,11
17,0	4.200,0	0,08	17,0	0,10
17,5	4.200,0	0,07	17,5	0,09
18,0	4.200,0	0,07	18,0	0,09
18,5	4.200,0	0,06	18,5	0,08
19,0	4.200,0	0,06	19,0	0,08
19,5	4.200,0	0,05	19,5	0,07
20,0	4.200,0	0,05	20,0	0,06
20,5	4.186,0	0,04	20,5	0,06
21,0	3.870,0	0,04	21,0	0,05
21,5	3.373,0	0,03	21,5	0,04
22,0	2.745,0	0,02	22,0	0,03
22,5	2.154,0	0,02	22,5	0,03
23,0	1.805,0	0,01	23,0	0,02
23,5	1.526,0	0,01	23,5	0,02
24,0	1.283,0	0,01	24,0	0,01
24,5	1.116,0	0,01	24,5	0,01

Potenza, efficienza ed energia vs. velocità del vento

Dati usati nel calcolo, Densità dell'aria: 1,196 kg/m³ New windPRO method (adjusted IEC method, improved to match turbine control) <RECOMMENDED>

Velocità del vento [m/s]	Potenza [kW]	Ce	Intervallo [m/s]	Energia [MWh]	Energia cumulata [MWh]	Frazione del totale [%]
1,0	0,0	0,00	0,50- 1,50	0,0	0,0	0,0
2,0	0,0	0,00	1,50- 2,50	0,0	0,0	0,0
3,0	76,5	0,27	2,50- 3,50	79,0	79,0	0,7
4,0	277,6	0,41	3,50- 4,50	303,8	382,8	3,5
5,0	582,8	0,44	4,50- 5,50	661,5	1.044,3	9,5
6,0	1.037,1	0,45	5,50- 6,50	1.112,3	2.156,6	19,6
7,0	1.669,1	0,46	6,50- 7,50	1.548,4	3.705,1	33,6
8,0	2.486,2	0,46	7,50- 8,50	1.831,2	5.536,3	50,2
9,0	3.386,5	0,44	8,50- 9,50	1.812,9	7.349,2	66,7
10,0	3.990,1	0,38	9,50-10,50	1.462,7	8.811,9	79,9
11,0	4.177,9	0,30	10,50-11,50	980,0	9.792,0	88,8
12,0	4.199,7	0,23	11,50-12,50	581,2	10.373,2	94,1
13,0	4.200,0	0,18	12,50-13,50	320,9	10.694,1	97,0
14,0	4.200,0	0,14	13,50-14,50	168,7	10.862,8	98,5
15,0	4.200,0	0,12	14,50-15,50	85,4	10.948,1	99,3
16,0	4.200,0	0,10	15,50-16,50	41,9	10.990,0	99,7
17,0	4.200,0	0,08	16,50-17,50	20,0	11.010,0	99,9
18,0	4.200,0	0,07	17,50-18,50	9,3	11.019,3	99,9
19,0	4.200,0	0,06	18,50-19,50	4,2	11.023,5	100,0
20,0	4.200,0	0,05	19,50-20,50	1,8	11.025,3	100,0
21,0	3.870,0	0,04	20,50-21,50	0,7	11.026,0	100,0
22,0	2.745,0	0,02	21,50-22,50	0,2	11.026,3	100,0
23,0	1.805,0	0,01	22,50-23,50	0,1	11.026,3	100,0
24,0	1.283,0	0,01	23,50-24,50	0,0	11.026,3	100,0
25,0	0,0	0,00	24,50-25,50	0,0	11.026,3	100,0



PARK - Analisi della curva di potenza

Calcolo: Avetrana - 15 V150 4.2MW @125m - layout rev.7WTG: WTG15 - VESTAS V150-4.2 4200 150.0 !OI, Altezza mozzo: 125,0 m
Nome: Level 0 - Calculated - Modes PO1 & PO1-OS - AGGIORNATA
Fonte: Manufacturer

Data fonte	Creata da	Creato	Redatto	Soglia di blocco [m/s]	Controllo della potenza	Tipo di curva Ct	Tipo di generatore	Potenza specifica kW/m ²
21/12/2017	FRI-EL	10/08/2017	11/07/2019	24,5	Pitch	Definito dall'utente	Variable	0,24

Document no.: DMS 0067-7067 V08.
IEC S (HH 105 & 155 m)
DiBT WZ2(S) (HH 123 & 166 m)

Confronto con curva HP - Nota: per densità dell'aria standard e parametro Weibull k = 2

V media	[m/s]	5	6	7	8	9	10
Valore HP Pitch, variable speed (2013)	[MWh]	8.530	12.511	16.163	19.289	21.849	23.843
VESTAS V150-4.2 4200 150.0 !OI Level 0 - Calculated - Modes PO1 & PO1-OS - AGGIORNATA	[MWh]	8.684	12.694	16.347	19.418	21.824	23.553
Valore di controllo	[%]	-2	-1	-1	-1	0	1

La tabella mostra il confronto con la produzione annuale di energia calcolata sulla base delle semplici "curve HP", che assumono che tutte le WTG abbiano prestazioni simili - solo la potenza specifica (kW/m²), la velocità singola/duale o stallo/pitch influenzano i valori calcolati. La produzione è intesa senza le perdite di scia.
For further details, ask at the Danish Energy Agency for project report J.nr. 51171/00-0016 or see windPRO manual chapter 3.5.2.
Il metodo è descritto nel rapporto EMD "20 Detailed Case Studies comparing Project Design Calculations and actual Energy Productions for Wind Energy Projects worldwide", gennaio 2003.
Usare la tabella per valutare se la curva di potenza data è ragionevole - se il valore di controllo è inferiore a -5%, la curva di potenza è probabilmente troppo ottimistica a causa dell'incertezza sulla sua misurazione.

Curva di potenza

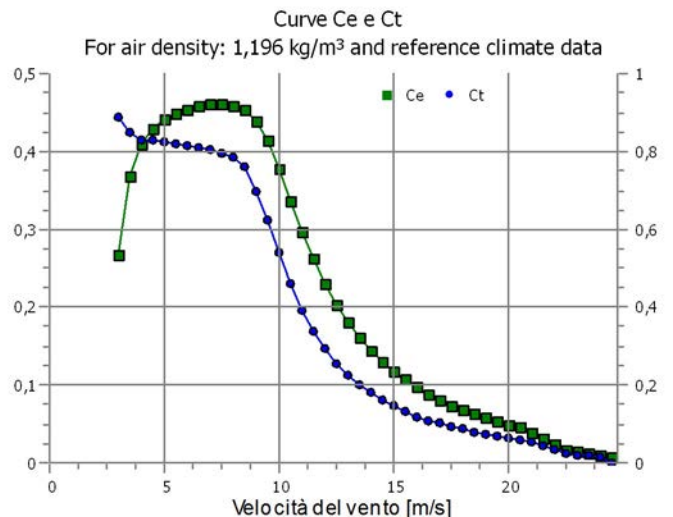
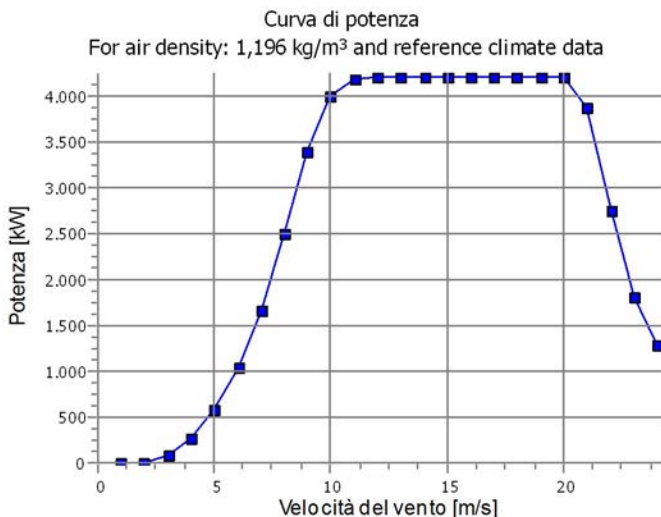
Dati originali dal Catalogo WTG, Densità dell'aria: 1,225 kg/m³

Velocità del vento [m/s]	Potenza [kW]	Ce	Velocità del vento [m/s]	Curva Ct
3,0	81,0	0,28	3,0	0,89
3,5	172,0	0,37	3,5	0,85
4,0	285,0	0,41	4,0	0,83
4,5	424,0	0,43	4,5	0,83
5,0	597,0	0,44	5,0	0,82
5,5	809,0	0,45	5,5	0,82
6,0	1.062,0	0,45	6,0	0,81
6,5	1.361,0	0,46	6,5	0,81
7,0	1.709,0	0,46	7,0	0,80
7,5	2.101,0	0,46	7,5	0,80
8,0	2.545,0	0,46	8,0	0,79
8,5	3.014,0	0,45	8,5	0,76
9,0	3.458,0	0,44	9,0	0,70
9,5	3.807,0	0,41	9,5	0,62
10,0	4.038,0	0,37	10,0	0,54
10,5	4.143,0	0,33	10,5	0,46
11,0	4.191,0	0,29	11,0	0,39
11,5	4.199,0	0,26	11,5	0,34
12,0	4.200,0	0,22	12,0	0,29
12,5	4.200,0	0,20	12,5	0,25
13,0	4.200,0	0,18	13,0	0,22
13,5	4.200,0	0,16	13,5	0,20
14,0	4.200,0	0,14	14,0	0,18
14,5	4.200,0	0,13	14,5	0,16
15,0	4.200,0	0,11	15,0	0,14
15,5	4.200,0	0,10	15,5	0,13
16,0	4.200,0	0,09	16,0	0,12
16,5	4.200,0	0,09	16,5	0,11
17,0	4.200,0	0,08	17,0	0,10
17,5	4.200,0	0,07	17,5	0,09
18,0	4.200,0	0,07	18,0	0,09
18,5	4.200,0	0,06	18,5	0,08
19,0	4.200,0	0,06	19,0	0,07
19,5	4.200,0	0,05	19,5	0,07
20,0	4.200,0	0,05	20,0	0,06
20,5	4.186,0	0,04	20,5	0,06
21,0	3.870,0	0,04	21,0	0,05
21,5	3.373,0	0,03	21,5	0,04
22,0	2.745,0	0,02	22,0	0,03
22,5	2.154,0	0,02	22,5	0,03
23,0	1.805,0	0,01	23,0	0,02
23,5	1.526,0	0,01	23,5	0,02
24,0	1.283,0	0,01	24,0	0,01
24,5	1.116,0	0,01	24,5	0,01

Potenza, efficienza ed energia vs. velocità del vento

Dati usati nel calcolo, Densità dell'aria: 1,196 kg/m³ New windPRO method (adjusted IEC method, improved to match turbine control) <RECOMMENDED>

Velocità del vento [m/s]	Potenza [kW]	Ce	Intervallo [m/s]	Energia [MWh]	Energia cumulata [MWh]	Frazione del totale [%]
1,0	0,0	0,00	0,50- 1,50	0,0	0,0	0,0
2,0	0,0	0,00	1,50- 2,50	0,0	0,0	0,0
3,0	76,5	0,27	2,50- 3,50	77,2	77,2	0,7
4,0	277,5	0,41	3,50- 4,50	297,4	374,6	3,3
5,0	582,6	0,44	4,50- 5,50	650,2	1.024,8	9,0
6,0	1.036,7	0,45	5,50- 6,50	1.101,2	2.126,0	18,6
7,0	1.668,5	0,46	6,50- 7,50	1.549,8	3.675,8	32,2
8,0	2.485,3	0,46	7,50- 8,50	1.860,2	5.536,0	48,5
9,0	3.385,4	0,44	8,50- 9,50	1.875,5	7.411,5	65,0
10,0	3.989,3	0,38	9,50-10,50	1.545,6	8.957,0	78,5
11,0	4.177,7	0,30	10,50-11,50	1.060,1	10.017,1	87,8
12,0	4.199,7	0,23	11,50-12,50	644,0	10.661,2	93,4
13,0	4.200,0	0,18	12,50-13,50	363,5	11.024,7	96,6
14,0	4.200,0	0,14	13,50-14,50	194,5	11.219,2	98,3
15,0	4.200,0	0,12	14,50-15,50	99,6	11.318,8	99,2
16,0	4.200,0	0,10	15,50-16,50	49,1	11.367,8	99,6
17,0	4.200,0	0,08	16,50-17,50	23,4	11.391,2	99,8
18,0	4.200,0	0,07	17,50-18,50	10,7	11.401,9	99,9
19,0	4.200,0	0,06	18,50-19,50	4,7	11.406,7	100,0
20,0	4.200,0	0,05	19,50-20,50	2,0	11.408,7	100,0
21,0	3.870,0	0,04	20,50-21,50	0,8	11.409,5	100,0
22,0	2.745,0	0,02	21,50-22,50	0,2	11.409,7	100,0
23,0	1.805,0	0,01	22,50-23,50	0,1	11.409,7	100,0
24,0	1.283,0	0,01	23,50-24,50	0,0	11.409,8	100,0
25,0	0,0	0,00	24,50-25,50	0,0	11.409,8	100,0



Progetto:
Avetrana

Utente autorizzato:
FRI-EL S.p.A
Piazza della Rotonda, n. 2
IT-00186 Roma
+39 (0)471 324210
windpro / it@fri-el.it
Redatto il:
11/12/2019 10:55/3.3.261

PARK - Terrain

Calcolo: Avetrana - 15 V150 4.2MW @125m - layout rev.7Dati di Sito: A - Site data for e.c.: Mast 50m (1622) @123m E w LTE 15y

Ostacoli:

0 ostacoli usati

Rugosità:

Il calcolo usa i seguenti files .map:

C:\DATI\Windpro Projekt 2.6\Italia\Erchie\ROUGHNESSLINE_ONLINEDATA_0.wpo

Min X: 702.274, Max X: 762.006, Min Y: 4.442.160, Max Y: 4.509.912, Ampiezza: 59.732 m, Altezza: 67.752 m

Orografia:

Il calcolo usa i seguenti files .map:

C:\DATI\Windpro Projekt 2.6\Italia\Erchie\Erchie_EMDGrid_0.wpg

Min X: 719.119, Max X: 744.928, Min Y: 4.463.155, Max Y: 4.488.878, Ampiezza: 25.809 m, Altezza: 25.723 m

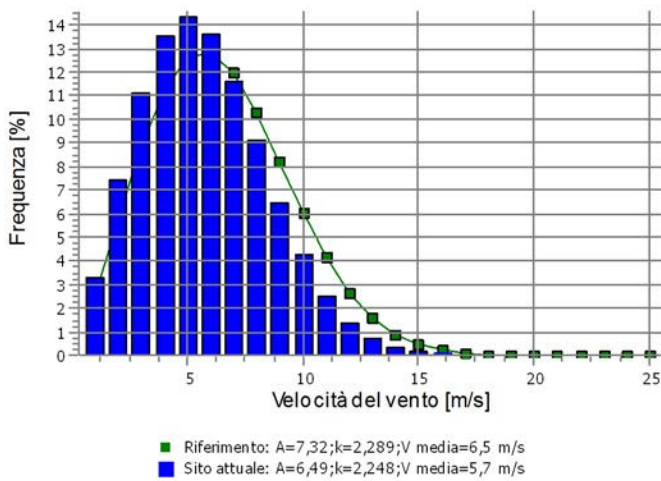
PARK - Analisi dei Dati di vento

Calcolo: Avetrana - 15 V150 4.2MW @125m - layout rev.7
 Dati di vento: A - Site data for e.c.: Mast 50m (1622) @123m E w LTE 15y; Altezza mozzo: 125,0
 Coordinate del sito
 UTM (north)-WGS84 Zone: 33
 Est: 735.077 Nord: 4.475.691
 Statistica del Vento
 IT Mast 50m (1622) - 15y LTE @82, 105, 123, 132m - E - 123.00 m.wws

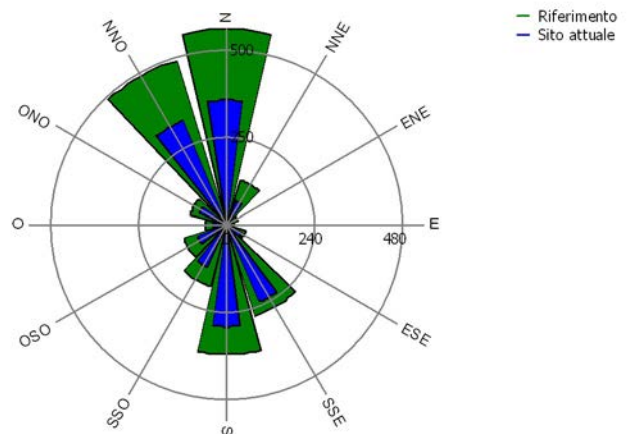
Parametri Weibull

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	6,83	6,05	2,416	18,9	7,88	2,438	19,4
1 NNE	5,46	4,84	2,080	6,7	6,35	2,101	7,8
2 ENE	4,74	4,20	2,131	2,9	5,36	2,104	3,2
3 E	4,83	4,28	1,998	2,2	5,21	2,004	2,3
4 ESE	5,70	5,08	1,732	3,2	6,03	1,717	3,1
5 SSE	7,66	6,78	2,260	8,5	8,07	2,331	8,5
6 S	7,08	6,27	2,244	13,1	7,78	2,371	13,2
7 SSO	6,21	5,51	2,533	9,6	6,95	2,668	9,6
8 OSO	5,99	5,31	2,287	6,7	6,75	2,341	6,8
9 O	5,19	4,60	2,170	4,1	6,01	2,161	4,2
10 ONO	5,98	5,30	2,287	6,4	6,74	2,191	5,5
11 NNO	6,94	6,18	2,748	17,6	8,17	2,731	16,4
Tutti	6,49	5,75	2,248	100,0	7,32	2,289	100,0

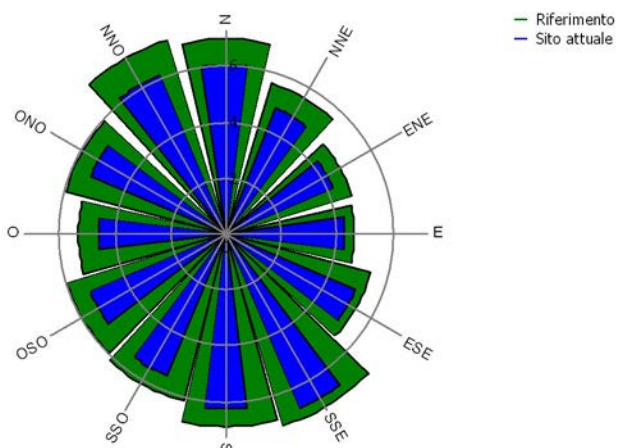
Distribuzione di Weibull



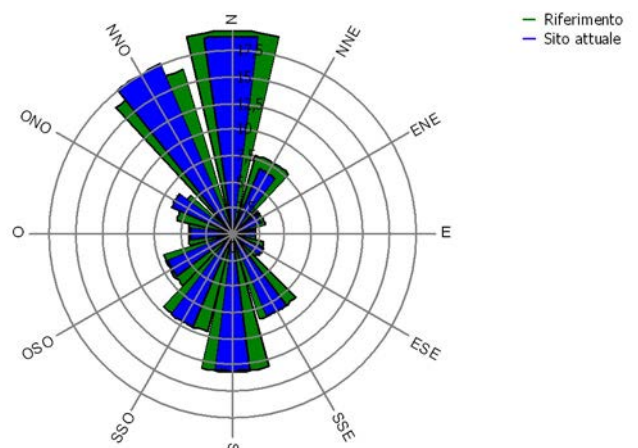
Rosa dell'energia (kWh/m²/Anno)



Velocità media (m/s)



Frequenza (%)



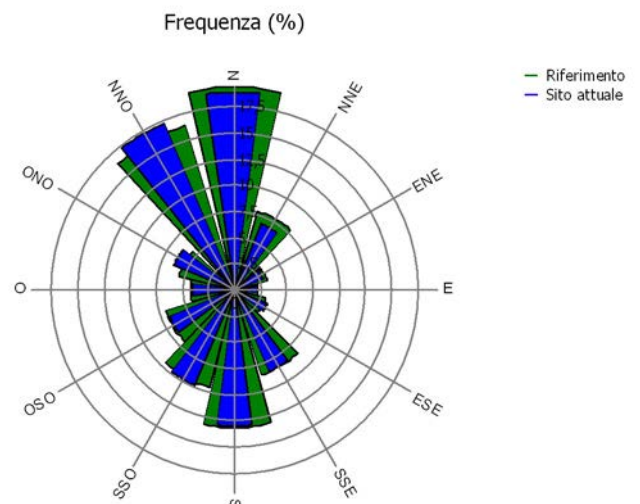
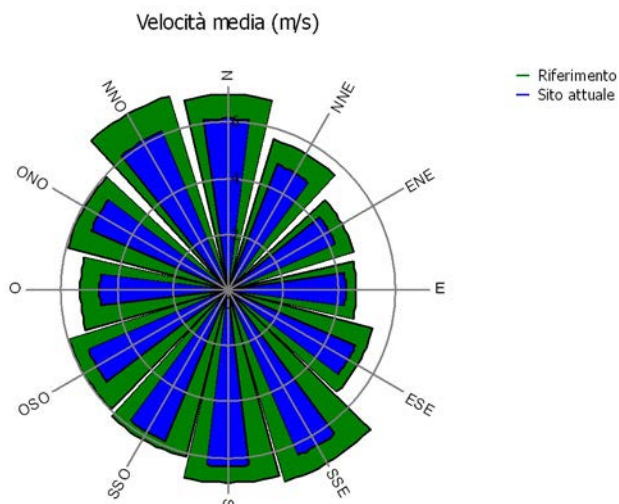
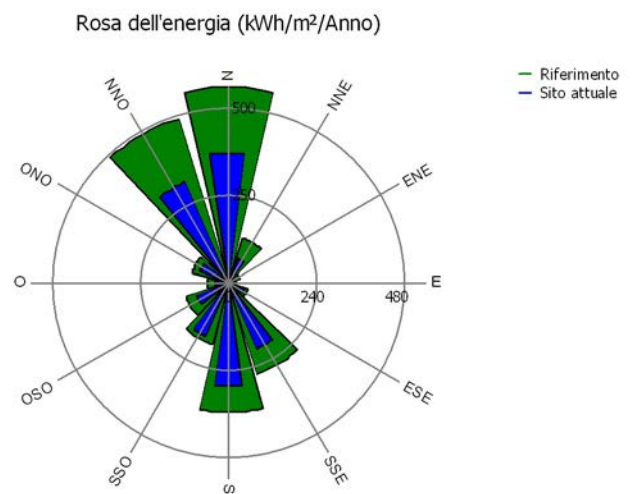
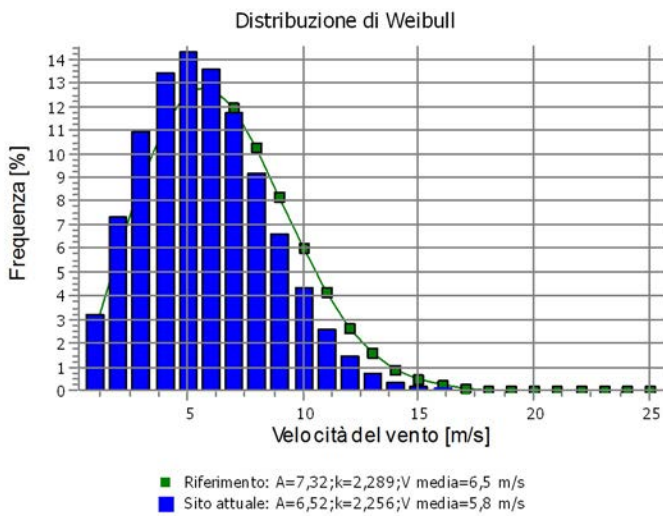
PARK - Analisi dei Dati di vento

Calcolo: Avetrana - 15 V150 4.2MW @125m - layout rev.7Dati di vento: A - Site data for e.c.: Mast 50m (1622) @123m E w LTE 15y; Altezza mozzo: 125,0

Coordinate del sito
UTM (north)-WGS84 Zone: 33
Est: 732.271 Nord: 4.474.503
WTG01 - WTG01
Statistica del Vento
IT Mast 50m (1622) - 15y LTE @82, 105, 123, 132m - E - 123.00 m.wws

Parametri Weibull

Settore	Sito attuale			Frequenza [%]	Riferimento: classe di Rugosità 1		
	Parametro A	Velocità del vento [m/s]	Parametro k		Parametro A	Parametro k	Frequenza [%]
0 N	6,93	6,14	2,420	18,9	7,88	2,438	19,4
1 NNE	5,46	4,83	2,088	6,8	6,35	2,101	7,8
2 ENE	4,75	4,20	2,135	2,9	5,36	2,104	3,2
3 E	4,77	4,23	1,975	2,2	5,21	2,004	2,3
4 ESE	5,62	5,00	1,768	3,4	6,03	1,717	3,1
5 SSE	7,26	6,43	2,232	8,4	8,07	2,331	8,5
6 S	7,13	6,32	2,232	13,0	7,78	2,371	13,2
7 SSO	6,60	5,86	2,482	9,9	6,95	2,668	9,6
8 OSO	6,17	5,46	2,271	6,7	6,75	2,341	6,8
9 O	5,23	4,64	2,166	4,1	6,01	2,161	4,2
10 ONO	6,07	5,38	2,283	6,3	6,74	2,191	5,5
11 NNO	6,91	6,15	2,748	17,4	8,17	2,731	16,4
Tutti	6,52	5,78	2,256	100,0	7,32	2,289	100,0



PARK - Curva di potenza del parco

Calcolo: Avetrana - 15 V150 4.2MW @125m - layout rev.7

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	2.499	2.119	2.022	2.164	2.182	2.121	2.149	2.188	2.034	2.152	2.177	2.116	2.142	2.184
4,5	6.201	5.523	5.360	5.606	5.632	5.525	5.562	5.630	5.389	5.586	5.622	5.516	5.548	5.624
5,5	11.838	10.618	10.331	10.774	10.819	10.625	10.683	10.801	10.387	10.738	10.799	10.611	10.656	10.787
6,5	19.920	17.941	17.474	18.195	18.268	17.952	18.046	18.236	17.561	18.138	18.235	17.931	18.004	18.216
7,5	30.767	27.839	27.136	28.216	28.323	27.854	28.003	28.285	27.270	28.133	28.277	27.820	27.944	28.257
8,5	44.155	40.348	39.388	40.841	40.988	40.365	40.582	40.965	39.566	40.740	40.933	40.328	40.516	40.927
9,5	56.120	53.197	52.223	53.567	53.744	53.208	53.526	53.862	52.386	53.516	53.716	53.215	53.502	53.830
10,5	61.757	60.847	60.413	60.938	61.036	60.854	61.048	61.169	60.464	60.948	61.039	60.880	61.064	61.160
11,5	62.947	62.856	62.798	62.861	62.877	62.857	62.888	62.902	62.805	62.866	62.877	62.862	62.892	62.902
12,5	63.000	62.999	62.998	62.999	62.999	62.999	63.000	63.000	62.998	62.999	62.999	62.999	63.000	63.000
13,5	63.000	63.000	63.000	63.000	63.000	63.000	63.000	63.000	63.000	63.000	63.000	63.000	63.000	63.000
14,5	63.000	63.000	63.000	63.000	63.000	63.000	63.000	63.000	63.000	63.000	63.000	63.000	63.000	63.000
15,5	63.000	63.000	63.000	63.000	63.000	63.000	63.000	63.000	63.000	63.000	63.000	63.000	63.000	63.000
16,5	63.000	63.000	63.000	63.000	63.000	63.000	63.000	63.000	63.000	63.000	63.000	63.000	63.000	63.000
17,5	63.000	63.000	63.000	63.000	63.000	63.000	63.000	63.000	63.000	63.000	63.000	63.000	63.000	63.000
18,5	63.000	63.000	63.000	63.000	63.000	63.000	63.000	63.000	63.000	63.000	63.000	63.000	63.000	63.000
19,5	63.000	63.000	63.000	63.000	63.000	63.000	63.000	63.000	63.000	63.000	63.000	63.000	63.000	63.000
20,5	62.790	62.835	62.844	62.827	62.827	62.835	62.835	62.829	62.842	62.829	62.828	62.835	62.836	62.830
21,5	50.595	51.067	51.202	51.007	50.983	51.063	51.026	50.978	51.180	51.017	50.989	51.066	51.033	50.983
22,5	32.310	32.664	32.764	32.619	32.600	32.661	32.633	32.597	32.748	32.626	32.605	32.663	32.638	32.600
23,5	22.890	23.010	23.043	22.995	22.989	23.009	22.999	22.987	23.038	22.998	22.990	23.010	23.001	22.988
24,5	16.740	16.740	16.740	16.740	16.740	16.740	16.740	16.740	16.740	16.740	16.740	16.740	16.740	16.740
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 la stessa velocità nell'intera area del parco eolico (prima dell' effetto del parco stesso), allora la produzione complessiva può essere data dalla curva di potenza del parco. Si può anche dire: la curva di potenza del parco include le perdite da allineamento, ma NON include le variazioni date dal terreno alla velocità del vento entro l' area del parco.

Measuring a park power curve is not as simple as measuring a WTG power curve due to the fact that the park power curve depends on the wind direction and that the same wind speed normally will not appear for the entire park area at the same time (only in very flat non-complex terrain). The idea with this version of the park power curve is not to use it for validation based on measurements. This would require at least 2 measurement masts at two sides of the park, unless only a few direction sectors should be tested, AND non complex terrain (normally only useable off shore). Another park power curve version for complex terrain is available in windPRO.

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. The masts must be used for obtaining the free wind speed. The free wind speed is used in the simulation of expected energy production with the PARK power curve. This procedure will only work suitable in non complex terrains. For complex terrain another park power curve calculation is available in windPRO (PPV-model).

Nota:

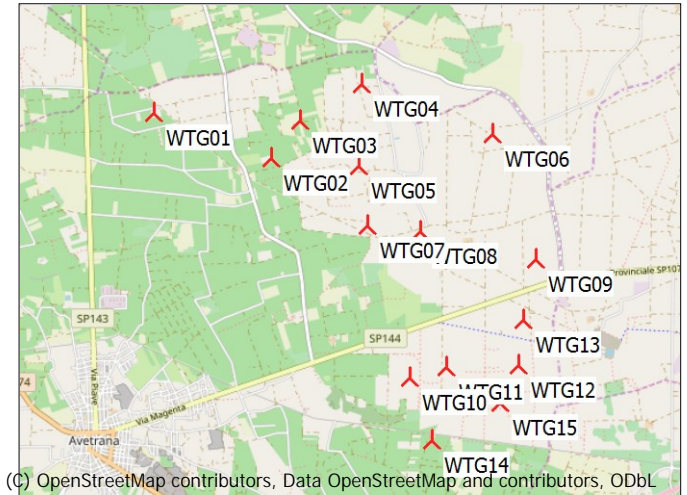
Nel menu " Risultato su file" è disponibile anche l' opzione " Velocità del vento entro il parco eolico" . Essa può essere utilizzata per estrarre (e.g. con Excel) le perdite indotte dalle scie sulla velocità del vento misurata.

PARK - Distanze tra le WTG

Calcolo: Avetrana - 15 V150 4.2MW @125m - layout rev.7

Distanze tra le WTG

Z	WTG più vicina	Z	Distanza orizzontale [m]	Distanza in Diametri Rotore
WTG01	WTG02	69,6	1.682	11,2
WTG02	WTG03	63,6	626	4,2
WTG03	WTG02	69,6	626	4,2
WTG04	WTG03	63,6	949	6,3
WTG05	WTG07	65,9	794	5,3
WTG06	WTG08	65,0	1.613	10,8
WTG07	WTG08	65,0	694	4,6
WTG08	WTG07	65,9	694	4,6
WTG09	WTG13	76,5	815	5,4
WTG10	WTG11	73,2	494	3,3
WTG11	WTG10	63,4	494	3,3
WTG12	WTG15	61,0	537	3,6
WTG13	WTG12	71,4	608	4,1
WTG14	WTG10	63,4	880	5,9
WTG15	WTG12	71,4	537	3,6
Min		61,0	494	3,3
Max		76,5	1.682	11,2



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

Progetto:
Avetrana

Utente autorizzato:
FRI-EL S.p.A
Piazza della Rotonda, n. 2
IT-00186 Roma
+39 (0)471 324210
windpro / it@fri-el.it
Redatto il:
11/12/2019 10:55/3.3.261

PARK - Info Statistica di Vento

Calcolo: Avetrana - 15 V150 4.2MW @125m - layout rev.7

Dati per il calcolo della Statistica del Vento

File	C:\DATI\Windpro Projekt 2.6\Italia\Avetrana\IT Mast 50m (1622) - 15y LTE @82, 105, 123, 132m - E - 123.00 m.wws
Nome	Mast 50m (1622) - 15y LTE @82, 105, 123, 132m - E (_a) 123.00 m
Paese	Italy
Fonte	USER
Coordinate mast	UTM (north)-WGS84 Zone: 33 Est: 735.077 Nord: 4.475.691
Creato	09/12/2019
Redatto	09/12/2019
Settori	12
Versione WAsP	WAsP 10.2 RVEA0164.dll 3.0.1.100
Coordinate system	UTM (north)-WGS84 Zona: 33
Altezza di dislocamento	Nessuna

Ulteriori informazioni sulla Statistica

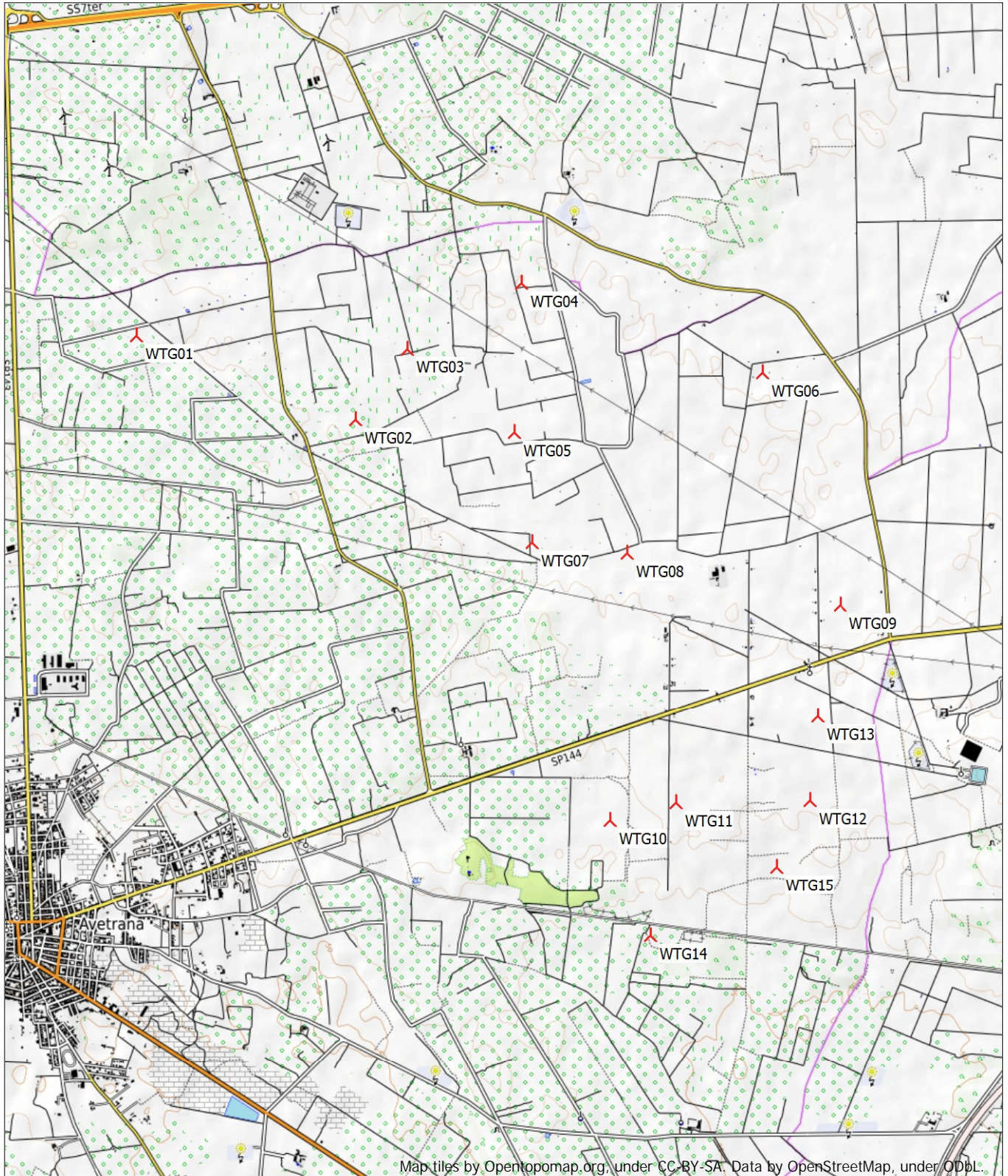
Fonte dati	Mast 50m (1622) - 15y LTE @82, 105, 123, 132m
Dati dal	30/12/1899
al	30/12/1899
Periodo di misura	0,0 mesi

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: Avetrana - 15 V150 4.2MW @125m - layout rev.7



0 500 1000 1500 2000 m

Mappa: OpenTopoMap , Scala di stampa 1:40.000, Centro mappa UTM (north)-WGS84 Zone: 33 Est: 734.830 Nord: 4.472.643

▲ Nuova WTG







12

13

14



15





16



19

18

17

20



21

22

23

24



25

26

27

28

SP144

SP107



SP144

30

29

SP144

29

