



VCC Scano Sindia Srl



REGIONE SARDEGNA

COMUNE DI SCANO DI MONTIFERRO (OR)

COMUNE DI SINDIA (NU)



**PROGETTO PER LA REALIZZAZIONE DI UN IMPIANTO EOLICO DI
POTENZA PARI A 336.000 kW CON SISTEMA DI ACCUMULO
DA 49.000 kW**

"Scano - Sindia"

Provvedimento unico ambientale ex art.27 D.Lgs. 152/2006
Valutazione di Impatto Ambientale artt.23-24-25 D.Lgs. 152/2006

REL.04

Elaborato di Progetto

**PROGETTO DEFINITIVO
RELAZIONE DI PRODUCIBILITA'**

Committente:
VCC Scano Sindia Srl
Via O.Ranelletti, 271 - 67043 - Celano (AQ)
P.IVA e C.F.: 02097190660
PEC: vccscanosindia@legalmail.it

PROGETTO REDATTO DA: VCC Trapani Srl

Progettista:
Ing. Mariangela Taurasi
Ordine degli ingegneri della Provincia di Avellino N. 1856

Prof. Ing. Marco Trapanese
Ordine degli ingegneri della Provincia di Palermo N. 6946

Data:
25/05/2022

Rev.00

SCALA -

Regione Sardegna
Comuni di Scano di Montiferro (OR)
Sindia (NU)

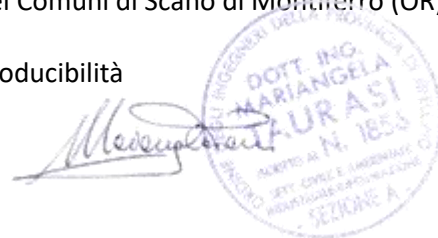
**ANALISI ANEMOLOGICA E
STIMA DI PRODUCIBILITÀ**
Relazione Tecnica

Indice

1	PREMESSA	3
2	ANEMOMETRIA	4
2.1	Stazione anemometrica	4
3	CENTRALE EOLICA	6
3.1	Configurazione d'impianto	6
3.2	Aerogeneratore	7
4	ANALISI DI PRODUCIBILITÀ	8
4.1	Modello orografico digitale	8
4.2	Mappatura del campo di vento	9
4.3	Risultati dell'analisi anemologica (Resa energetica di breve periodo)	9
4.4	Producibilità netta di impianto	12
4.5	Analisi delle incertezze	14
5	APPENDICE A	23
6	APPENDICE B	24
7	APPENDICE C	27
8	CERTIFICATI CALIBRAZIONE	33

Informazioni documento

Categoria documento	Relazione Tecnica
Progetto	Centrale eolica "Scano-Sindia" nei Comuni di Scano di Montiferro (OR) e Sindia (NU)
Titolo documento	Analisi anemologica e stima di producibilità
Cliente	VCC Trapani srl
Numero di pagine	34
Data Registrazione	15/11/2021
Indice Revisione	rev. 1



1 PREMESSA

La presente analisi anemologica e di producibilità si pone come obiettivo la quantificazione delle potenzialità eoliche del sito e la stima di producibilità delle turbine previste per l'installazione sull'area di progetto.

Lo studio prevede inizialmente l'elaborazione dei dati acquisiti da diverse stazioni di misura della velocità e direzione vento posizionate in prossimità del sito, preceduta da eventuali operazioni di filtraggio per l'esclusione di valori non ammissibili.

Successivamente, l'insieme di dati di vento selezionato come maggiormente rappresentativo per un intero anno solare viene associato ad un modello digitale del territorio, opportunamente esteso intorno all'area d'interesse, per costituire l'input del codice di simulazione anemologica WASP⁽¹⁾. Il modello territoriale, o DTM, fornisce al software tutte le informazioni legate all'andamento altimetrico del terreno, alla distribuzione di rugosità superficiale ed, eventualmente, alla presenza di ostacoli naturali o infrastrutturali che possono esercitare un sensibile effetto indotto sul regime anemologico locale.

Attraverso l'applicazione di un particolare algoritmo di estrapolazione dei dati sperimentali raccolti sulla singola posizione di una o più stazioni anemometriche, WASP è in grado di calcolare la distribuzione, e quindi la mappatura, a varie altezze rispetto al suolo, dei principali parametri anemologici caratterizzanti l'area circostante il punto di misura. I valori di tali parametri, calcolati su ciascuna delle posizioni previste per l'installazione delle macchine, ed associati alle curve di prestazioni del modello di aerogeneratore selezionato, permettono di operare una stima del valore di produzione di energia media annua attesa dall'impianto, al netto delle perdite per scia aerodinamica indotte dagli effetti d'interferenza reciproca tra le turbine.

I risultati ottenuti attraverso la simulazione sono infine oggetto di elaborazioni “post-processing” che, sulla base di valutazioni in merito a:

- livello di completezza e di attendibilità dei dati di input,
- limiti del modello di calcolo utilizzato,
- presenza di perdite imputabili ad ulteriori fattori esterni,
- proiezione sul lungo periodo (nel caso in cui ci fosse la disponibilità di dati acquisiti in anni passati, per periodi significativi, da altre stazioni anemometriche installate in zona),

permettono di definire il livello di incertezza sulle previsioni di resa energetica e quindi di fissare gli adeguati margini di sicurezza, più o meno conservativi in relazione al rischio che l'investitore è in grado di assumere.

(1) WASP (Wind Atlas Analysis and Application Program), codice di simulazione anemologica sviluppato in Danimarca presso il RISØ National Laboratory, Centro di prova e certificazione per turbine eoliche.

2 ANEMOMETRIA

A supporto dell'analisi sono stati utilizzati i dati relativi ad una stazione anemometrica.

2.1 Stazione anemometrica

La disponibilità dei dati della stazione anemometrica con codice 1011 è dal 10 marzo 2002, l'ultimo rilievo dati è dell'1 maggio 2005. I dati registrati, nei periodi in cui l'anemometro ha funzionato, hanno una buona disponibilità, pari a circa il 97% degli eventi complessivi registrabili per quanto riguarda la velocità e circa il 90% per la direzione.

Il sistema di monitoraggio, al top della configurazione, è costituito da due sensori di velocità posti alle altezze di 20 e 40 m sls e due sensori di direzione a 20 e 40 m sls. I dati sono stati registrati con una frequenza di acquisizione pari a 10 minuti.

I dati provenienti da ogni sensore sono stati preventivamente esaminati per evidenziare eventuali anomalie o intervalli temporali di mancata acquisizione.

L'analisi dei dati evidenzia la presenza di una direzione principale di provenienza del vento. Le distribuzioni delle frequenze di occorrenza, relative alla coppia di sensori alla massima altezza, sono state riportate sui relativi diagrammi azimuthali (**Rosa dei Venti**).

La disponibilità di acquisizioni a diverse altezze dal suolo ha consentito, inoltre, di stimare il *coefficiente di Wind Shear* locale. Tale parametro caratterizza il profilo di strato limite atmosferico della velocità vento rispetto al suolo, come definito dalla formula riportata di seguito:

$$V_{h_0} = V_{h_{ref}} * (h_0/h_{ref})^\alpha$$

essendo:

α = *coefficiente di wind shear*;

V_{h_0} = *velocità vento ad altezza $h=h_0$* ;

$V_{h_{ref}}$ = *velocità vento ad altezza di riferimento $h=h_{ref}$* .

Il coefficiente di Wind Shear che meglio interpola le velocità vento medie di periodo in contemporaneità di acquisizione è riportato nella scheda di sintesi.

La caratterizzazione ed i risultati delle elaborazioni eseguite per ciascun sensore o coppia di sensori velocità/direzione, sono sintetizzati dalle tabelle e dai relativi diagrammi riportati di seguito ed è il meglio che si potesse ottenere con quanto a disposizione.

Stazione anemometrica: caratterizzazione e sintesi elaborazioni

IDENTIFICAZIONE STAZIONE		
Codice	1011	
n° sensori velocità	2 (h=20 m, h=40 m)	
n° sensori direzione	2 (h=20 m, h=40 m)	
COLLOCAZIONE GEOGRAFICA		
Regione, Comune (Provincia)	Sardegna, Scano di Montiferro (OR)	
PUNTO D'INSTALLAZIONE		
Sistema di coordinate geografiche	UTM – WGS84	
Fuso	32	
Longitudine	471 114	
Latitudine	4 453 530	
Altitudine	681 m slm	
ACQUISIZIONE DATI		
Altezza dal suolo sensori velocità sls	h=20m	h=40m
Frequenza di acquisizione	10 minuti	
Data primo rilievo dati	10 marzo 2002	
Ultimo rilievo dati	1 maggio 2005	
ELABORAZIONI		
Altezza dal suolo sensori velocità	h=20m	h=40m
Velocità vento media di periodo, <i>misurata</i>	5.62 m/s	6.11 m/s
Coefficiente di scala, $A_{Weibull}$	6.32 m/s	6.88 m/s
Coefficiente di forma, $k_{Weibull}$	1.88	1.92
Coefficiente di Wind Shear	1.121	

3 CENTRALE EOLICA

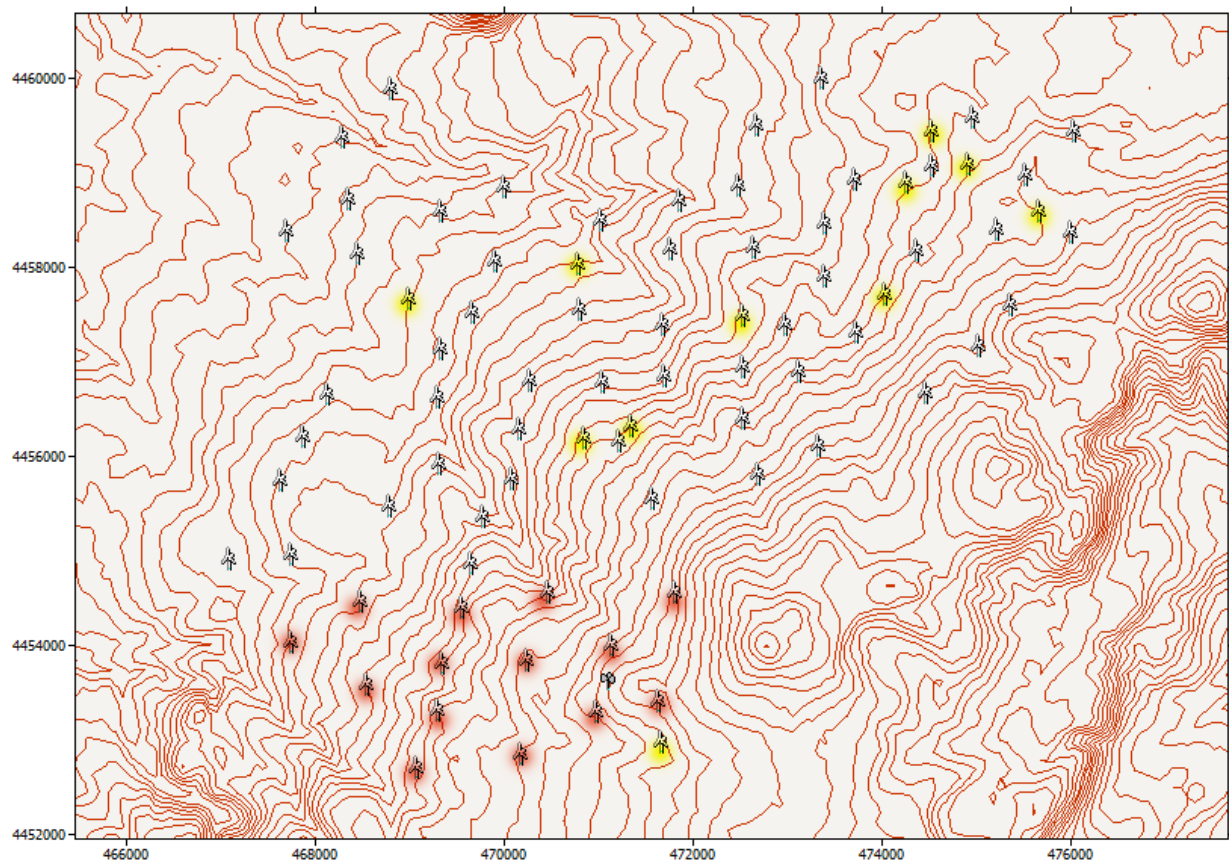
3.1 Configurazione d'impianto

L'impianto insiste nel territorio dei comuni di Scano di Montiferro e Sindia ad un'altitudine media pari a circa 560 m slm.

Nell'area d'impianto ci sono attualmente installati degli aerogeneratori (ipotizzato mini-eolico da 60kW, in figura color giallo), che sono stati considerati nell'analisi e per i quali sono state valutate le perdite aggiuntive (Appendice A).

È stata altresì considerata l'eventuale futura presenza di un ulteriore impianto di 14 aerogeneratori (ipotizzato stesso modello di aerogeneratore della centrale in oggetto, in figura color pesca) nel comune di Scano di Montiferro, al fine di poter valutare tutte le perdite. La produzione di tale impianto è in Appendice B.

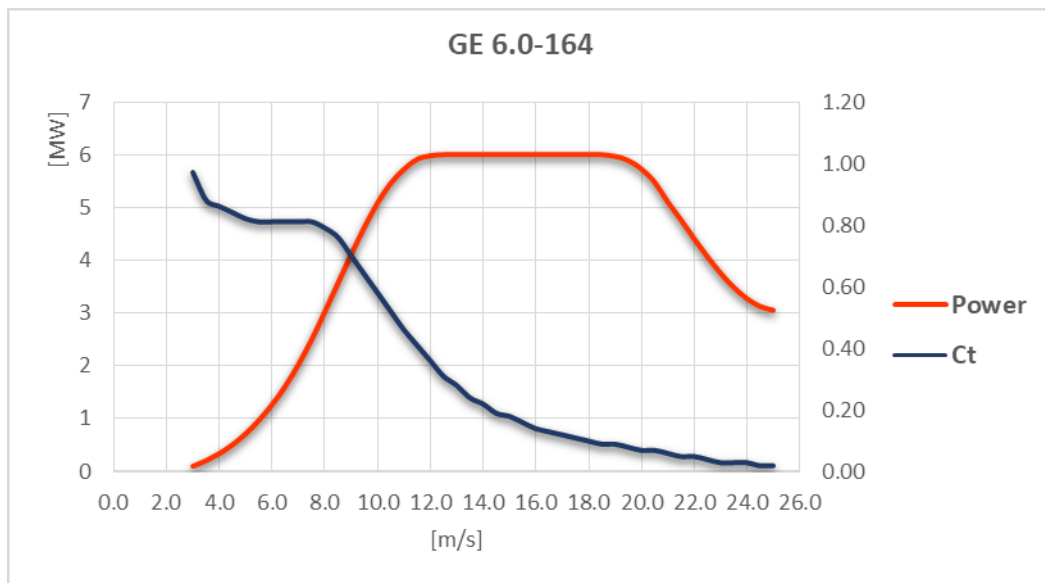
Per completezza, nell'Appendice C si riportano i risultati di produzione della centrale eolica di "Scano-Sindia" nell'ipotesi in cui tale l'impianto di 14 aerogeneratori non ci fosse.



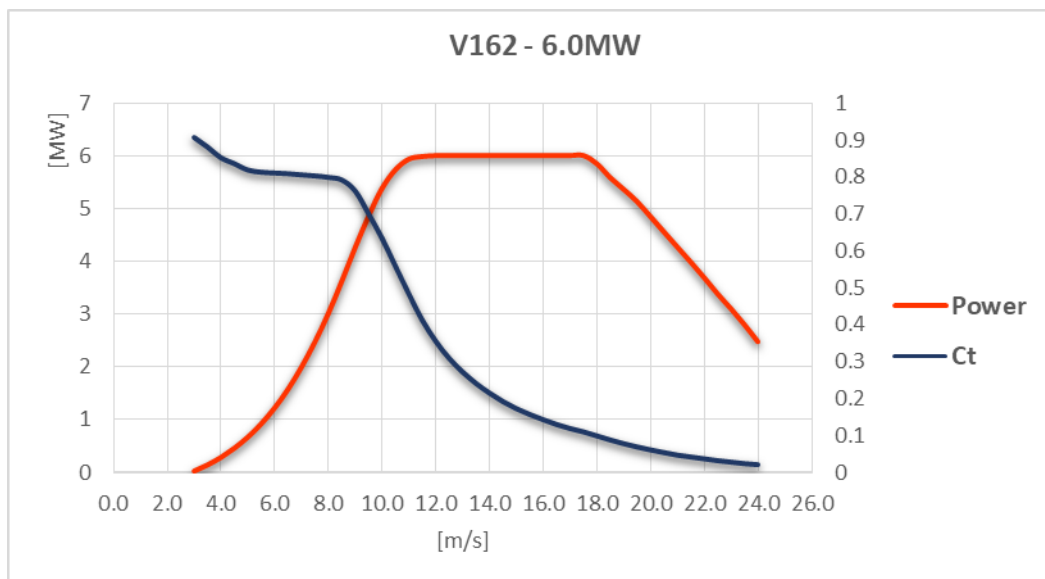
3.2 Aerogeneratore

Sono stati presi in considerazione due modelli di aerogeneratore e per entrambi è stata calcolata la produzione di energia attesa alla stessa altezza mozzo.

a) GE Cipress 6.0-164



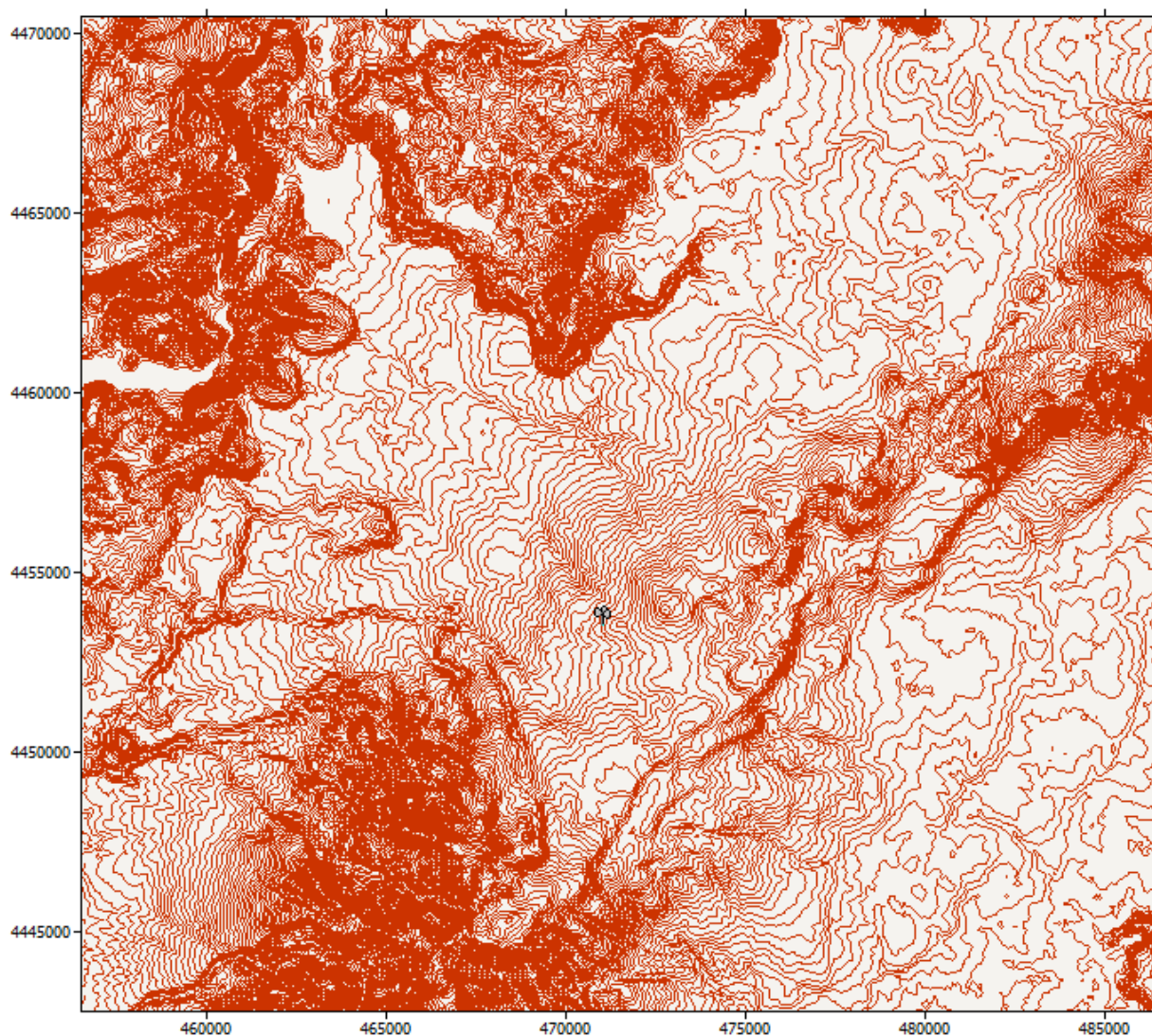
b) V162 6.0 MW



4 ANALISI DI PRODUCIBILITÀ

4.1 *Modello orografico digitale*

Per il sito in oggetto è stato assunto nell'algoritmo di calcolo della producibilità del parco un modello orografico del terreno ed una mappa della rugosità scaricati dal DataBase di WASP.



Modello orografico digitale

4.2 Mappatura del campo di vento

Per la determinazione dell'atlante di vento geostrofico dell'area è stato impiegato il software WAsP12, implementando il set di dati anemometrici più significativo per la descrizione del regime anemologico di breve periodo registrato durante la campagna di monitoraggio.

La disponibilità di un range temporale di più anni ha permesso di ricostruire l'andamento stagionale della vena ventosa, altamente fluttuante a seconda del periodo considerato.

Inoltre i dati implementati sono stati selezionati fra le varie coppie di sensori di velocità/direzione della stazione scelte in base ai criteri di maggior attendibilità, di maggior disponibilità di periodo e di altezza dal suolo più prossima a quella degli aerogeneratori di progetto.

Si precisa che con il software WAsP è stato possibile calcolare la distribuzione e la mappatura del vento a varie altezze rispetto al suolo, nonché una serie di parametri anemologici caratterizzanti l'area circostante la stazione di misura in corrispondenza della quota a cui si trovano i mozzetti delle turbine di progetto (fra cui si ricordano i già citati fattori di scala A e di forma k, nonché la velocità media).

4.3 Risultati dell'analisi anemologica (Resa energetica di breve periodo)

I parametri di cui sopra, calcolati per ciascuna posizione prevista da progetto ed associati alle curve di prestazione del modello di aerogeneratore selezionato, hanno permesso di ottenere una stima del valore di produzione di energia media annua attesa dall'impianto al netto delle perdite per scia aerodinamica indotte dagli effetti d'interferenza reciproca tra le turbine.

Si riportano di seguito le grandezze anemologiche estrapolate dal software WAsP e le relative rese energetiche sia lorde sia al netto delle reciproche scie aerodinamiche.

a) GE Cipress 6.0-164 con altezza mozzo a 119 metri

	UTM-WGS84		Simulazione WAsP			Resa energetica annua		
	E	N	A	Velocità vento al mozzo	Perdite per scia aerodinamica	lorda	netta	
			[m/s]	k				[m/s]
1	467714	4458281	7.51	1.86	6.67	9.67%	18.577	16.781
2	468314	4459274	7.47	1.87	6.63	9.53%	18.398	16.645
3	468366	4458621	7.56	1.86	6.71	12.80%	18.757	16.356
4	468471	4458043	7.55	1.87	6.70	12.35%	18.693	16.384
5	469338	4458498	7.51	1.87	6.67	15.35%	18.539	15.693
6	471692	4457298	7.46	1.87	6.62	20.73%	18.254	14.470
7	469920	4457959	7.55	1.87	6.70	15.97%	18.684	15.700
8	469674	4457420	7.61	1.87	6.76	17.47%	18.922	15.616
9	469347	4457039	7.43	1.87	6.60	17.60%	18.210	15.005
10	468141	4456555	7.66	1.87	6.80	12.38%	19.158	16.786
11	467885	4456114	7.69	1.87	6.83	12.53%	19.280	16.864
12	467650	4455644	7.74	1.87	6.87	11.34%	19.454	17.248

13	467105	4454818	7.51	1.87	6.67	9.29%	18.551	16.828
14	467761	4454869	7.59	1.87	6.74	13.13%	18.838	16.365
15	468803	4455381	7.46	1.88	6.62	16.34%	18.275	15.289
16	469330	4455820	7.57	1.88	6.72	18.44%	18.749	15.292
17	469316	4456518	7.45	1.88	6.61	18.11%	18.254	14.948
18	470286	4456708	7.74	1.87	6.87	19.18%	19.386	15.668
19	471033	4458389	7.55	1.87	6.70	16.91%	18.669	15.512
20	471873	4458606	7.60	1.86	6.75	18.28%	18.817	15.377
21	472499	4458757	7.59	1.86	6.74	18.35%	18.789	15.341
22	472682	4459400	7.67	1.87	6.81	12.62%	19.092	16.683
23	473376	4459900	7.83	1.87	6.95	9.87%	19.724	17.777
24	472651	4458110	7.74	1.87	6.87	19.54%	19.366	15.582
25	471779	4458092	7.66	1.87	6.80	18.71%	19.091	15.519
26	470814	4457455	7.60	1.87	6.75	18.59%	18.855	15.350
27	471061	4456679	7.76	1.87	6.89	20.97%	19.453	15.374
28	470181	4456194	7.71	1.88	6.84	19.37%	19.237	15.511
29	469800	4455256	7.46	1.88	6.62	18.19%	18.247	14.928
30	469669	4454774	7.76	1.88	6.89	16.01%	19.470	16.353
31	471713	4456748	7.53	1.88	6.68	21.26%	18.505	14.571
32	471588	4455461	7.85	1.88	6.97	14.62%	19.747	16.860
33	470099	4455665	7.49	1.88	6.65	19.55%	18.368	14.777
34	471229	4456063	7.80	1.88	6.92	18.41%	19.576	15.972
35	472543	4456841	7.66	1.88	6.80	21.24%	19.002	14.966
36	472983	4457295	7.75	1.87	6.88	20.34%	19.365	15.426
37	473406	4457812	7.59	1.88	6.74	19.50%	18.757	15.099
38	473403	4458370	7.58	1.87	6.73	19.59%	18.730	15.061
39	473727	4458822	7.72	1.87	6.85	16.71%	19.264	16.045
40	474974	4459481	7.82	1.88	6.94	12.22%	19.672	17.268
41	475527	4458877	7.94	1.88	7.05	13.80%	20.131	17.353
42	474540	4458974	7.71	1.88	6.84	15.93%	19.211	16.151
43	475230	4458299	7.87	1.88	6.99	15.26%	19.852	16.823
44	474374	4458073	7.79	1.87	6.92	16.90%	19.533	16.232
45	473736	4457220	7.59	1.88	6.74	18.95%	18.733	15.183
46	473132	4456796	7.87	1.87	6.99	19.67%	19.854	15.949
47	472538	4456300	7.81	1.88	6.93	18.06%	19.584	16.047
48	472695	4455718	7.81	1.88	6.93	14.08%	19.561	16.807
49	473347	4456018	8.01	1.87	7.11	14.21%	20.319	17.432
50	474470	4456568	8.12	1.88	7.21	12.10%	20.765	18.252
51	475029	4457075	7.87	1.87	6.99	12.70%	19.795	17.281
52	475377	4457503	8.13	1.88	7.22	12.29%	20.844	18.282
53	476007	4458267	7.84	1.89	6.96	12.12%	19.716	17.326
54	476043	4459334	7.84	1.88	6.96	10.26%	19.747	17.721
55	468825	4459781	7.47	1.87	6.63	8.59%	18.381	16.802
56	470022	4458742	7.39	1.87	6.56	15.02%	18.032	15.324
Totale							1070.835	902.255
Media unitaria					6.81	15.77%	19.122	16.112

b) V162 6.0 MW con altezza mozzo a 119 metri

	UTM-WGS84		Simulazione WASP			Resa energetica annua		
	E	N	A	Velocità vento al mozzo		Perdite per scia aerodinamica	lorda [GWh/anno]	netta [GWh/anno]
			[m/s]	k	[m/s]			
1	467714	4458281	7.51	1.86	6.67	10.07%	18.757	16.868
2	468314	4459274	7.47	1.87	6.63	9.90%	18.575	16.736
3	468366	4458621	7.56	1.86	6.71	13.32%	18.936	16.414
4	468471	4458043	7.55	1.87	6.70	12.85%	18.873	16.448
5	469338	4458498	7.51	1.87	6.67	15.99%	18.719	15.726
6	471692	4457298	7.46	1.87	6.62	21.57%	18.434	14.458
7	469920	4457959	7.55	1.87	6.70	16.59%	18.866	15.736
8	469674	4457420	7.61	1.87	6.76	18.17%	19.104	15.633
9	469347	4457039	7.43	1.87	6.60	18.33%	18.391	15.020
10	468141	4456555	7.66	1.87	6.80	12.86%	19.342	16.855
11	467885	4456114	7.69	1.87	6.83	13.01%	19.462	16.930
12	467650	4455644	7.74	1.87	6.87	11.79%	19.638	17.323
13	467105	4454818	7.51	1.87	6.67	9.66%	18.733	16.923
14	467761	4454869	7.59	1.87	6.74	13.66%	19.020	16.422
15	468803	4455381	7.46	1.88	6.62	17.03%	18.455	15.312
16	469330	4455820	7.57	1.88	6.72	19.19%	18.933	15.300
17	469316	4456518	7.45	1.88	6.61	18.84%	18.435	14.962
18	470286	4456708	7.74	1.87	6.87	19.89%	19.574	15.681
19	471033	4458389	7.55	1.87	6.70	17.60%	18.852	15.534
20	471873	4458606	7.60	1.86	6.75	19.01%	18.996	15.385
21	472499	4458757	7.59	1.86	6.74	19.08%	18.969	15.350
22	472682	4459400	7.67	1.87	6.81	13.11%	19.275	16.748
23	473376	4459900	7.83	1.87	6.95	10.24%	19.909	17.870
24	472651	4458110	7.74	1.87	6.87	20.31%	19.550	15.579
25	471779	4458092	7.66	1.87	6.80	19.49%	19.275	15.518
26	470814	4457455	7.60	1.87	6.75	19.32%	19.038	15.360
27	471061	4456679	7.76	1.87	6.89	21.77%	19.641	15.365
28	470181	4456194	7.71	1.88	6.84	20.12%	19.424	15.516
29	469800	4455256	7.46	1.88	6.62	18.89%	18.429	14.948
30	469669	4454774	7.76	1.88	6.89	16.61%	19.658	16.393
31	471713	4456748	7.53	1.88	6.68	22.08%	18.687	14.561
32	471588	4455461	7.85	1.88	6.97	15.15%	19.940	16.919
33	470099	4455665	7.49	1.88	6.65	20.32%	18.552	14.782
34	471229	4456063	7.80	1.88	6.92	19.13%	19.764	15.983
35	472543	4456841	7.66	1.88	6.80	22.08%	19.188	14.951
36	472983	4457295	7.75	1.87	6.88	21.14%	19.549	15.416
37	473406	4457812	7.59	1.88	6.74	20.26%	18.942	15.104
38	473403	4458370	7.58	1.87	6.73	20.40%	18.915	15.056

39	473727	4458822	7.72	1.87	6.85	17.37%	19.449	16.071
40	474974	4459481	7.82	1.88	6.94	12.67%	19.858	17.342
41	475527	4458877	7.94	1.88	7.05	14.36%	20.325	17.406
42	474540	4458974	7.71	1.88	6.84	16.58%	19.397	16.181
43	475230	4458299	7.87	1.88	6.99	15.86%	20.040	16.862
44	474374	4458073	7.79	1.87	6.92	17.60%	19.721	16.250
45	473736	4457220	7.59	1.88	6.74	19.67%	18.918	15.197
46	473132	4456796	7.87	1.87	6.99	20.42%	20.043	15.950
47	472538	4456300	7.81	1.88	6.93	18.75%	19.772	16.065
48	472695	4455718	7.81	1.88	6.93	14.60%	19.751	16.867
49	473347	4456018	8.01	1.87	7.11	14.72%	20.510	17.491
50	474470	4456568	8.12	1.88	7.21	12.51%	20.956	18.334
51	475029	4457075	7.87	1.87	6.99	13.14%	19.983	17.357
52	475377	4457503	8.13	1.88	7.22	12.73%	21.036	18.358
53	476007	4458267	7.84	1.89	6.96	12.54%	19.907	17.411
54	476043	4459334	7.84	1.88	6.96	10.65%	19.941	17.817
55	468825	4459781	7.47	1.87	6.63	8.94%	18.561	16.902
56	470022	4458742	7.39	1.87	6.56	15.61%	18.211	15.368
Totale							1081.178	904.314
Media unitaria					6.81	16.38%	19.307	16.148

4.4 Producibilità netta di impianto

Ai fini del calcolo della producibilità netta di impianto, ovvero quella effettivamente messa in rete e dunque fatturata ai fini della vendita dell'energia, sono stati considerati i seguenti fattori di perdita:

Fattore	Perdita
Efficienza elettrica	3 %
Disponibilità	2 %
Isteresi per elevata velocità vento	0.2 %
Lavori di manutenzione sottostazione	0.2 %
Ghiaccio e depositi sulle pale	0.5 %
Topografia	1 %

Fattori di perdita aggiuntivi

Pertanto, sulla base delle suddette considerazioni, si può stimare che la producibilità netta media annua della centrale eolica, sia la seguente:

	GE 6.0-164		V162-6.0MW	
	producibilità netta media annua	ore equivalenti medie unitarie a potenza nominale	producibilità netta media annua	ore equivalenti medie unitarie a potenza nominale
	P50	(P 50)	P50	(P 50)
	[GWh/anno]	[h]	[GWh/anno]	[h]
1	15.651	2608	15.732	2622
2	15.524	2587	15.609	2601
3	15.254	2542	15.308	2551
4	15.280	2547	15.340	2557
5	14.636	2439	14.667	2442
6	13.495	2249	13.484	2247
7	14.643	2440	14.676	2445
8	14.564	2427	14.580	2430
9	13.994	2332	14.008	2334
10	15.655	2609	15.720	2620
11	15.728	2621	15.790	2632
12	16.086	2681	16.156	2693
13	15.695	2616	15.783	2631
14	15.263	2544	15.316	2553
15	14.259	2377	14.281	2381
16	14.262	2377	14.269	2380
17	13.941	2324	13.954	2326
18	14.613	2435	14.625	2438
19	14.467	2411	14.488	2415
20	14.341	2390	14.349	2390
21	14.308	2385	14.316	2384
22	15.559	2593	15.620	2604
23	16.580	2763	16.666	2778
24	14.533	2422	14.530	2420
25	14.474	2412	14.473	2411
26	14.316	2386	14.325	2388
27	14.339	2390	14.330	2388
28	14.466	2411	14.471	2413
29	13.923	2320	13.941	2324
30	15.252	2542	15.289	2549
31	13.590	2265	13.580	2263
32	15.724	2621	15.779	2629
33	13.782	2297	13.786	2302
34	14.896	2483	14.906	2484
35	13.958	2326	13.944	2324
36	14.387	2398	14.378	2396
37	14.082	2347	14.087	2347
38	14.047	2341	14.042	2339
39	14.964	2494	14.989	2497
40	16.105	2684	16.174	2696

41	16.184	2697	16.234	2705
42	15.063	2511	15.091	2515
43	15.690	2615	15.726	2621
44	15.139	2523	15.156	2526
45	14.160	2360	14.173	2362
46	14.875	2479	14.876	2479
47	14.966	2494	14.983	2497
48	15.675	2612	15.731	2622
49	16.258	2710	16.313	2719
50	17.023	2837	17.099	2850
51	16.117	2686	16.188	2698
52	17.051	2842	17.122	2854
53	16.159	2693	16.238	2706
54	16.527	2755	16.617	2769
55	15.670	2612	15.764	2627
56	14.292	2382	14.333	2391
Totale	841.5		843.4	
Media unitaria		2504		2510

4.5 Analisi delle incertezze

I risultati ottenuti sono stati infine oggetto di post-processing in base ad una serie di valutazioni dettati da diversi fattori derivanti sia dalla qualità dei documenti forniti sia dalle caratteristiche intrinseche del modello adottato:

- livello di completezza e di attendibilità dei dati anemometrici;
- limiti del modello di calcolo utilizzato;
- presenza di perdite imputabili ad ulteriori fattori esterni;
- proiezione sul lungo periodo.

Queste considerazioni hanno permesso di definire una serie di livelli di incertezza che, successivamente, sono stati applicati alle previsioni di resa energetica calcolate, permettendo, di fatto, di fissare degli adeguati margini di sicurezza, più o meno conservativi, tali da consentire di valutare le potenziali fluttuazioni sul lungo periodo di tali stime.

Si riportano pertanto i consuntivi di stima differenziati in base ai percentili probabilistici P50, P75 e P90 (sia a 1 anno sia a 10 anni), ossia le produzioni annue attese la cui probabilità di essere superate è pari, rispettivamente, al 50%, al 75% e al 90%: maggiore è la probabilità di superamento della soglia considerata, minore risulterà la produzione attesa e, di conseguenza, più alto sarà il livello di cautela adottato.

10 anni GE 6.0-164	Energia annua			ore equivalenti		
	P50 [GWh/anno]	P 75 [GWh/anno]	P 90 [GWh/anno]	(P 50) [h]	(P 75) [h]	(P 90) [h]
1	15.651	14.118	12.738	2608	2353	2123
2	15.524	13.985	12.599	2587	2331	2100
3	15.254	13.762	12.419	2542	2294	2070
4	15.280	13.804	12.476	2547	2301	2079
5	14.636	13.221	11.947	2439	2203	1991
6	13.495	12.234	11.098	2249	2039	1850
7	14.643	13.249	11.994	2440	2208	1999
8	14.564	13.192	11.956	2427	2199	1993
9	13.994	12.682	11.501	2332	2114	1917
10	15.655	14.177	12.846	2609	2363	2141
11	15.728	14.246	12.913	2621	2374	2152
12	16.086	14.574	13.212	2681	2429	2202
13	15.695	14.213	12.880	2616	2369	2147
14	15.263	13.842	12.564	2544	2307	2094
15	14.259	12.953	11.777	2377	2159	1963
16	14.262	12.957	11.782	2377	2159	1964
17	13.941	12.648	11.483	2324	2108	1914
18	14.613	13.263	12.049	2435	2211	2008
19	14.467	13.081	11.834	2411	2180	1972
20	14.341	12.959	11.715	2390	2160	1952
21	14.308	12.920	11.671	2385	2153	1945
22	15.559	14.027	12.648	2593	2338	2108
23	16.580	14.922	13.431	2763	2487	2238
24	14.533	13.141	11.889	2422	2190	1982
25	14.474	13.095	11.854	2412	2183	1976
26	14.316	12.974	11.765	2386	2162	1961
27	14.339	13.019	11.831	2390	2170	1972
28	14.466	13.145	11.956	2411	2191	1993
29	13.923	12.671	11.545	2320	2112	1924
30	15.252	13.889	12.663	2542	2315	2111
31	13.590	12.335	11.206	2265	2056	1868
32	15.724	14.317	13.050	2621	2386	2175
33	13.782	12.537	11.417	2297	2089	1903
34	14.896	13.545	12.329	2483	2258	2055
35	13.958	12.659	11.490	2326	2110	1915
36	14.387	13.029	11.808	2398	2172	1968
37	14.082	12.733	11.519	2347	2122	1920
38	14.047	12.686	11.461	2341	2114	1910
39	14.964	13.497	12.176	2494	2249	2029
40	16.105	14.483	13.024	2684	2414	2171
41	16.184	14.560	13.099	2697	2427	2183
42	15.063	13.568	12.223	2511	2261	2037

43	15.690	14.137	12.740	2615	2356	2123
44	15.139	13.664	12.337	2523	2277	2056
45	14.160	12.814	11.603	2360	2136	1934
46	14.875	13.483	12.231	2479	2247	2038
47	14.966	13.590	12.351	2494	2265	2058
48	15.675	14.248	12.963	2612	2375	2161
49	16.258	14.755	13.401	2710	2459	2234
50	17.023	15.404	13.948	2837	2567	2325
51	16.117	14.558	13.155	2686	2426	2193
52	17.051	15.381	13.878	2842	2564	2313
53	16.159	14.542	13.086	2693	2424	2181
54	16.527	14.844	13.329	2755	2474	2222
55	15.670	14.107	12.701	2612	2351	2117
56	14.292	12.908	11.663	2382	2151	1944
Totale	841.5	761.3	689.2			
Media unitaria				2504	2266	2051

1 anno GE 6.0-164	Energia annua			ore equivalenti		
	P50 [GWh/anno]	P 75 [GWh/anno]	P 90 [GWh/anno]	(P 50) [h]	(P 75) [h]	(P 90) [h]
1	15.651	13.977	12.473	2608	2329	2079
2	15.524	13.845	12.337	2587	2307	2056
3	15.254	13.624	12.160	2542	2271	2027
4	15.280	13.666	12.216	2547	2278	2036
5	14.636	13.088	11.698	2439	2181	1950
6	13.495	12.111	10.867	2249	2019	1811
7	14.643	13.116	11.744	2440	2186	1957
8	14.564	13.060	11.708	2427	2177	1951
9	13.994	12.556	11.262	2332	2093	1877
10	15.655	14.035	12.579	2609	2339	2096
11	15.728	14.104	12.644	2621	2351	2107
12	16.086	14.428	12.937	2681	2405	2156
13	15.695	14.071	12.612	2616	2345	2102
14	15.263	13.704	12.303	2544	2284	2050
15	14.259	12.823	11.532	2377	2137	1922
16	14.262	12.827	11.537	2377	2138	1923
17	13.941	12.521	11.244	2324	2087	1874
18	14.613	13.131	11.798	2435	2188	1966
19	14.467	12.950	11.588	2411	2158	1931
20	14.341	12.829	11.471	2390	2138	1912
21	14.308	12.791	11.428	2385	2132	1905
22	15.559	13.887	12.385	2593	2315	2064
23	16.580	14.773	13.151	2763	2462	2192
24	14.533	13.010	11.642	2422	2168	1940
25	14.474	12.964	11.608	2412	2161	1935
26	14.316	12.844	11.521	2386	2141	1920
27	14.339	12.889	11.585	2390	2148	1931
28	14.466	13.014	11.707	2411	2169	1951
29	13.923	12.544	11.304	2320	2091	1884
30	15.252	13.750	12.400	2542	2292	2067
31	13.590	12.212	10.973	2265	2035	1829
32	15.724	14.174	12.779	2621	2362	2130
33	13.782	12.412	11.179	2297	2069	1863
34	14.896	13.410	12.073	2483	2235	2012
35	13.958	12.533	11.251	2326	2089	1875
36	14.387	12.899	11.562	2398	2150	1927
37	14.082	12.606	11.279	2347	2101	1880
38	14.047	12.559	11.222	2341	2093	1870
39	14.964	13.362	11.922	2494	2227	1987
40	16.105	14.338	12.753	2684	2390	2125
41	16.184	14.415	12.826	2697	2402	2138
42	15.063	13.433	11.968	2511	2239	1995

43	15.690	13.996	12.475	2615	2333	2079
44	15.139	13.528	12.080	2523	2255	2013
45	14.160	12.686	11.361	2360	2114	1894
46	14.875	13.348	11.976	2479	2225	1996
47	14.966	13.454	12.094	2494	2242	2016
48	15.675	14.105	12.693	2612	2351	2116
49	16.258	14.607	13.123	2710	2434	2187
50	17.023	15.250	13.658	2837	2542	2276
51	16.117	14.413	12.881	2686	2402	2147
52	17.051	15.227	13.590	2842	2538	2265
53	16.159	14.396	12.814	2693	2399	2136
54	16.527	14.696	13.052	2755	2449	2175
55	15.670	13.966	12.436	2612	2328	2073
56	14.292	12.779	11.420	2382	2130	1903
Totale	841.5	753.7	674.9			
Media unitaria				2504	2243	2009

10 anni V162	Energia annua			ore equivalenti		
	P50 [GWh/anno]	P 75 [GWh/anno]	P 90 [GWh/anno]	(P 50) [h]	(P 75) [h]	(P 90) [h]
1	15.732	14.191	12.804	2622	2365	2134
2	15.609	14.061	12.668	2601	2344	2111
3	15.308	13.811	12.463	2551	2302	2077
4	15.340	13.858	12.524	2557	2310	2087
5	14.667	13.248	11.972	2444	2208	1995
6	13.484	12.223	11.089	2247	2037	1848
7	14.676	13.279	12.021	2446	2213	2004
8	14.580	13.206	11.969	2430	2201	1995
9	14.008	12.695	11.513	2335	2116	1919
10	15.720	14.235	12.899	2620	2373	2150
11	15.790	14.302	12.963	2632	2384	2161
12	16.156	14.637	13.270	2693	2439	2212
13	15.783	14.294	12.953	2631	2382	2159
14	15.316	13.891	12.608	2553	2315	2101
15	14.281	12.972	11.794	2380	2162	1966
16	14.269	12.964	11.789	2378	2161	1965
17	13.954	12.659	11.494	2326	2110	1916
18	14.625	13.274	12.059	2437	2212	2010
19	14.488	13.100	11.851	2415	2183	1975
20	14.349	12.966	11.721	2391	2161	1953
21	14.316	12.927	11.678	2386	2155	1946
22	15.620	14.082	12.698	2603	2347	2116
23	16.666	15.000	13.501	2778	2500	2250
24	14.530	13.139	11.887	2422	2190	1981
25	14.473	13.094	11.854	2412	2182	1976
26	14.325	12.982	11.773	2388	2164	1962
27	14.330	13.011	11.824	2388	2169	1971
28	14.471	13.149	11.960	2412	2192	1993
29	13.941	12.688	11.560	2324	2115	1927
30	15.289	13.923	12.694	2548	2321	2116
31	13.580	12.327	11.198	2263	2054	1866
32	15.779	14.367	13.096	2630	2395	2183
33	13.786	12.541	11.420	2298	2090	1903
34	14.906	13.554	12.338	2484	2259	2056
35	13.944	12.647	11.479	2324	2108	1913
36	14.378	13.021	11.800	2396	2170	1967
37	14.087	12.737	11.523	2348	2123	1920
38	14.042	12.682	11.457	2340	2114	1910
39	14.989	13.518	12.195	2498	2253	2033
40	16.174	14.545	13.079	2696	2424	2180
41	16.234	14.605	13.139	2706	2434	2190
42	15.091	13.593	12.245	2515	2266	2041

43	15.726	14.170	12.769	2621	2362	2128
44	15.156	13.679	12.351	2526	2280	2058
45	14.173	12.826	11.613	2362	2138	1936
46	14.876	13.484	12.231	2479	2247	2039
47	14.983	13.605	12.365	2497	2268	2061
48	15.731	14.299	13.009	2622	2383	2168
49	16.313	14.804	13.447	2719	2467	2241
50	17.099	15.474	14.011	2850	2579	2335
51	16.188	14.622	13.213	2698	2437	2202
52	17.122	15.445	13.936	2854	2574	2323
53	16.238	14.613	13.151	2706	2436	2192
54	16.617	14.925	13.402	2769	2487	2234
55	15.764	14.191	12.776	2627	2365	2129
56	14.333	12.945	11.696	2389	2158	1949
Totale	843.4	763.1	690.8			
Media unitaria				2510	2271	2056

1 anno V162	Energia annua			ore equivalenti		
	P50 [GWh/anno]	P 75 [GWh/anno]	P 90 [GWh/anno]	(P 50) [h]	(P 75) [h]	(P 90) [h]
1	15.732	14.049	12.537	2622	2342	2090
2	15.609	13.920	12.404	2601	2320	2067
3	15.308	13.673	12.204	2551	2279	2034
4	15.340	13.720	12.264	2557	2287	2044
5	14.667	13.116	11.723	2444	2186	1954
6	13.484	12.101	10.858	2247	2017	1810
7	14.676	13.146	11.771	2446	2191	1962
8	14.580	13.074	11.720	2430	2179	1953
9	14.008	12.568	11.273	2335	2095	1879
10	15.720	14.093	12.631	2620	2349	2105
11	15.790	14.159	12.694	2632	2360	2116
12	16.156	14.491	12.993	2693	2415	2166
13	15.783	14.151	12.683	2631	2358	2114
14	15.316	13.752	12.345	2553	2292	2058
15	14.281	12.842	11.549	2380	2140	1925
16	14.269	12.834	11.543	2378	2139	1924
17	13.954	12.533	11.255	2326	2089	1876
18	14.625	13.142	11.808	2437	2190	1968
19	14.488	12.969	11.604	2415	2161	1934
20	14.349	12.836	11.477	2391	2139	1913
21	14.316	12.798	11.435	2386	2133	1906
22	15.620	13.941	12.433	2603	2324	2072
23	16.666	14.850	13.220	2778	2475	2203
24	14.530	13.007	11.639	2422	2168	1940
25	14.473	12.963	11.607	2412	2161	1934
26	14.325	12.852	11.528	2388	2142	1921
27	14.330	12.881	11.578	2388	2147	1930
28	14.471	13.018	11.711	2412	2170	1952
29	13.941	12.561	11.319	2324	2094	1887
30	15.289	13.784	12.430	2548	2297	2072
31	13.580	12.203	10.965	2263	2034	1828
32	15.779	14.224	12.824	2630	2371	2137
33	13.786	12.416	11.183	2298	2069	1864
34	14.906	13.419	12.081	2484	2236	2013
35	13.944	12.520	11.240	2324	2087	1873
36	14.378	12.891	11.554	2396	2148	1926
37	14.087	12.610	11.283	2348	2102	1881
38	14.042	12.555	11.219	2340	2092	1870
39	14.989	13.383	11.941	2498	2231	1990
40	16.174	14.400	12.807	2696	2400	2135
41	16.234	14.459	12.865	2706	2410	2144
42	15.091	13.457	11.991	2515	2243	1998

43	15.726	14.028	12.504	2621	2338	2084
44	15.156	13.543	12.094	2526	2257	2016
45	14.173	12.698	11.372	2362	2116	1895
46	14.876	13.349	11.977	2479	2225	1996
47	14.983	13.469	12.107	2497	2245	2018
48	15.731	14.156	12.739	2622	2359	2123
49	16.313	14.656	13.167	2719	2443	2194
50	17.099	15.319	13.719	2850	2553	2286
51	16.188	14.476	12.938	2698	2413	2156
52	17.122	15.291	13.646	2854	2548	2274
53	16.238	14.467	12.877	2706	2411	2146
54	16.617	14.775	13.123	2769	2463	2187
55	15.764	14.049	12.510	2627	2342	2085
56	14.333	12.816	11.453	2389	2136	1909
Totale	843.4	755.4	676.4			
Media unitaria				2510	2248	2013

Le valutazioni fatte sono il meglio che si poteva fare con i dati ed il materiale a disposizione.

5 APPENDICE A

X [m]	Y [m]	attuale		con GE - 6.0 MW		con V162 - 6.0 MW	
		Net AEP [MWh]	Wake loss [%]	Net AEP [MWh]	Wake loss [%]	Net AEP [MWh]	Wake loss [%]
474537	4459345	178.238	0.34	145.162	18.84	144.512	19.20
474929	4458992	181.365	0.45	142.965	21.53	142.303	21.89
474274	4458796	176.180	0.30	135.466	23.34	134.689	23.78
475669	4458488	176.385	0.19	143.371	18.87	142.795	19.20
474052	4457619	171.647	0.14	133.977	22.06	133.259	22.48
472535	4457388	168.427	0.14	124.698	26.07	123.853	26.57
470794	4457940	163.417	0.11	124.910	23.65	124.152	24.11
469016	4457572	166.464	0.06	136.075	18.30	135.465	18.67
471357	4456229	175.486	0.42	129.522	26.50	128.712	26.96
470866	4456094	186.332	0.24	140.334	24.87	139.458	25.34
471676	4452874	161.403	0.01	143.147	11.32	142.814	11.53

6 APPENDICE B

	WGS84		Turbine		h mozzo
	E	N			[m]
wtg1	467771	4453929	6.0	MW	119.0
wtg2	468499	4454374	6.0	MW	119.0
wtg3	468560	4453486	6.0	MW	119.0
wtg4	469091	4452614	6.0	MW	119.0
wtg5	470190	4452749	6.0	MW	119.0
wtg6	469321	4453215	6.0	MW	119.0
wtg7	469355	4453708	6.0	MW	119.0
wtg8	469562	4454303	6.0	MW	119.0
wtg9	470482	4454471	6.0	MW	119.0
wtg10	470250	4453739	6.0	MW	119.0
wtg11	471146	4453910	6.0	MW	119.0
wtg12	470991	4453208	6.0	MW	119.0
wtg13	471642	4453319	6.0	MW	119.0
wtg14	471825	4454463	6.0	MW	119.0
Totale			84.00	MW	

10 anni GE 6.0MW	Energia annua			ore equivalenti		
	P50	P 75	P 90	(P 50)	(P 75)	(P 90)
	[GWh/anno]	[GWh/anno]	[GWh/anno]	[h]	[h]	[h]
wtg1	15.696	14.243	12.936	2616	2374	2156
wtg2	14.553	13.226	12.032	2426	2204	2005
wtg3	15.356	13.963	12.709	2559	2327	2118
wtg4	16.336	14.866	13.542	2723	2478	2257
wtg5	16.042	14.633	13.366	2674	2439	2228
wtg6	16.158	14.718	13.422	2693	2453	2237
wtg7	15.082	13.739	12.531	2514	2290	2089
wtg8	15.266	13.908	12.686	2544	2318	2114
wtg9	14.406	13.143	12.007	2401	2191	2001
wtg10	15.722	14.352	13.120	2620	2392	2187
wtg11	15.835	14.474	13.249	2639	2412	2208
wtg12	15.848	14.486	13.261	2641	2414	2210
wtg13	16.364	14.951	13.678	2727	2492	2280
wtg14	16.220	14.797	13.517	2703	2466	2253
Totale	218.9	199.5	182.1			
Media unitaria				2606	2375	2167

1 anno GE 6.0MW	Energia annua			ore equivalenti		
	P50	P 75	P 90	(P 50)	(P 75)	(P 90)
	[GWh/anno]	[GWh/anno]	[GWh/anno]	[h]	[h]	[h]
wtg1	15.696	14.101	12.667	2616	2350	2111
wtg2	14.553	13.094	11.782	2426	2182	1964
wtg3	15.356	13.823	12.444	2559	2304	2074
wtg4	16.336	14.717	13.261	2723	2453	2210
wtg5	16.042	14.487	13.088	2674	2414	2181
wtg6	16.158	14.571	13.142	2693	2428	2190
wtg7	15.082	13.602	12.270	2514	2267	2045
wtg8	15.266	13.769	12.422	2544	2295	2070
wtg9	14.406	13.012	11.757	2401	2169	1960
wtg10	15.722	14.209	12.847	2620	2368	2141
wtg11	15.835	14.329	12.973	2639	2388	2162
wtg12	15.848	14.341	12.985	2641	2390	2164
wtg13	16.364	14.801	13.394	2727	2467	2232
wtg14	16.220	14.649	13.235	2703	2442	2206
Totale	218.9	197.5	178.3			
Media unitaria				2606	2351	2122

10 anni V162	Energia annua			ore equivalenti		
	P50 [GWh/anno]	P 75 [GWh/anno]	P 90 [GWh/anno]	(P 50) [h]	(P 75) [h]	(P 90) [h]
wtg1	15.785	14.325	13.010	2631	2387	2168
wtg2	14.590	13.260	12.063	2432	2210	2011
wtg3	15.431	14.030	12.770	2572	2338	2128
wtg4	16.460	14.979	13.645	2743	2496	2274
wtg5	16.139	14.722	13.447	2690	2454	2241
wtg6	16.244	14.796	13.493	2707	2466	2249
wtg7	15.131	13.784	12.572	2522	2297	2095
wtg8	15.309	13.948	12.722	2552	2325	2120
wtg9	14.436	13.171	12.032	2406	2195	2005
wtg10	15.766	14.393	13.158	2628	2399	2193
wtg11	15.894	14.528	13.298	2649	2421	2216
wtg12	15.921	14.554	13.323	2654	2426	2220
wtg13	16.453	15.032	13.752	2742	2505	2292
wtg14	16.300	14.870	13.583	2717	2478	2264
Totale	219.9	200.4	182.9			
Media unitaria				2617	2386	2177

1 anno V162	Energia annua			ore equivalenti		
	P50 [GWh/anno]	P 75 [GWh/anno]	P 90 [GWh/anno]	(P 50) [h]	(P 75) [h]	(P 90) [h]
wtg1	15.785	14.181	12.739	2631	2364	2123
wtg2	14.590	13.128	11.812	2432	2188	1969
wtg3	15.431	13.890	12.504	2572	2315	2084
wtg4	16.460	14.829	13.361	2743	2471	2227
wtg5	16.139	14.574	13.167	2690	2429	2194
wtg6	16.244	14.648	13.212	2707	2441	2202
wtg7	15.131	13.647	12.310	2522	2274	2052
wtg8	15.309	13.808	12.457	2552	2301	2076
wtg9	14.436	13.039	11.782	2406	2173	1964
wtg10	15.766	14.249	12.884	2628	2375	2147
wtg11	15.894	14.382	13.021	2649	2397	2170
wtg12	15.921	14.408	13.046	2654	2401	2174
wtg13	16.453	14.881	13.466	2742	2480	2244
wtg14	16.300	14.722	13.301	2717	2454	2217
Totale	219.9	198.4	179.1			
Media unitaria				2617	2362	2132

7 APPENDICE C

10 anni GE 6.0-164	Energia annua			ore equivalenti		
	P50 [GWh/anno]	P 75 [GWh/anno]	P 90 [GWh/anno]	(P 50) [h]	(P 75) [h]	(P 90) [h]
1	15.783	14.237	12.846	2631	2373	2141
2	15.611	14.063	12.670	2602	2344	2112
3	15.363	13.861	12.508	2561	2310	2085
4	15.430	13.939	12.597	2572	2323	2100
5	14.754	13.327	12.043	2459	2221	2007
6	13.661	12.384	11.234	2277	2064	1872
7	14.791	13.383	12.115	2465	2230	2019
8	14.762	13.371	12.119	2460	2228	2020
9	14.218	12.885	11.685	2370	2148	1948
10	15.944	14.438	13.083	2657	2406	2180
11	16.071	14.557	13.195	2679	2426	2199
12	16.494	14.943	13.547	2749	2490	2258
13	16.196	14.668	13.292	2699	2445	2215
14	15.984	14.496	13.158	2664	2416	2193
15	14.956	13.585	12.352	2493	2264	2059
16	14.773	13.421	12.205	2462	2237	2034
17	14.264	12.940	11.749	2377	2157	1958
18	14.895	13.520	12.282	2483	2253	2047
19	14.583	13.186	11.929	2430	2198	1988
20	14.426	13.036	11.784	2404	2173	1964
21	14.395	12.999	11.742	2399	2167	1957
22	15.625	14.086	12.701	2604	2348	2117
23	16.639	14.976	13.479	2773	2496	2246
24	14.645	13.243	11.981	2441	2207	1997
25	14.592	13.202	11.951	2432	2200	1992
26	14.481	13.123	11.901	2414	2187	1984
27	14.614	13.269	12.058	2436	2211	2010
28	14.879	13.520	12.297	2480	2253	2049
29	14.741	13.416	12.224	2457	2236	2037
30	16.701	15.209	13.867	2783	2535	2311
31	13.831	12.554	11.405	2305	2092	1901
32	16.441	14.969	13.645	2740	2495	2274
33	14.394	13.093	11.923	2399	2182	1987
34	15.347	13.955	12.702	2558	2326	2117
35	14.171	12.852	11.665	2362	2142	1944
36	14.528	13.157	11.923	2421	2193	1987
37	14.186	12.827	11.604	2364	2138	1934
38	14.138	12.768	11.536	2356	2128	1923
39	15.031	13.556	12.229	2505	2259	2038
40	16.158	14.531	13.067	2693	2422	2178
41	16.252	14.621	13.154	2709	2437	2192
42	15.133	13.631	12.279	2522	2272	2047

43	15.774	14.213	12.808	2629	2369	2135
44	15.227	13.744	12.409	2538	2291	2068
45	14.298	12.939	11.716	2383	2157	1953
46	15.064	13.655	12.386	2511	2276	2064
47	15.263	13.859	12.596	2544	2310	2099
48	16.090	14.625	13.306	2682	2437	2218
49	16.530	15.002	13.626	2755	2500	2271
50	17.194	15.560	14.088	2866	2593	2348
51	16.223	14.654	13.242	2704	2442	2207
52	17.149	15.469	13.958	2858	2578	2326
53	16.239	14.614	13.151	2707	2436	2192
54	16.578	14.890	13.370	2763	2482	2228
55	15.756	14.185	12.770	2626	2364	2128
56	14.395	13.002	11.747	2399	2167	1958
Totale	855.7	774.2	700.9			
Media unitaria				2547	2304	2086

1 anno GE 6.0-164	Energia annua			ore equivalenti		
	P50 [GWh/anno]	P 75 [GWh/anno]	P 90 [GWh/anno]	(P 50) [h]	(P 75) [h]	(P 90) [h]
1	15.783	14.095	12.578	2631	2349	2096
2	15.611	13.922	12.406	2602	2320	2068
3	15.363	13.722	12.247	2561	2287	2041
4	15.430	13.800	12.335	2572	2300	2056
5	14.754	13.193	11.792	2459	2199	1965
6	13.661	12.260	11.001	2277	2043	1833
7	14.791	13.249	11.863	2465	2208	1977
8	14.762	13.237	11.867	2460	2206	1978
9	14.218	12.756	11.442	2370	2126	1907
10	15.944	14.294	12.810	2657	2382	2135
11	16.071	14.412	12.920	2679	2402	2153
12	16.494	14.793	13.265	2749	2466	2211
13	16.196	14.521	13.015	2699	2420	2169
14	15.984	14.351	12.884	2664	2392	2147
15	14.956	13.450	12.095	2493	2242	2016
16	14.773	13.287	11.951	2462	2215	1992
17	14.264	12.811	11.505	2377	2135	1917
18	14.895	13.385	12.026	2483	2231	2004
19	14.583	13.054	11.680	2430	2176	1947
20	14.426	12.905	11.539	2404	2151	1923
21	14.395	12.869	11.498	2399	2145	1916
22	15.625	13.945	12.437	2604	2324	2073
23	16.639	14.826	13.198	2773	2471	2200
24	14.645	13.111	11.732	2441	2185	1955

25	14.592	13.070	11.703	2432	2178	1950
26	14.481	12.992	11.653	2414	2165	1942
27	14.614	13.136	11.807	2436	2189	1968
28	14.879	13.384	12.041	2480	2231	2007
29	14.741	13.282	11.969	2457	2214	1995
30	16.701	15.057	13.578	2783	2510	2263
31	13.831	12.429	11.168	2305	2071	1861
32	16.441	14.820	13.361	2740	2470	2227
33	14.394	12.963	11.675	2399	2160	1946
34	15.347	13.815	12.438	2558	2303	2073
35	14.171	12.724	11.423	2362	2121	1904
36	14.528	13.025	11.675	2421	2171	1946
37	14.186	12.698	11.362	2364	2116	1894
38	14.138	12.641	11.295	2356	2107	1883
39	15.031	13.421	11.975	2505	2237	1996
40	16.158	14.386	12.795	2693	2398	2132
41	16.252	14.475	12.880	2709	2413	2147
42	15.133	13.495	12.024	2522	2249	2004
43	15.774	14.071	12.542	2629	2345	2090
44	15.227	13.607	12.151	2538	2268	2025
45	14.298	12.810	11.472	2383	2135	1912
46	15.064	13.518	12.128	2511	2253	2021
47	15.263	13.720	12.334	2544	2287	2056
48	16.090	14.479	13.029	2682	2413	2172
49	16.530	14.852	13.342	2755	2475	2224
50	17.194	15.404	13.795	2866	2567	2299
51	16.223	14.508	12.966	2704	2418	2161
52	17.149	15.315	13.668	2858	2552	2278
53	16.239	14.468	12.878	2707	2411	2146
54	16.578	14.741	13.092	2763	2457	2182
55	15.756	14.043	12.504	2626	2340	2084
56	14.395	12.872	11.503	2399	2145	1917
Totale	855.7	766.5	686.3			
Media unitaria				2547	2281	2043

10 anni V162	Energia annua			ore equivalenti		
	P50 [GWh/anno]	P 75 [GWh/anno]	P 90 [GWh/anno]	(P 50) [h]	(P 75) [h]	(P 90) [h]
1	15.870	14.315	12.916	2645	2386	2153
2	15.697	14.141	12.740	2616	2357	2123
3	15.420	13.912	12.554	2570	2319	2092
4	15.497	14.000	12.652	2583	2333	2109
5	14.788	13.358	12.071	2465	2226	2012
6	13.657	12.380	11.231	2276	2063	1872
7	14.828	13.417	12.146	2471	2236	2024
8	14.784	13.391	12.137	2464	2232	2023
9	14.238	12.903	11.702	2373	2150	1950
10	16.020	14.507	13.145	2670	2418	2191
11	16.149	14.627	13.258	2691	2438	2210
12	16.582	15.023	13.620	2764	2504	2270
13	16.312	14.773	13.387	2719	2462	2231
14	16.075	14.579	13.233	2679	2430	2205
15	15.017	13.641	12.402	2503	2273	2067
16	14.804	13.449	12.230	2467	2242	2038
17	14.290	12.964	11.771	2382	2161	1962
18	14.920	13.542	12.302	2487	2257	2050
19	14.607	13.208	11.948	2435	2201	1991
20	14.436	13.044	11.792	2406	2174	1965
21	14.407	13.009	11.751	2401	2168	1959
22	15.687	14.142	12.752	2615	2357	2125
23	16.727	15.055	13.550	2788	2509	2258
24	14.646	13.244	11.982	2441	2207	1997
25	14.597	13.207	11.955	2433	2201	1993
26	14.497	13.138	11.914	2416	2190	1986
27	14.616	13.271	12.060	2436	2212	2010
28	14.901	13.540	12.315	2483	2257	2053
29	14.798	13.468	12.271	2466	2245	2045
30	16.816	15.314	13.962	2803	2552	2327
31	13.833	12.556	11.407	2306	2093	1901
32	16.532	15.053	13.721	2755	2509	2287
33	14.426	13.123	11.950	2404	2187	1992
34	15.377	13.983	12.727	2563	2330	2121
35	14.166	12.848	11.662	2361	2141	1944
36	14.523	13.153	11.919	2421	2192	1987
37	14.191	12.832	11.608	2365	2139	1935
38	14.138	12.768	11.536	2356	2128	1923
39	15.057	13.580	12.251	2509	2263	2042
40	16.229	14.595	13.124	2705	2432	2187
41	16.303	14.667	13.194	2717	2444	2199

42	15.165	13.660	12.305	2527	2277	2051
43	15.814	14.249	12.841	2636	2375	2140
44	15.248	13.763	12.426	2541	2294	2071
45	14.314	12.953	11.729	2386	2159	1955
46	15.073	13.663	12.394	2512	2277	2066
47	15.293	13.886	12.620	2549	2314	2103
48	16.166	14.694	13.369	2694	2449	2228
49	16.597	15.063	13.681	2766	2510	2280
50	17.278	15.636	14.157	2880	2606	2360
51	16.298	14.722	13.303	2716	2454	2217
52	17.223	15.537	14.019	2871	2589	2336
53	16.321	14.688	13.218	2720	2448	2203
54	16.669	14.972	13.444	2778	2495	2241
55	15.852	14.271	12.848	2642	2379	2141
56	14.440	13.042	11.784	2407	2174	1964
Totale	858.2	776.5	703.0			
Media unitaria				2554	2311	2092

1 anno V162	Energia annua			ore equivalenti		
	P50 [GWh/anno]	P 75 [GWh/anno]	P 90 [GWh/anno]	(P 50) [h]	(P 75) [h]	(P 90) [h]
1	15.870	14.172	12.647	2645	2362	2108
2	15.697	14.000	12.475	2616	2333	2079
3	15.420	13.773	12.293	2570	2295	2049
4	15.497	13.860	12.389	2583	2310	2065
5	14.788	13.224	11.819	2465	2204	1970
6	13.657	12.256	10.997	2276	2043	1833
7	14.828	13.282	11.893	2471	2214	1982
8	14.784	13.257	11.885	2464	2210	1981
9	14.238	12.774	11.458	2373	2129	1910
10	16.020	14.362	12.872	2670	2394	2145
11	16.149	14.481	12.982	2691	2414	2164
12	16.582	14.873	13.336	2764	2479	2223
13	16.312	14.625	13.108	2719	2437	2185
14	16.075	14.433	12.957	2679	2406	2160
15	15.017	13.504	12.144	2503	2251	2024
16	14.804	13.315	11.976	2467	2219	1996
17	14.290	12.834	11.526	2382	2139	1921
18	14.920	13.406	12.046	2487	2234	2008
19	14.607	13.076	11.700	2435	2179	1950
20	14.436	12.914	11.546	2406	2152	1924
21	14.407	12.879	11.507	2401	2147	1918
22	15.687	14.001	12.487	2615	2334	2081
23	16.727	14.904	13.268	2788	2484	2211

24	14.646	13.112	11.733	2441	2185	1955
25	14.597	13.074	11.706	2433	2179	1951
26	14.497	13.006	11.666	2416	2168	1944
27	14.616	13.138	11.809	2436	2190	1968
28	14.901	13.405	12.059	2483	2234	2010
29	14.798	13.333	12.015	2466	2222	2003
30	16.816	15.161	13.671	2803	2527	2279
31	13.833	12.430	11.169	2306	2072	1862
32	16.532	14.902	13.435	2755	2484	2239
33	14.426	12.992	11.702	2404	2165	1950
34	15.377	13.843	12.463	2563	2307	2077
35	14.166	12.719	11.419	2361	2120	1903
36	14.523	13.021	11.671	2421	2170	1945
37	14.191	12.703	11.367	2365	2117	1894
38	14.138	12.641	11.295	2356	2107	1883
39	15.057	13.444	11.996	2509	2241	1999
40	16.229	14.449	12.851	2705	2408	2142
41	16.303	14.520	12.920	2717	2420	2153
42	15.165	13.523	12.049	2527	2254	2008
43	15.814	14.107	12.573	2636	2351	2096
44	15.248	13.625	12.167	2541	2271	2028
45	14.314	12.824	11.485	2386	2137	1914
46	15.073	13.527	12.136	2512	2254	2023
47	15.293	13.747	12.358	2549	2291	2060
48	16.166	14.547	13.091	2694	2425	2182
49	16.597	14.912	13.397	2766	2485	2233
50	17.278	15.479	13.863	2880	2580	2310
51	16.298	14.574	13.026	2716	2429	2171
52	17.223	15.381	13.727	2871	2564	2288
53	16.321	14.541	12.943	2720	2424	2157
54	16.669	14.822	13.164	2778	2470	2194
55	15.852	14.128	12.581	2642	2355	2097
56	14.440	12.912	11.539	2407	2152	1923
Totale	858.2	768.7	688.3			
Media unitaria				2554	2288	2049

8 CERTIFICATI CALIBRAZIONE

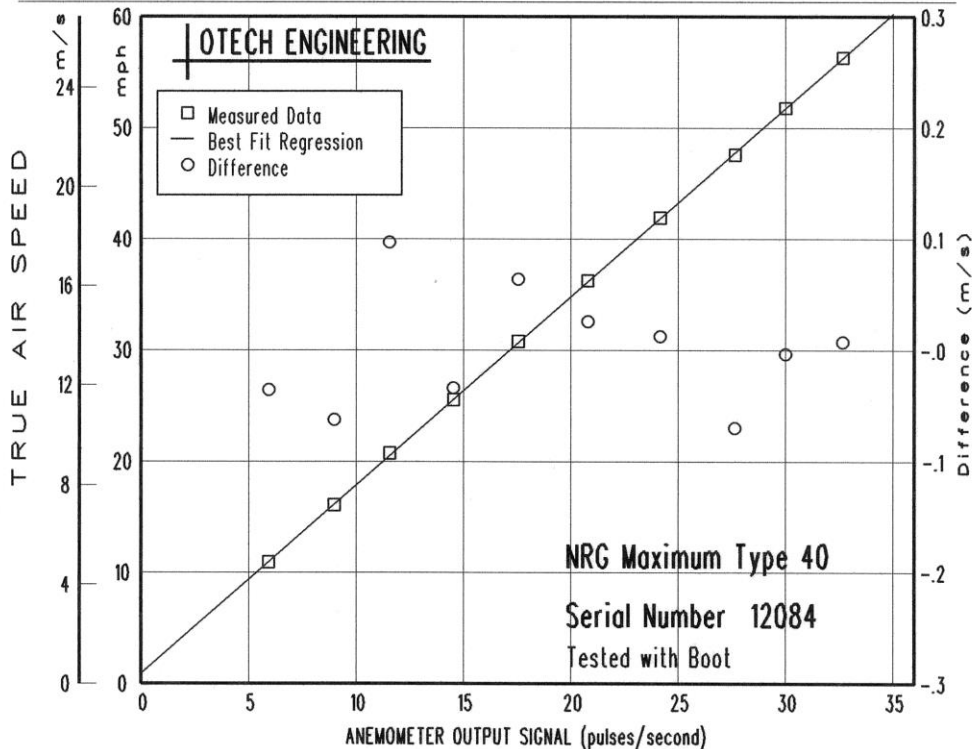
ANEMOMETER CALIBRATION REPORT

-- Summary results of an open atmosphere calibration test --

This calibration was performed by comparing side-by-side readings from the tested anemometer with a heliocoiled reference propeller anemometer. Tests are conducted during calm air conditions at ten near-constant wind speeds. The reference propeller anemometer has been directly compared with the Round Robin 2 anemometer from the Meteorological Standards Institute's Round Robin Experiment. This transfer standard is traceable to the National Institute of Standards and Technologies (NIST) wind tunnel, as well as other authoritative wind tunnels around the world.

Reference Anemometer: R.M.Young Model 27106D/08234, S/N 53818 R.M.Young 30 cm Pitch Propeller, S/N 53818
 Test Start/End: 07-JUN-2002 02:27:36 to 07-JUN-2002 02:36:41 Test Letter/Position: F 1
 Report Date: 22-JUN-2002 Raw Data File Name: R0000607.F02 Test Interval: Variable
 Mean Axial Turbulence Intensity = 0.01 Air Temp (C) 15.2 Air Press (mb) 1020 Air Density (kg/m3) 1.233

Parameter	SI Units	English Units	True Speed	Output Frequency Hz
X-Coefficient, (Slope)	a = 0.7574 m/s / Hz	1.694 mph/Hz	4.9 m/s	5.94
Y-Intercept, (Offset)	b = 0.430 m/s	0.962 mph	9.3 m/s	11.55
Standard Error of Y-Estimate	= 0.057 m/s	0.127 mph	13.8 m/s	17.55
Correlation Coefficient,	r = 0.99997	0.99997	18.7 m/s	24.17
Standard Dev. X-Coefficient	= 0.002 m/s	0.005 mph	23.1 m/s	30.00
Standard Dev. Y-Intercept	= 0.040 m/s	0.090 mph	25.2 m/s	32.67
X-Coefficient (K Intercept)	= 0.7609 m/s / Hz	1.702 mph/Hz	21.3 m/s	27.64
Constant Intercept (K)	= 0.350 m/s	0.783 mph	16.2 m/s	20.79
Number of Data Points,	n = 10	10	11.4 m/s	14.54
Position Adjustment Factor =	1.0156		7.2 m/s	8.98



Program: ANEODRAW.EXE Version 7.43 Latest Revision 27 JAN 2002
 OTECH ENGINEERING 418 Scripps Drive Davis CA 95616 USA (530) 757-2264 johnbermeier@hotmail.com

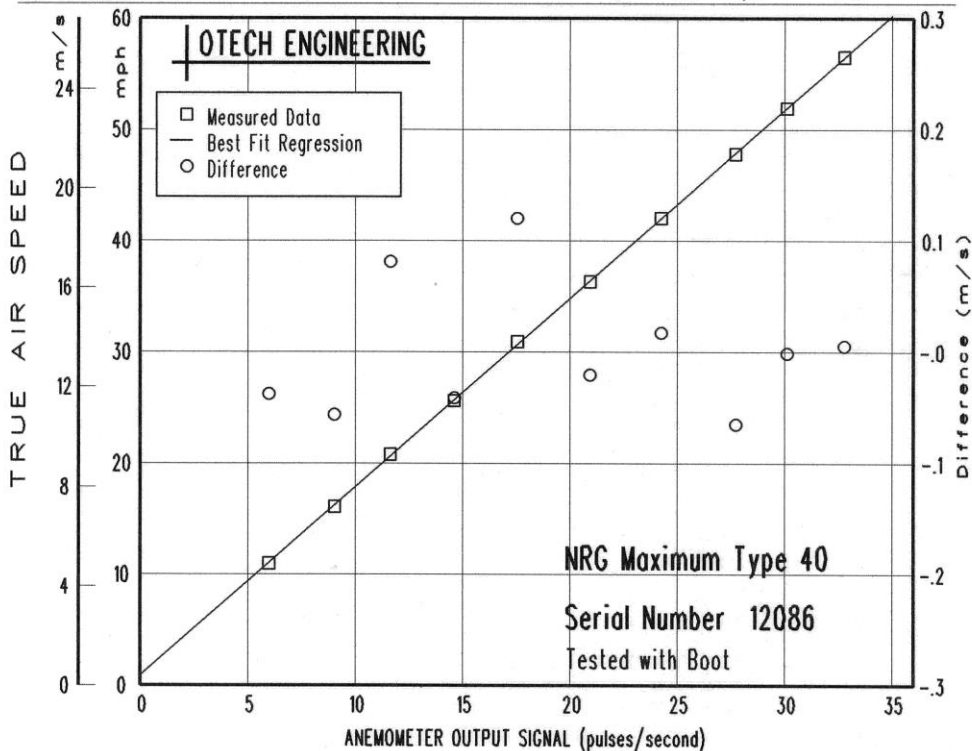
ANEMOMETER CALIBRATION REPORT

-- Summary results of an open atmosphere calibration test --

This calibration was performed by comparing side-by-side readings from the tested anemometer with a helioid reference propeller anemometer. Tests are conducted during calm air conditions at ten near-constant wind speeds. The reference propeller anemometer has been directly compared with the Round Robin 2 anemometer from the Meteorological Standards Institute's Round Robin Experiment. This transfer standard is traceable to the National Institute of Standards and Technologies (NIST) wind tunnel, as well as other authoritative wind tunnels around the world.

Reference Anemometer: R.M.Young Model 27106D/08234, S/N 53818 R.M.Young 30 cm Pitch Propeller, S/N 53818
 Test Start/End: 07-JUN-2002 02:27:36 to 07-JUN-2002 02:36:41 Test Letter/Position: F 3
 Report Date: 22-JUN-2002 Raw Data File Name: R0000607.F02 Test Interval: Variable
 Mean Axial Turbulence Intensity = 0.01 Air Temp (C) 15.2 Air Press (mb) 1020 Air Density (kg/m3) 1.233

Parameter	SI Units	English Units	True Speed	Output Frequency Hz
X-Coefficient, (Slope)	a = 0.7582 m/s / Hz	1.696 mph/Hz	4.9 m/s	5.99
Y-Intercept, (Offset)	b = 0.405 m/s	0.907 mph	9.3 m/s	11.63
Standard Error of Y-Estimate	= 0.063 m/s	0.141 mph	13.8 m/s	17.55
Correlation Coefficient,	r = 0.99996	0.99996	18.8 m/s	24.25
Standard Dev. X-Coefficient	= 0.002 m/s	0.005 mph	23.2 m/s	30.10
Standard Dev. Y-Intercept	= 0.044 m/s	0.099 mph	25.3 m/s	32.78
X-Coefficient (K Intercept)	= 0.7605 m/s / Hz	1.701 mph/Hz	21.4 m/s	27.73
Constant Intercept (K)	= 0.350 m/s	0.783 mph	16.3 m/s	20.93
Number of Data Points,	n = 10	10	11.4 m/s	14.62
Position Adjustment Factor =	1.0189		7.2 m/s	9.03



Program: ANEODRAW.EXE Version 7.43 Latest Revision 27 JAN 2002
 OTECH ENGINEERING 418 Scripps Drive Davis CA 95616 USA (530) 757-2264 johnobermeier@hotmail.com