



COMUNI DI SAN SEVERO - LUCERA
PIETRAMONTECORVINO - TORREMAGGIORE
CASTELNUOVO DELLA DAUNIA
PROVINCIA DI FOGGIA



PROGETTO PER LA REALIZZAZIONE DI UN PARCO EOLICO

RICHIESTA DI AUTORIZZAZIONE UNICA

D.Lgs. 387/2003

**PROCEDIMENTO UNICO
AMBIENTALE (PUA)**

**VALUTAZIONE DI IMPATTO
AMBIENTALE (VIA)**

D.Lgs. 152/2006 ss.mm.ii. (Art.27)
"Norme in materia ambientale"

PROGETTO

FENICE

DITTA

NVA Fenice S.r.l.

REL13

Titolo dell'allegato:

RELAZIONE ANEMOLOGICA E PRODUCIBILITA'

0	EMISSIONE	05/02/2024
REV	DESCRIZIONE	DATA

CARATTERISTICHE GENERALI D'IMPIANTO

GENERATORE

IMPIANTO

- Altezza mozzo: fino a 175 m
- Diametro rotore: fino a 172 m
- Potenza unitaria: fino a 7,2 MW
- Numero generatori: 51
- Potenza complessiva: fino a 367,2 MW

Il proponente:

NVA Fenice S.r.l.
Via Lepetit, 8
20045 Lainate (MI)
nvafigurella@legalmail.it

Il progettista:

ATS Engineering srl
P.zza Giovanni Paolo II, 8
71017 Torremaggiore (FG)
0882/393197
atseng@pec.it

Il tecnico:

Ing. Eugenio Di Gianvito
atsing@atsing.eu



FENICE

IMPIANTO EOLICO COMPOSTO DA 51 AEROGENERATORI PER UNA POTENZA COMPLESSIVA DI 367,2 MW UBICATO NEI COMUNI DI CASTELNUOVO DELLA DAUNIA - PIETRAMONTECORVINO - SAN SEVERO - LUCERA - TORREMAGGIORE			Data:	05/02/2024
			Revisione:	1
			Codice Elaborato:	REL 13
Società:	NVA Fenice S.r.l.			

Elaborato da:	Data	Approvato da:	Data Approvazione	Rev	Commenti
ATS Engineering S.r.l	05/02/2024	ATS Engineering S.r.l	05/02/2024	1	

Indice

1. Premessa	3
2. Descrizione generale del progetto	3
3. Potenziale eolico dell' area di progetto	6
4. Stima della producibilità energetica	23
5. Conclusioni.....	28

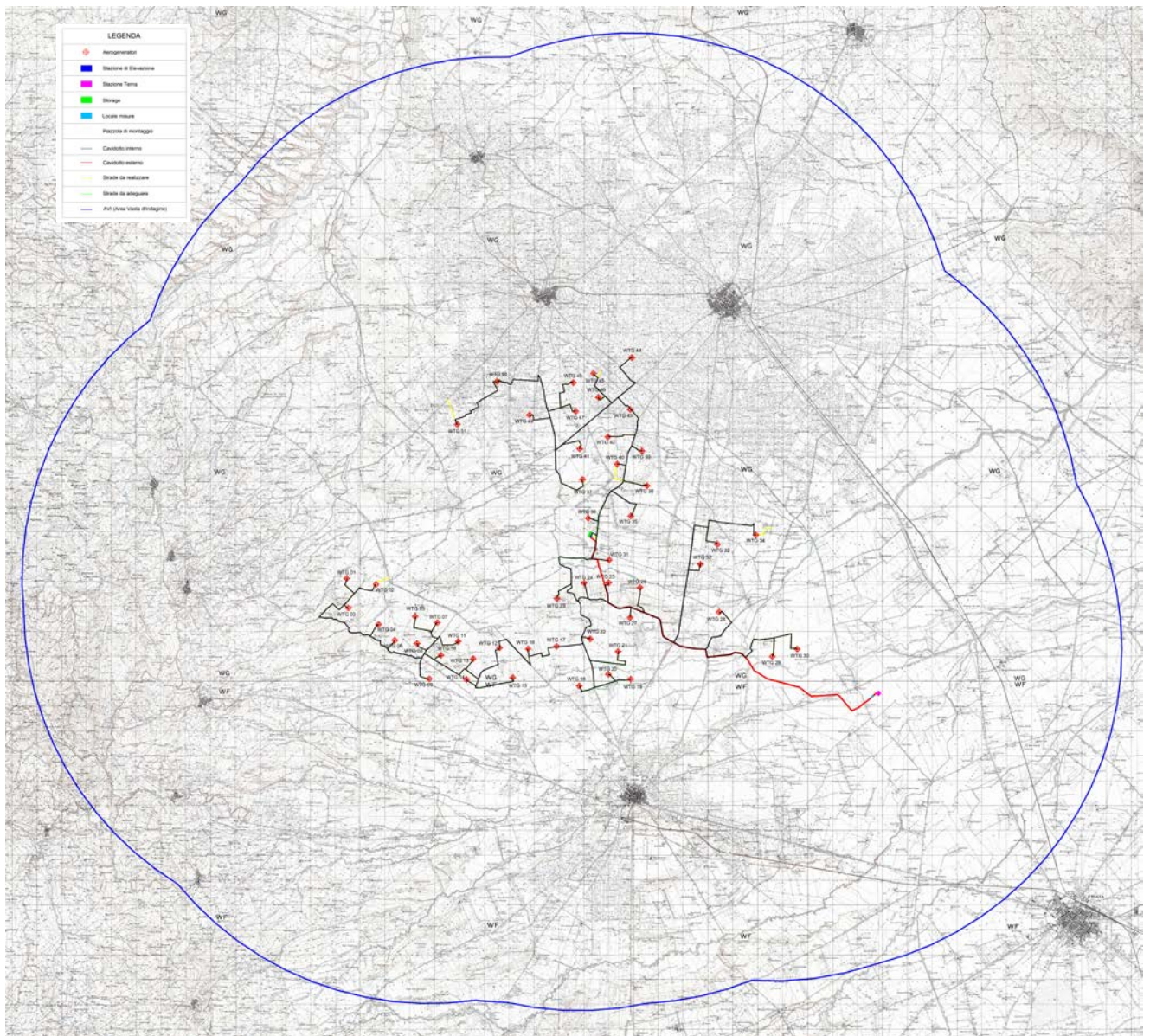
1. Premessa

La presente relazione sullo studio della producibilità energetica riporta i risultati della valutazione della risorsa eolica e i calcoli di rendimento energetico per il progetto Fenice, un impianto industriale per la produzione di energia elettrica alimentato da fonte rinnovabile eolica, proposto dalla società NVA Fenice s.r.l., con sede in Lainate(MI), in Via Lepetit,8, che ha previsto la realizzazione di un impianto eolico ubicato nei territori comunali di San Severo, Torremaggiore, Pietramontecorvino, Lucera e Castelnuovo della Daunia in provincia di Foggia.

2. Descrizione generale del progetto

La superficie territoriale totale dell'area di progetto - che prevede l'installazione di n. 51 aerogeneratori di potenza nominale attiva pari a 7,2 MW per una potenza complessiva di 367,2 MW - è di 25,5 ettari (255.000 m²), ossia 5000 m² per aerogeneratore, considerando in tale previsione anche le piazzole, le fondazioni, la cabina, le strade e la superficie dei cavidotti.

Il progetto, oltre all'ubicazione nell'area di n. 51 aerogeneratori, prevede anche la realizzazione di una linea interrata di collegamento alla stazione di elevazione interna all'impianto da realizzare in prossimità delle WTG31 e WTG36.



Inquadramento su IGM, scala 1:50.000

Per una identificazione univoca di ogni singolo aerogeneratore nella tabella seguente si riportano le coordinate relative all'ubicazione georeferenziata di ognuno di essi nel sistema di riferimento UTM 84-33N.

TORRE	X	Y
WTG01	516393.0254	4603930.2571
WTG 02	517571.8384	4603691.5826
WTG 03	516460.2391	4602747.0303
WTG 04	517679.2421	4602086.3775
WTG 05	519143.3717	4602406.2655
WTG 06	518326.2196	4601448.5035
WTG 07	520036.0620	4602159.2094
WTG 08	519219.0457	4601316.7805
WTG 09	519716.3419	4599896.2871
WTG 10	520177.7572	4600840.3495
WTG 11	520875.4616	4601401.9469
WTG 12	522537.4461	4601144.5822
WTG 13	521474.3400	4600700.2241
WTG 14	521207.3124	4599871.4701
WTG 15	523065.7559	4599946.2699
WTG 16	523686.2439	4601099.8199
WTG 17	524830.4074	4601204.4304
WTG 18	525740.4998	4599611.4754
WTG 19	527807.3529	4599886.7130
WTG 20	526909.4697	4600081.9887
WTG 21	527298.7471	4600993.1966
WTG 22	526181.1578	4601501.8930
WTG 23	524843.7157	4603128.4324
WTG 24	525933.8332	4603745.7501
WTG 25	526920.9500	4603756.8012
WTG 26	528182.0761	4603567.9708
WTG 27	527786.5633	4602360.0982
WTG 28	531356.8174	4602581.6296
WTG 29	533500.6383	4600795.6284
WTG 30	534498.7034	4601091.3279
WTG 31	526939.1793	4604668.8268
WTG 32	530612.3060	4604503.2577
WTG 33	531293.2036	4605304.6309
WTG 34	532836.8102	4605680.6415
WTG 35	527812.6544	4606446.1660
WTG 36	526098.5737	4606355.2498
WTG 37	525871.9507	4607907.2542
WTG 38	528464.3537	4607662.3585
WTG 39	528263.3235	4609056.4167
WTG 40	527261.2247	4608530.6142
WTG 41	525759.3293	4609143.7849

WTG 42	526889.4404	4609625.2496
WTG 43	527786.4970	4610728.5583
WTG 44	527850.9756	4612810.0779
WTG 45	526311.1525	4612168.5844
WTG 46	526510.8806	4611208.1554
WTG 47	525600.6136	4610649.4717
WTG 48	525497.6597	4611806.6965
WTG 49	523743.0375	4610505.4303
WTG 50	522441.5784	4611851.9630
WTG 51	520843.8210	4610120.1033

Coordinate aerogeneratori nel sistema di riferimento UTM 84-33N

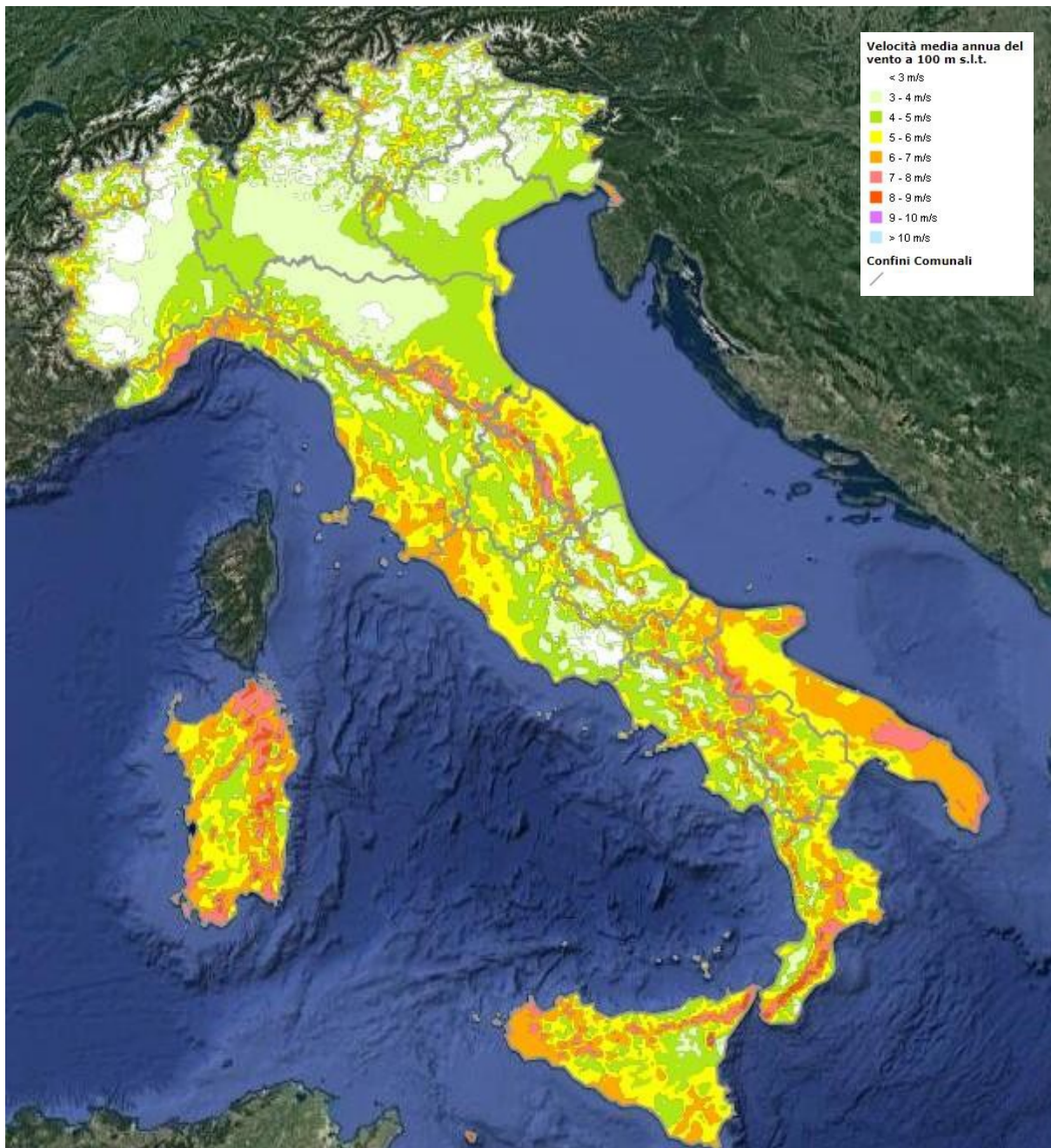
3. Potenziale eolico dell'area di progetto

Il parco eolico Fenice, essendo costituito da n. 51 aerogeneratori - di potenza nominale attiva pari a 7,2 MW - per una potenza complessiva 367,2 MW, rientra nella tipologia degli impianti di grandi dimensioni.

Le aree idonee agli impianti di grandi e medie dimensioni, secondo il Piano Paesaggistico Territoriale Regionale (P.P.T.R.) sono:

- le aree produttive pianificate;
- le aree agricole di mitigazione delle zone industriali; le aree prossime ai baci estrattivi.

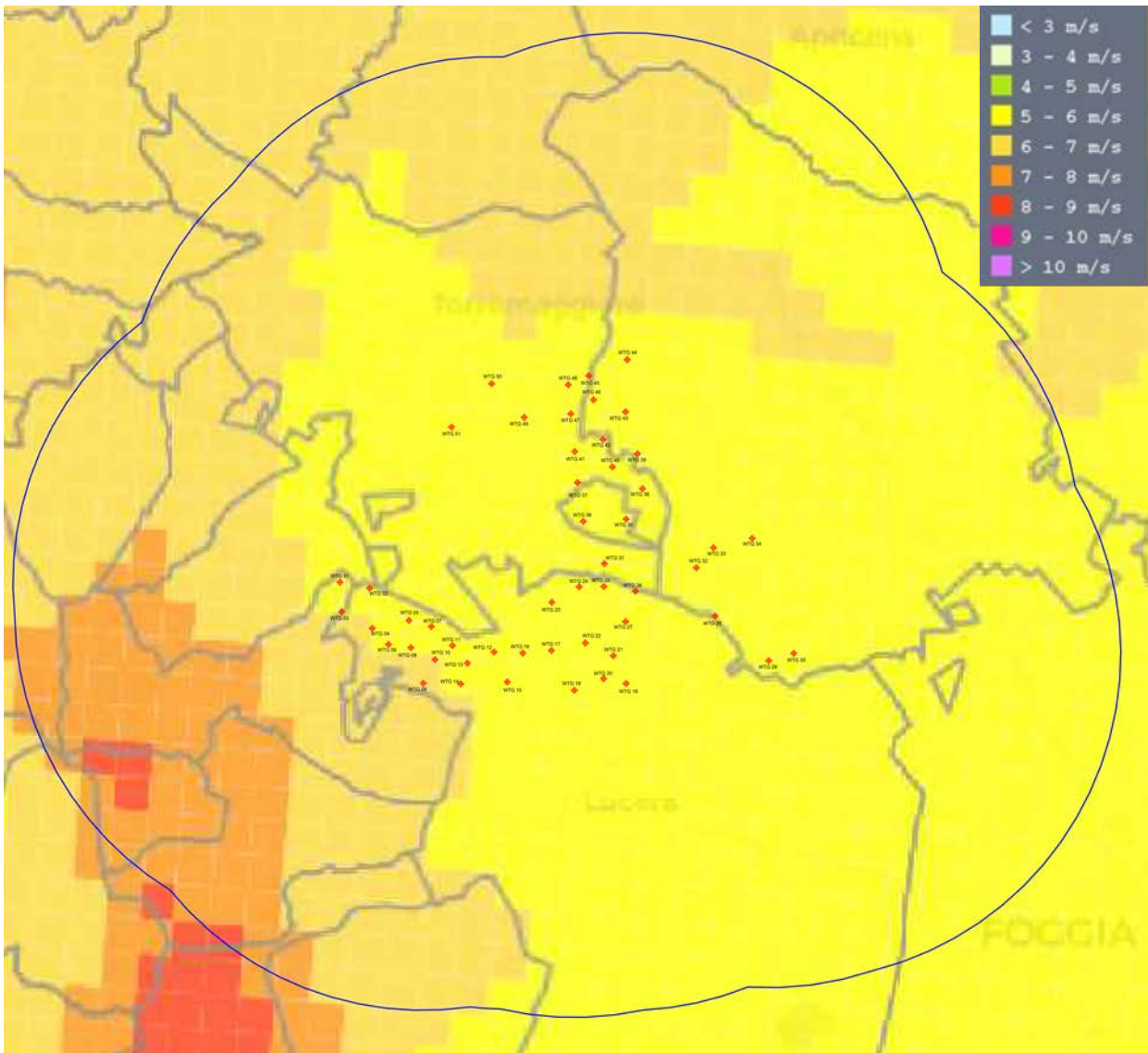
La sovrapposizione di tali aree ai bacini con un buon indice di ventosità e potenzialità eolica - individuate dall'Atlante eolico del Cesi e dall'Atlante Eolico Regionale - definisce gli ambiti ottimali per l'installazione degli impianti eolici.



Atlante eolico interattivo italiano con velocità media a 100 m – C.E.S.I.

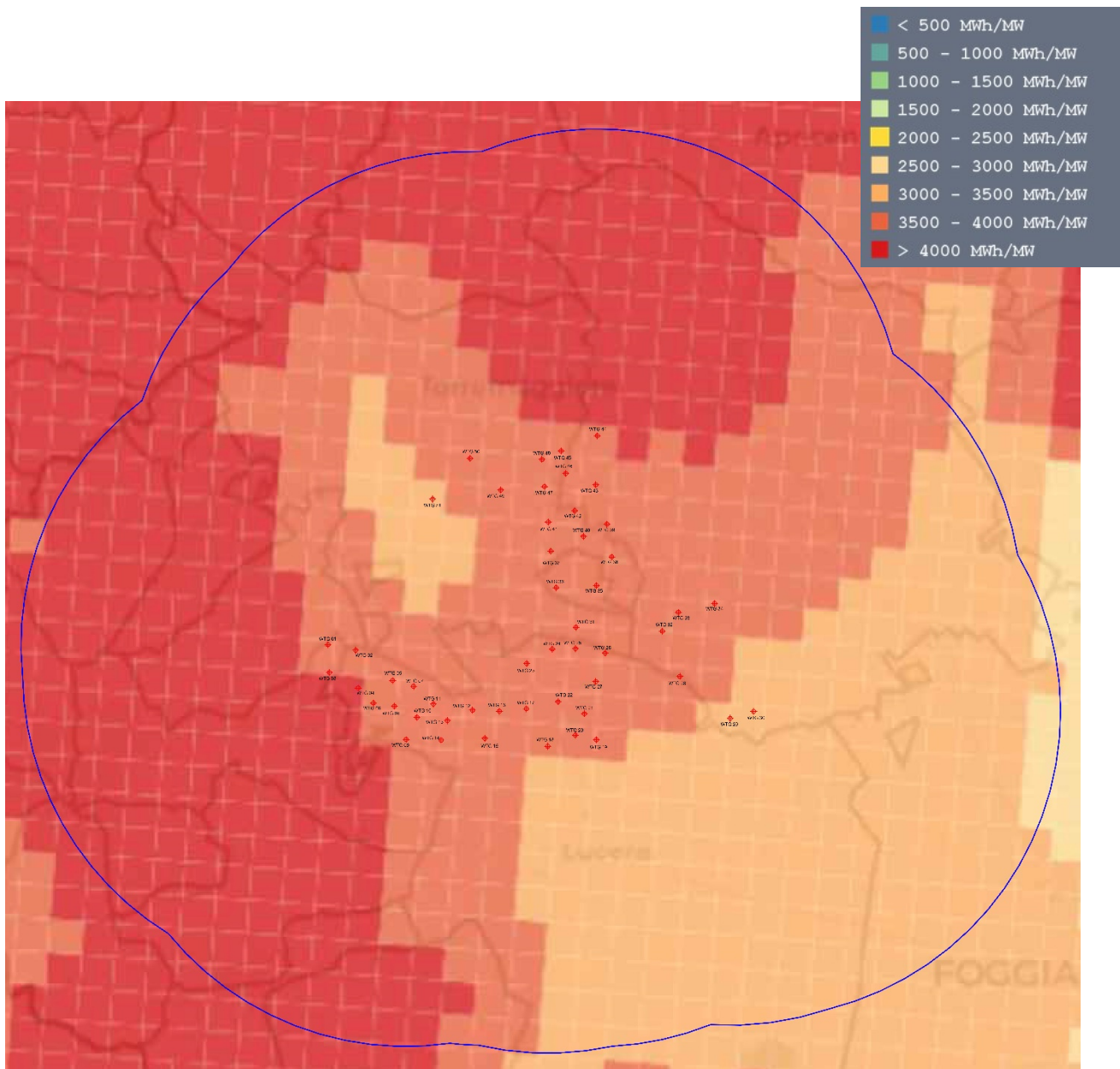
Durante gli studi preliminari e dall'interpretazione dei dati rilevati da stazioni anemologiche presenti in provincia ed in prossimità dell'area di interesse, è stata verificata la presenza di una risorsa eolica che renderebbe conveniente la realizzazione del progetto in termini di producibilità; infatti dall'Atlante Eolico Italiano Interattivo del C.E.S.I. si desume che la velocità del vento, nella provincia di Foggia, sia compresa tra i 6 e 9 m/s alla quota di 100 metri, rendendo questa come una delle zone migliori in Italia in termini di producibilità energetica.

Nelle mappe seguenti si evince nel dettaglio come alla quota di 150 m s.l.t., cioè ad un'altezza prossima a quella delle turbine - altezza rotore pari a 175 m - la velocità media del vento è compresa tra 5 e 6 m/s escludendo le torri WTG 09-10 con una velocità media annua tra 6-7 m/s.



Impianto su Atlante eolico interattivo con velocità media annua del vento a 150 m s.l.m.

Sulla dei dati risultanti dall'atlante eolico e dalle informazioni ricevute da studi anemologici effettuati nella zona del progetto in esame, si considera in modo cautelativo una producibilità pari a 965 GWh/anno.



Impianto su Atlante eolico interattivo con producibilità specifica a 100 m s.l.m.

Quanto rilevato è stato confermato da:

- CREA;
- l'Atlante Eolico Italiano Interattivo del C.E.S.I.;

Il CREA (Centro Ricerca Energia & Ambiente) dell'Università del Salento, in risposta alle direttive emanate dalla Regione Puglia e alla sempre crescente richiesta di installazione di impianti eolici, ha analizzato le peculiarità atte alla caratterizzazione eolica delle circoscrizioni provinciali dei comuni pugliesi, riportando per ciascuna gli elementi utili alla valutazione di idoneità eolica in relazione ai criteri tecnici richiesti dalle direttive Regionali.

Gli studi del CREA, ricostruendo le caratteristiche meteorologiche, anemologiche e geomorfologiche del territorio regionale, hanno ottenuto informazioni su:

- Direzione prevalente del vento;
- Velocità media del vento, ponderata sulla potenza.

Per ciascuno dei 258 comuni della regione è stata realizzata una scheda riassuntiva delle caratteristiche territoriali del comune di riferimento (estensione e altitudine), oltre che dei dati di velocità del vento, deviazione standard e direzione prevalente ottenuti dall'elaborazione dei rilevamenti effettuati ogni 10 minuti per un periodo di 6 anni (dal 1 Gennaio 2000 al 31 Dicembre).

Comune di SAN SEVERO


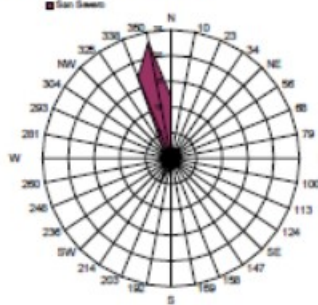
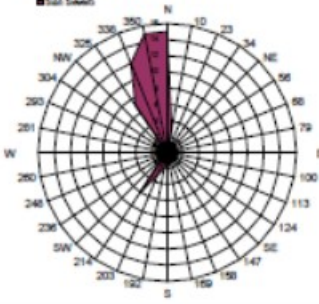
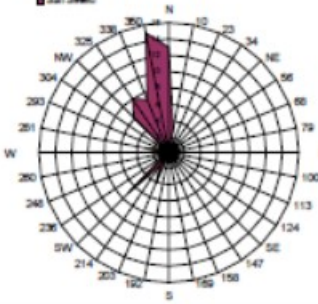
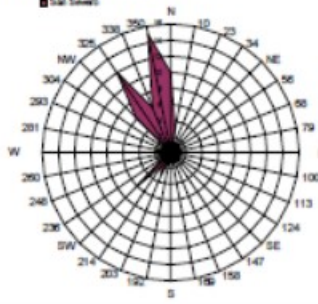
SUPERFICIE [km ²] 333,17		<h2>SAN SEVERO</h2>	
ALTIMETRIA [m] 23 – 163			
		<i>Dati ricavati da rilevamenti effettuati ogni 10 minuti per un periodo di tempo di 6 anni: (dal 1 Gennaio 2000 al 31 Dicembre 2005)</i>	
		<h3>QUOTA 35 m</h3>	
		Velocità media [m/s] 7.24	Deviazione standard 1.00
		Direzione prevalente [°] (occorrenza mensile)	
			
<h3>QUOTA 60 m</h3>		<h3>QUOTA 80 m</h3>	
Velocità media [m/s] 7.64	Deviazione standard 0.57	Velocità media [m/s] 7.70	Deviazione standard 0.24
Direzione prevalente [°] (occorrenza mensile)		Direzione prevalente [°] (occorrenza mensile)	
			
		<h3>QUOTA 100 m</h3>	
		Velocità media [m/s] 7.93	Deviazione standard 0.17
		Direzione prevalente [°] (occorrenza mensile)	
			

Figura 1 Ventosità alle quote di 35-60-80-100 nel comune di San Severo (FG)-Università degli studi di Lecce-Progetto M.E.T.E.

Comune di CASTELNUOVO DELLA DAUNIA

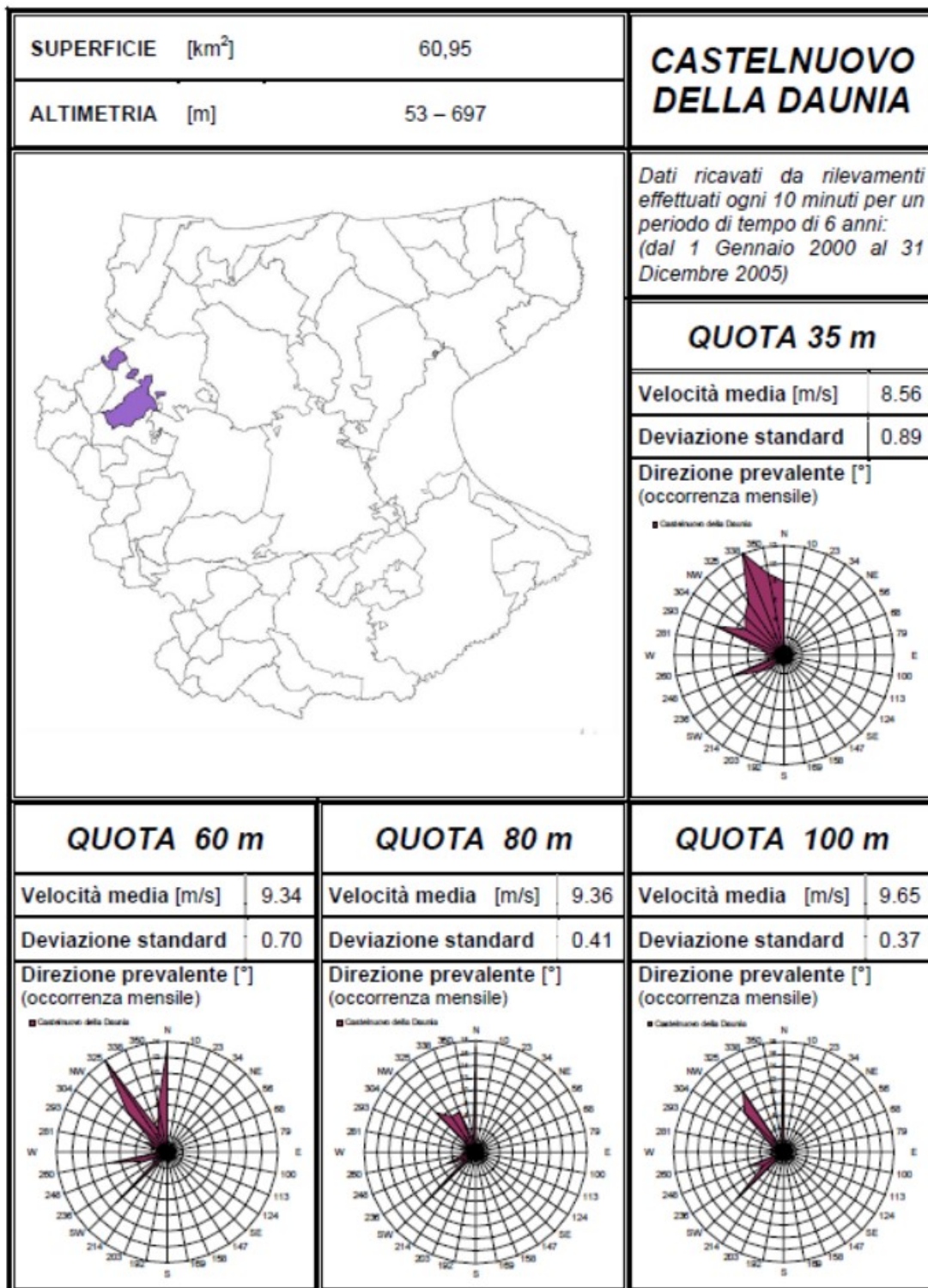


Figura21 Ventosità alle quote di 35-60-80-100 nel comune di Castelnuovo della Daunia (FG)-Università degli studi di Lecce-Progetto M.E.T.E.

Comune di TORREMAGGIORE

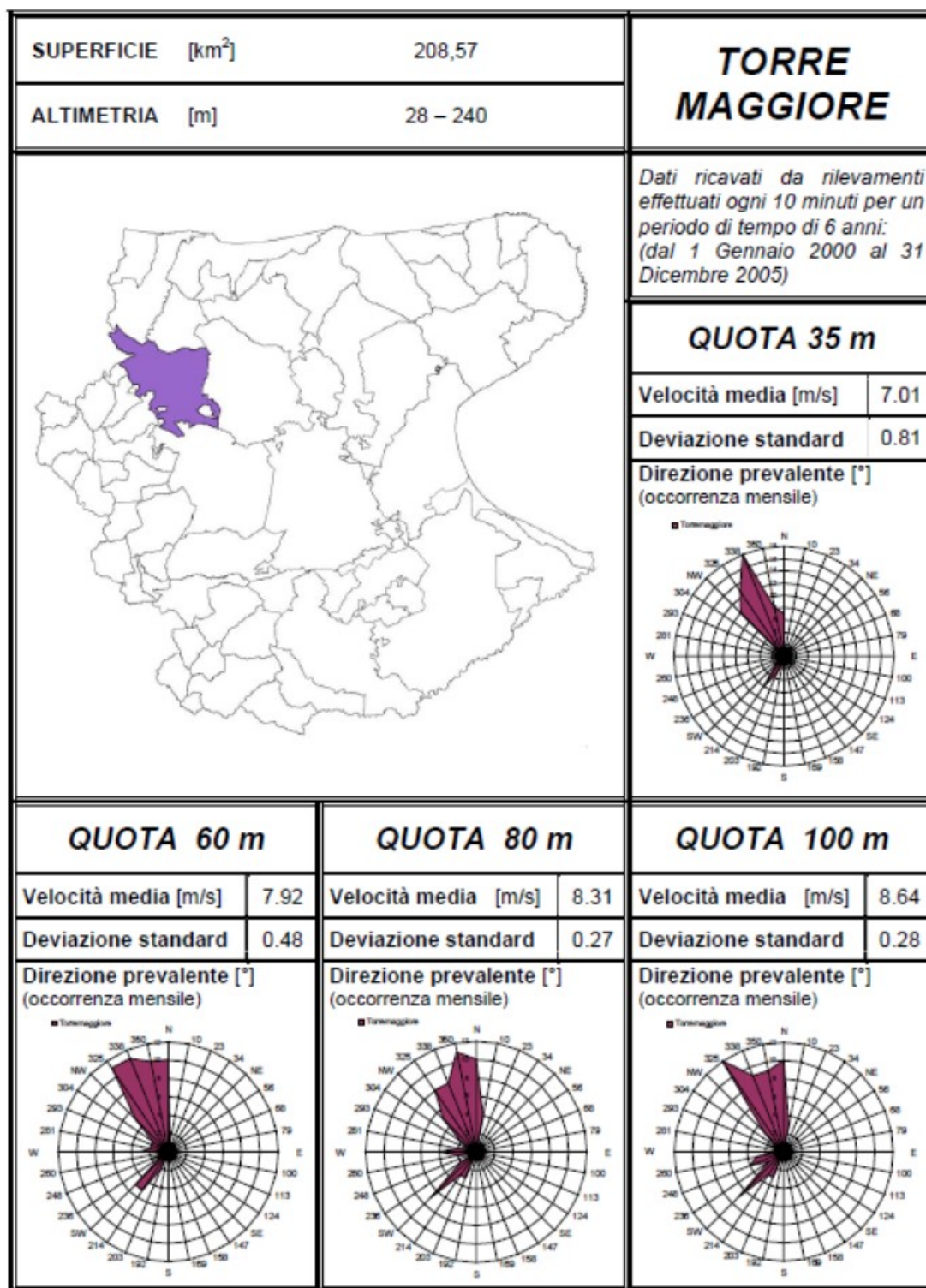


Figura 3 Ventosità alle quote di 35-60-80-100 nel comune di Torremaggiore (FG)-Università degli studi di Lecce-Progetto M.E.T.E.

Comune di LUCERA


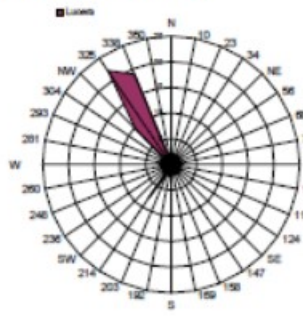
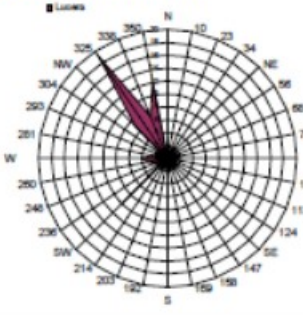
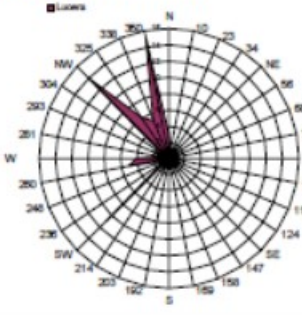
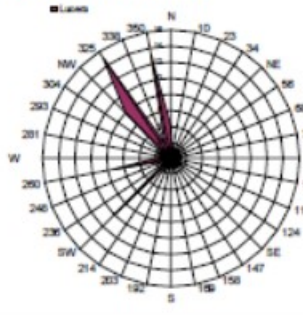
SUPERFICIE [km ²]	338,65	<h1 style="margin: 0;">LUCERA</h1>
ALTIMETRIA [m]	56 – 345	
		<i>Dati ricavati da rilevamenti effettuati ogni 10 minuti per un periodo di tempo di 6 anni: (dal 1 Gennaio 2000 al 31 Dicembre 2005)</i>
		QUOTA 35 m
		Velocità media [m/s] 6.49
		Deviazione standard 0.63
		Direzione prevalente [°] (occorrenza mensile)
		
QUOTA 60 m	QUOTA 80 m	QUOTA 100 m
Velocità media [m/s] 7.50	Velocità media [m/s] 8.08	Velocità media [m/s] 8.45
Deviazione standard 0.52	Deviazione standard 0.52	Deviazione standard 0.50
Direzione prevalente [°] (occorrenza mensile)	Direzione prevalente [°] (occorrenza mensile)	Direzione prevalente [°] (occorrenza mensile)
		

Figura 4 Ventosità alle quote di 35-60-80-100 nel comune di Lucera (FG)-Università degli studi di Lecce-Progetto M.E.T.E.

Comune di PIETRAMONTECORVINO

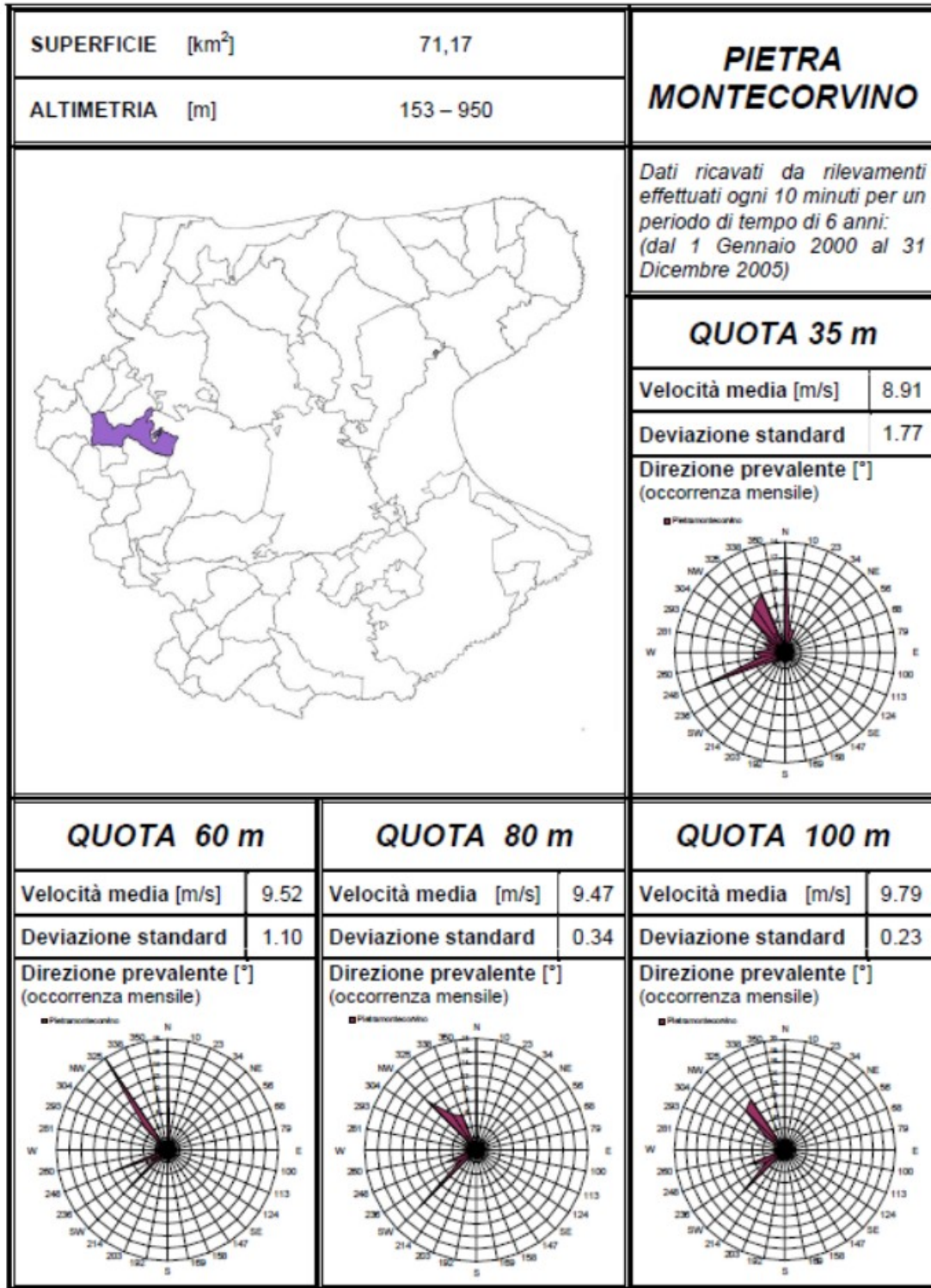
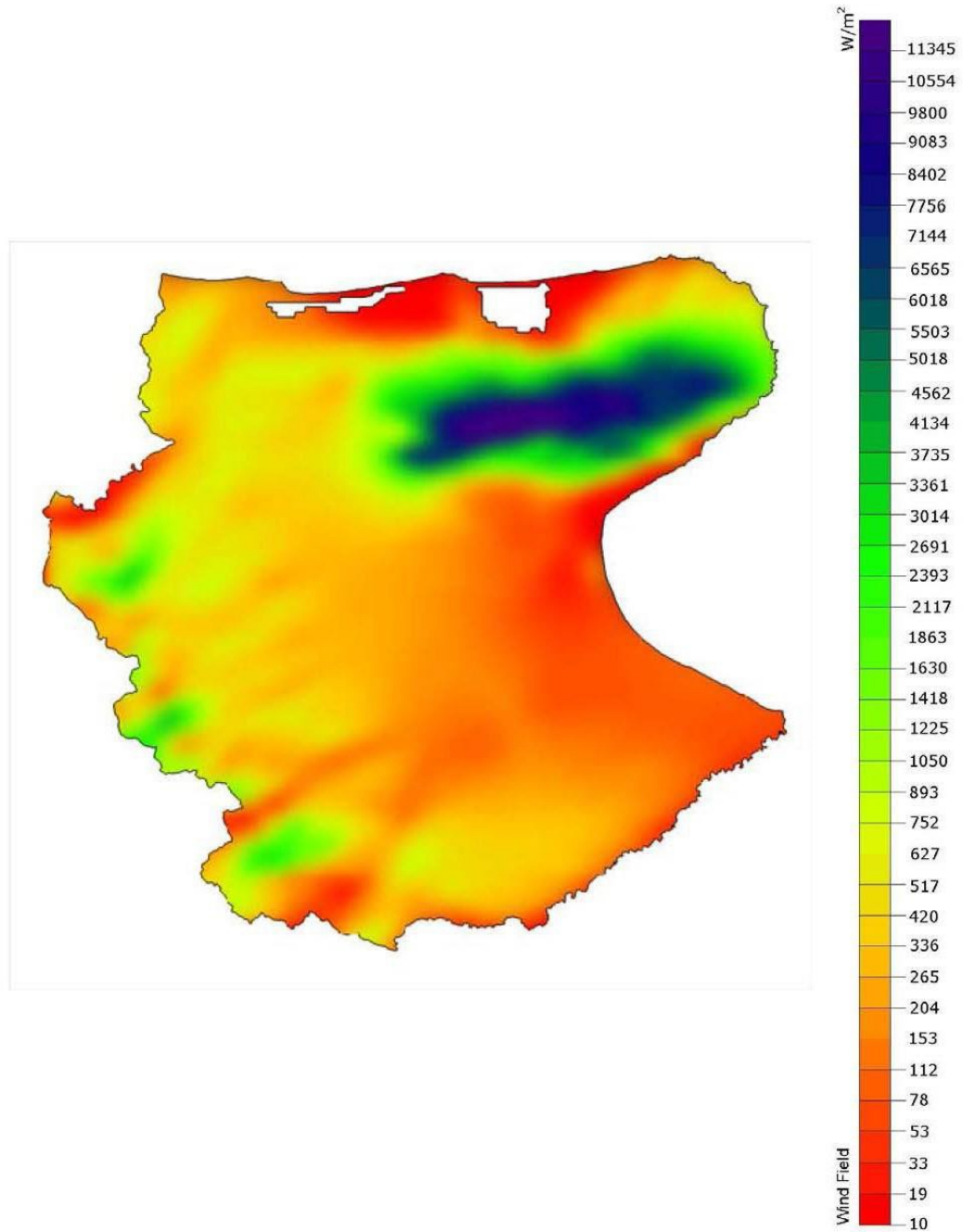


Figura 5 Ventosità alle quote di 35-60-80-100 nel comune di San Severo (FG)-Università degli studi di Lecce-Progetto M.E.T.E.

La validità dei dati riportati, in relazione all' art. 6 del R.R. n.16 del 4-10-2006 - Regione Puglia, presenta le limitazioni di cui al paragrafo 7

QUOTA 35m

Provincia di FOGGIA



La validità dei dati riportati, in relazione all' art. 6 del R.R. n.16 del 4-10-2006 - Regione Puglia, presenta le limitazioni di cui al paragrafo 7

La validità dei dati riportati, in relazione all' art. 6 del R.R. n.16 del 4-10-2006 - Regione Puglia, presenta le limitazioni di cui al paragrafo 7

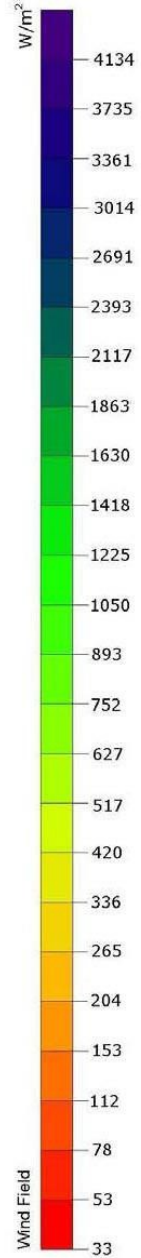
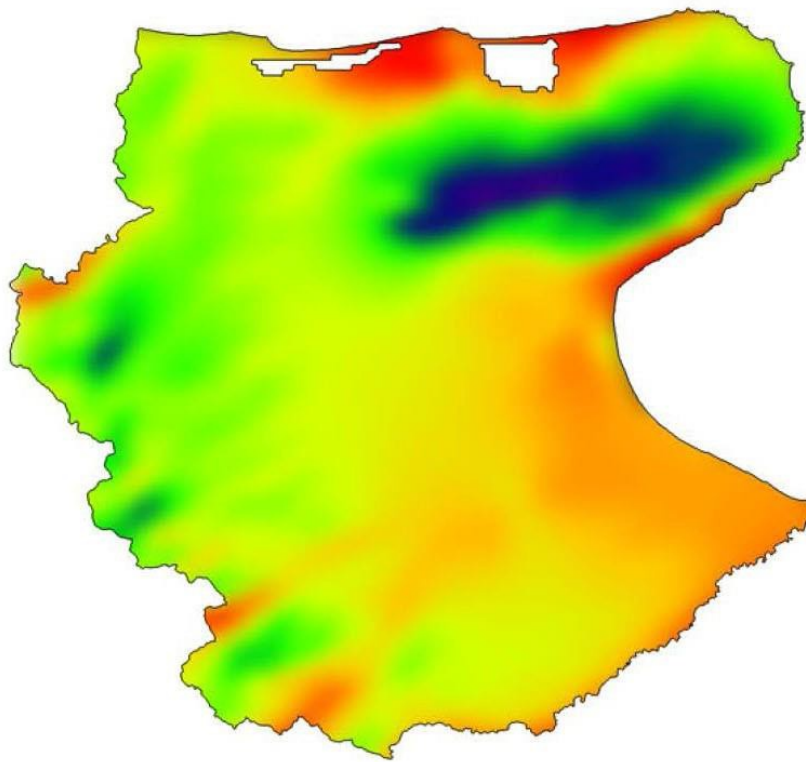
La validità dei dati riportati, in relazione all' art. 6 del R.R. n.16 del 4-10-2006 - Regione Puglia, presenta le limitazioni di cui al paragrafo 7

La validità dei dati riportati, in relazione all' art. 6 del R.R. n.16 del 4-10-2006 - Regione Puglia, presenta le limitazioni di cui al paragrafo 7

QUOTA 60m

Provincia di FOGGIA

La validità dei dati riportati, in relazione all' art. 6 del R.R. n.16 del 4-10-2006 - Regione Puglia, presenta le limitazioni di cui al paragrafo 7



La validità dei dati riportati, in relazione all' art. 6 del R.R. n.16 del 4-10-2006 - Regione Puglia, presenta le limitazioni di cui al paragrafo 7

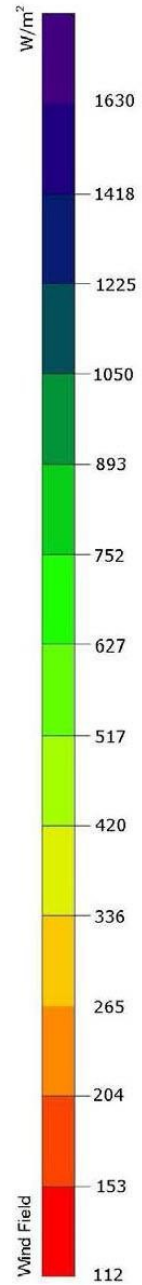
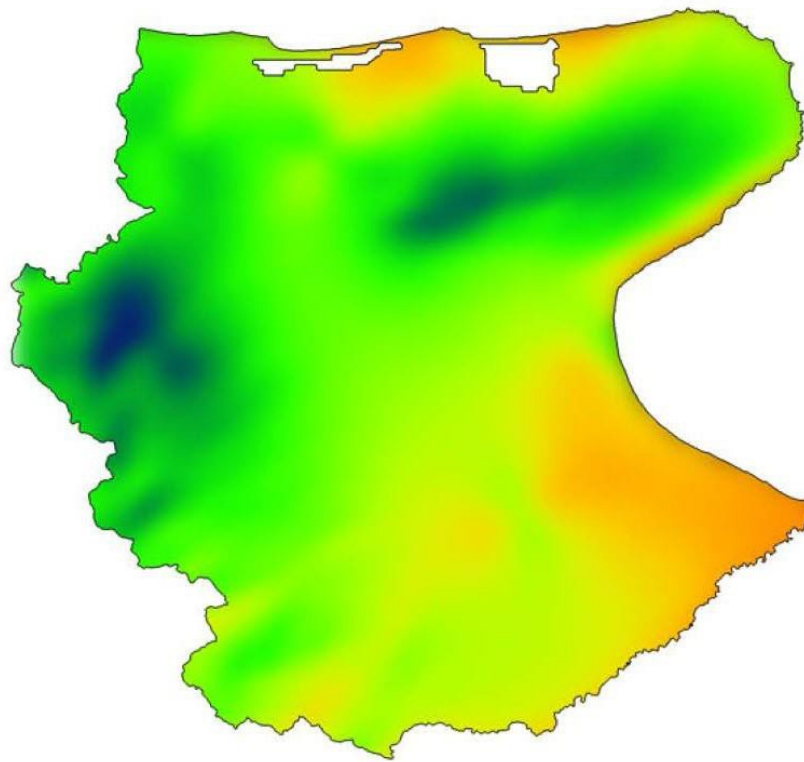
La validità dei dati riportati, in relazione all' art. 6 del R.R. n.16 del 4-10-2006 - Regione Puglia, presenta le limitazioni di cui al paragrafo 7

La validità dei dati riportati, in relazione all' art. 6 del R.R. n.16 del 4-10-2006 - Regione Puglia, presenta le limitazioni di cui al paragrafo 7

QUOTA 80m

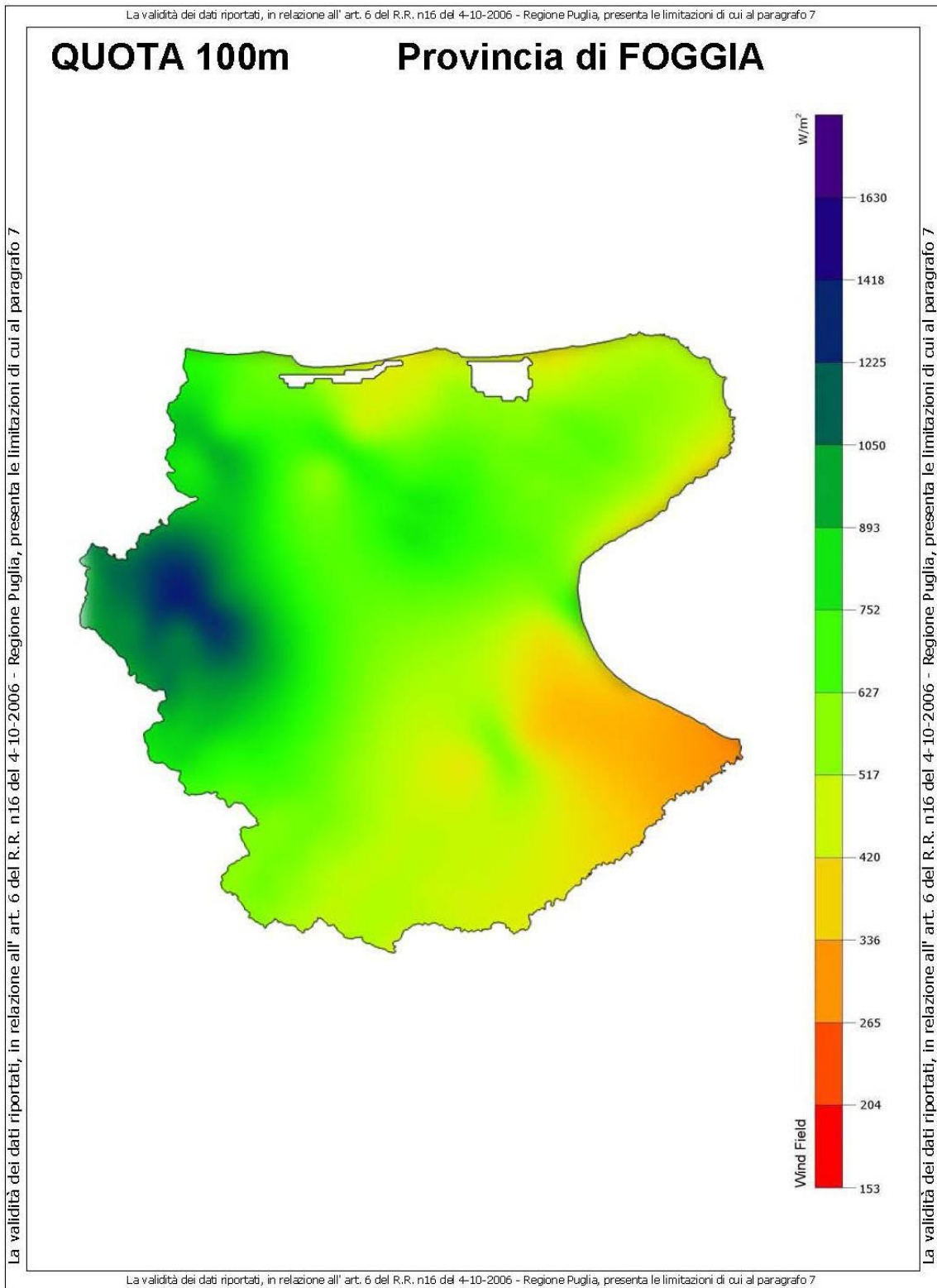
Provincia di FOGGIA

La validità dei dati riportati, in relazione all' art. 6 del R.R. n.16 del 4-10-2006 - Regione Puglia, presenta le limitazioni di cui al paragrafo 7



La validità dei dati riportati, in relazione all' art. 6 del R.R. n.16 del 4-10-2006 - Regione Puglia, presenta le limitazioni di cui al paragrafo 7

La validità dei dati riportati, in relazione all' art. 6 del R.R. n.16 del 4-10-2006 - Regione Puglia, presenta le limitazioni di cui al paragrafo 7



Alla consultazione degli atlanti delle mappature dei venti e dei dati storici raccolti dai centri di Ricerca dedicati alla caratterizzazione ed all'analisi statistica dell'evoluzione della meteorologia, al monitoraggio delle variazioni delle condizioni climatiche e alla caratterizzazione del moto dei flussi d'aria, è stata affianca una raccolta dei dati anemometrici nella zona dell'area di progetto.

I dati anemometrici a disposizione sono stati raccolti da stazioni anemometriche caratterizzate da una altezza della torre tubolare di 175 m, e analizzati con il software Wind PRO al fine di stimare la velocità del vento a lungo termine e le distribuzioni di frequenza riportati di seguito. La velocità media ottenuta è di 6.42 m/s.

Gli stessi dati sono stati elaborati al fine di ottenere un wind shear fino ad una altezza prossima a quella del mozzo delle turbine considerate cioè 175 m; in questo caso la velocità media ottenuta è di 7 m/s.

Di seguito viene sinteticamente riportata la distribuzione statistica della velocità media del vento e i valori di turbolenza dedotti da tutte le stazioni anemometrica installate nella zona.

Bin Mean	Start	End	Sum	0-N	1 NNE	2-NE	3-E	4-ESE	5-SSE	6-S	7-SSW	8-WSW	9-W	-WNW	-NNW	6.860	6.955
0		0.499	2526	216	90	75	91	177	111	82	81	95	129	402	977		
1	0.500	1.499	7867	617	558	569	598	738	782	651	604	573	672	727	778		
2	1.500	2.499	13395	979	580	576	952	1799	1579	975	824	776	1124	1459	1772		
3	2.500	3.499	14557	1069	306	293	790	2499	1812	866	694	670	921	2045	2592		
4	3.500	4.499	15914	1071	151	129	780	3035	1741	712	696	726	708	2516	3649		
5	4.500	5.499	17309	1209	54	93	764	3327	1332	564	608	659	611	2903	5185		
6	5.500	6.499	17951	1267	34	50	895	3505	896	478	597	598	484	2928	6219		
7	6.500	7.499	17846	1315	16	32	984	3159	539	401	595	694	374	2794	6943		
8	7.500	8.499	15946	1218	10	17	1069	2516	366	367	673	727	343	2462	6178		
9	8.500	9.499	12534	954	14	23	990	1521	210	313	561	826	202	2208	4712		
10	9.500	10.499	9650	694	11	13	737	926	144	204	519	849	175	2129	3249		
11	10.500	11.499	6877	408	5	10	524	676	108	117	376	722	98	1674	2159		
12	11.500	12.499	4405	212	4	2	385	444	66	68	271	531	57	1099	1266		
13	12.500	13.499	2772	112	2	4	308	234	48	48	195	404	44	598	775		
14	13.500	14.499	1719	66	3	3	206	132	22	27	105	275	18	361	501		
15	14.500	15.499	1037	38	0	2	98	54	10	7	59	193	11	231	334		
16	15.500	16.499	609	23	0	0	42	37	1	7	41	135	5	100	218		
17	16.500	17.499	400	19	1	0	28	22	1	3	26	96	1	52	151		
18	17.500	18.499	210	19	0	0	8	6	0	0	13	66	0	20	78		
19	18.500	19.499	100	10	0	0	6	4	0	0	5	38	0	7	30		
20	19.500	20.499	53	10	0	0	3	3	0	0	6	15	0	2	14		
21	20.500	21.499	28	1	0	0	0	0	0	0	5	13	1	3	5		
22	21.500	22.499	8	0	0	0	0	0	0	0	3	1	0	1	3		
23	22.500	23.499	9	0	0	0	2	2	0	0	4	1	0	0	0		
24	23.500	24.499	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0		
25	24.500	25.499	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0		
26	25.500	26.499	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
27	26.500	27.499	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
28	27.500	28.499	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
29	28.500	29.499	3	0	0	0	1	2	0	0	0	0	0	0	0		
30	29.500	30.499	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		

Distribuzione delle frequenze ad una quota di 175 m

Bin	Start	End	Mean	0-N	1-NNE	2-ENE	3-E	4-ESE	5-SSE	6-S	7-SSW	8-WS	9-W	10-WNW	11-NNW	0.06	0.08
0		0.4999															
1	0.5000	1.4999															
2	1.5000	2.4999															
3	2.5000	3.4999															
4	3.5000	4.4999	0.11	0.14	0.19	0.15	0.12	0.10	0.11	0.15	0.17	0.16	0.13	0.08	0.10		
5	4.5000	5.4999	0.10	0.13	0.16	0.13	0.11	0.09	0.10	0.14	0.15	0.16	0.11	0.07	0.09		
6	5.5000	6.4999	0.09	0.11	0.14	0.10	0.09	0.08	0.09	0.12	0.15	0.15	0.11	0.06	0.08		
7	6.5000	7.4999	0.08	0.10	0.12	0.13	0.07	0.07	0.09	0.11	0.13	0.13	0.10	0.06	0.07		
8	7.5000	8.4999	0.07	0.09	0.13	0.09	0.07	0.07	0.08	0.10	0.12	0.12	0.08	0.05	0.07		
9	8.5000	9.4999	0.07	0.09	0.11	0.09	0.06	0.06	0.08	0.10	0.11	0.11	0.08	0.06	0.07		
10	9.5000	10.4999	0.07	0.09	0.10	0.08	0.06	0.06	0.07	0.10	0.10	0.10	0.08	0.06	0.08		
11	10.5000	11.4999	0.08	0.09	0.10	0.09	0.06	0.06	0.07	0.09	0.09	0.09	0.07	0.06	0.08		
12	11.5000	12.4999	0.08	0.09	0.12	0.15	0.07	0.05	0.06	0.08	0.09	0.09	0.08	0.06	0.08		
13	12.5000	13.4999	0.08	0.09	0.08	0.08	0.07	0.06	0.05	0.08	0.08	0.09	0.07	0.07	0.09		
14	13.5000	14.4999	0.08	0.09	0.08	0.09	0.07	0.06	0.05	0.09	0.09	0.09	0.08	0.08	0.09		
15	14.5000	15.4999	0.08	0.09		0.08	0.07	0.07	0.05	0.08	0.09	0.09	0.08	0.08	0.09		
16	15.5000	16.4999	0.09	0.09			0.08	0.08	0.06	0.05	0.10	0.09	0.12	0.08	0.09		
17	16.5000	17.4999	0.09	0.09	0.08		0.07	0.08	0.08	0.07	0.09	0.09	0.12	0.09	0.09		
18	17.5000	18.4999	0.08	0.09			0.08	0.08			0.08	0.07		0.10	0.08		
19	18.5000	19.4999	0.08	0.09			0.06	0.06			0.09	0.08		0.10	0.08		
20	19.5000	20.4999	0.08	0.09			0.08	0.00			0.09	0.09		0.12	0.07		
21	20.5000	21.4999	0.08	0.10							0.07	0.08	0.09	0.12	0.08		
22	21.5000	22.4999	0.09								0.10	0.05		0.17	0.07		
23	22.5000	23.4999	0.04					0.00	0.00		0.08	0.05					
24	23.5000	24.4999	0.07								0.07						
25	24.5000	25.4999	0.32					0.32									
26	25.5000	26.4999															
27	26.5000	27.4999															
28	27.5000	28.4999															
29	28.5000	29.4999	0.01				0.00	0.01									
30	29.5000	30.4999															

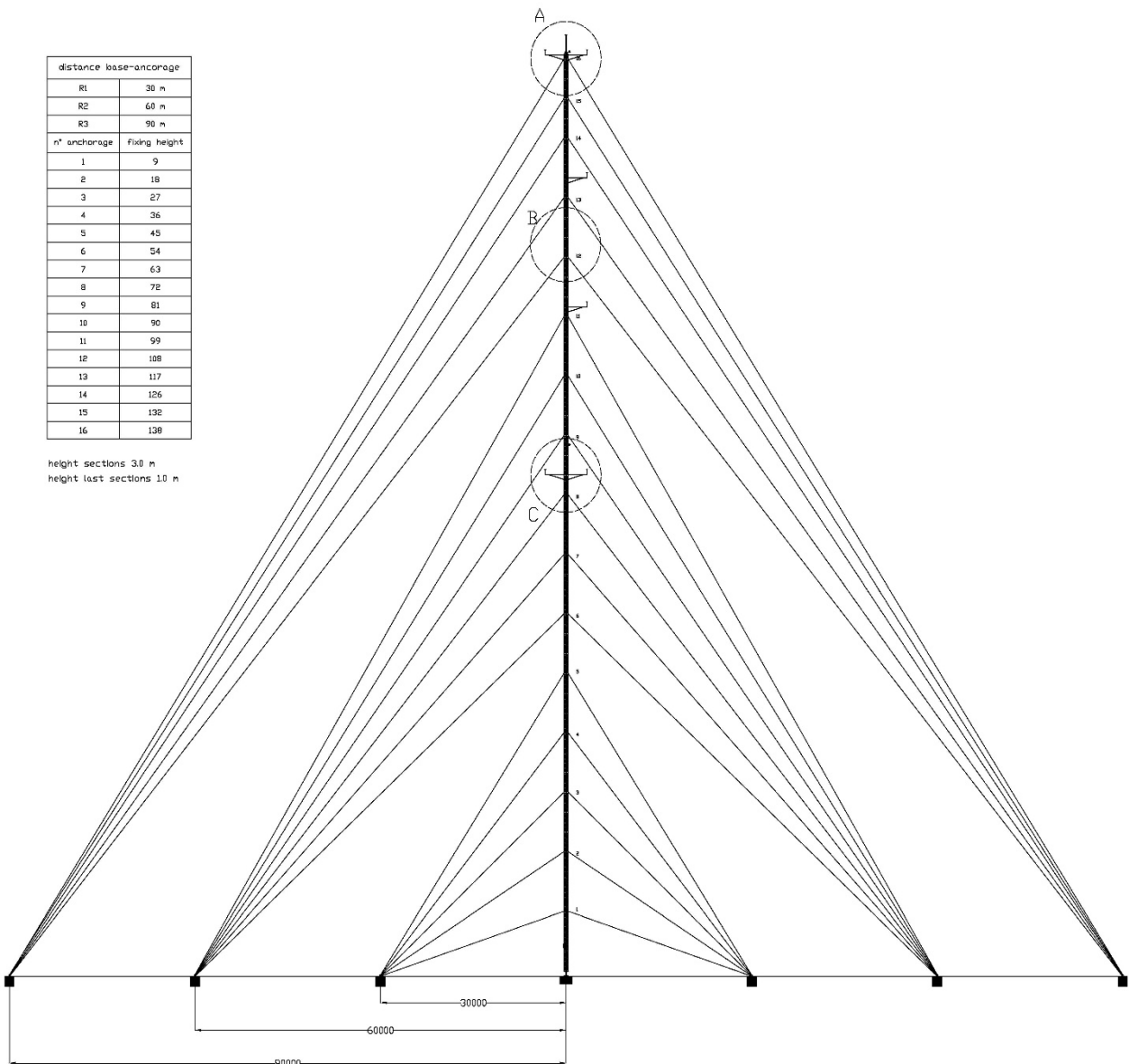
Valori della turbolenza ad una quota di 175 m

Gli stessi dati sono confermati da una seconda torre anemometrica posta nel punto:

(41°31'59.39"N; 15°26'53.99"E)

La strumentazione anemometrica installata consente di registrare le seguenti grandezze:

- Velocità medie del vento (valore mediato ogni 10 min) a 75, 100, 120, 137 e 139 m dal suolo;
- Direzioni medie del vento (valore mediato ogni 10 min) alle altezze di 75 e 139 m dal suolo;



Torre anemometrica tipo

L'analisi di questi dati è di fondamentale importanza per la corretta progettazione dell'impianto eolico in quanto questi dati influiscono direttamente su parametri quali, ad esempio, la disposizione degli aerogeneratori sul terreno, la mutua distanza da tenere tra le macchine per evitare perdita di produzione di energia o fenomeni di stress sulle componenti meccaniche degli aerogeneratori causati dall'effetto "scia".

La turbolenza è un parametro che fornisce un'informazione importante sulle caratteristiche fluidodinamiche della risorsa eolica in quanto restituisce la variabilità relativa della velocità istantanea del vento rispetto al suo valor medio nell'intervallo considerato.

Ad esempio, un valore di turbolenza (TI) superiore a 0,18 (o equivalentemente 18%), indica un fenomeno ventoso piuttosto disturbato che potrebbe sollecitare eccessivamente le macchine per la produzione di energia eolica ed inficiarne la produttività. In generale la turbolenza diminuisce man mano che ci si allontana dalla crosta terrestre in quanto sono gli ostacoli e l'orografia ad alterare i profili fluidodinamici.

4. Stima della producibilità energetica

Per la determinazione della producibilità dell'impianto è necessario disporre del diagramma di potenza (Curva di potenza) caratterizzante gli aerogeneratori considerati, le cui caratteristiche sono definite nell'allegato – Caratteristiche macchina tipo, che fornisce il valore di potenza estraibile in relazione ai differenti valori assunti dalla velocità del vento e la distribuzione della probabilità di velocità (densità di probabilità di Weibull).

La valutazione della produzione annua di energia mediante un aerogeneratore può essere effettuata molto semplicemente conoscendo la distribuzione di frequenza della velocità del vento, valutata all'altezza media del rotore, e la curva di potenza della macchina. Infatti, per ciascuna classe di velocità, il prodotto della potenza prodotta dalla turbina eolica per il corrispondente numero di ore/annue di persistenza di tale velocità del vento fornisce direttamente la produzione netta di energia. La somma delle produzioni energetiche relative a tutte le classi di velocità del vento è pari alla produzione energetica annua totale:

$$E_{E.N} = \sum_{i=1}^N n_i \cdot P_i$$

Un fattore molto rilevante per la valutazione della produzione di energia e della redditività dell'iniziativa è il cosiddetto "rendimento di schiera" del parco eolico. Infatti, per effetto del disturbo aerodinamico creato da ciascuna macchina sulle altre, la produzione di energia di una turbina inserita in un gruppo di macchine è minore della produzione energetica della stessa macchina installata in posizione isolata.

L'andamento della distribuzione di Weibull rappresenta in ordinate la probabilità in termini percentuali che il vento durante l'anno abbia una certa velocità; infatti l'area sottesa dalla curva è sempre uguale a uno.

La sua forma varia da luogo a luogo, dipendendo soprattutto dalle condizioni climatiche, dall'orografia e dal tipo di superficie ed è data dalla seguente formula:

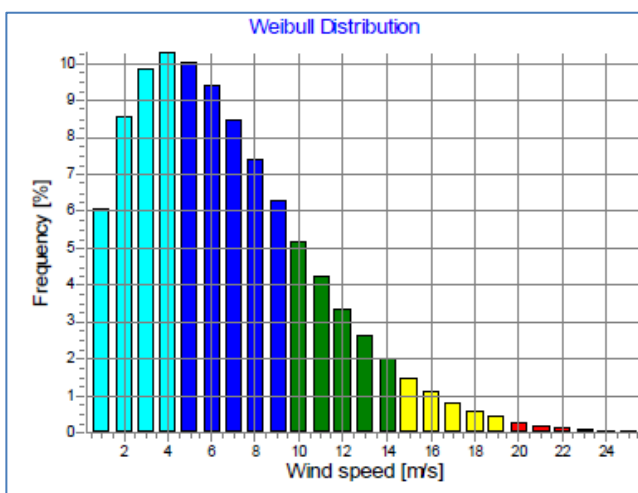
$$F(v) = 100 * \exp[-(v/A)^K]$$

Dove:

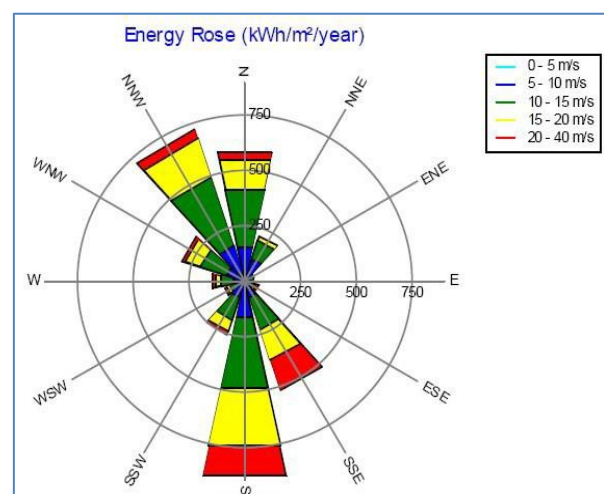
- $F(v)$ è l'intervallo di tempo per il quale la velocità media supera il valore v ;
- K il parametro di forma, adimensionale, legato all'orografia del sito ed alle caratteristiche di ventosità proprie dell'area;
- A , parametro di scala (m/s), strettamente legato alla velocità media del vento.

Nota la distribuzione di Weibull del sito, l'andamento del fattore di potenza e la curva di potenza dell'aerogeneratore che si vuole installare, è possibile determinare il numero di ore/anno in cui la macchina è:

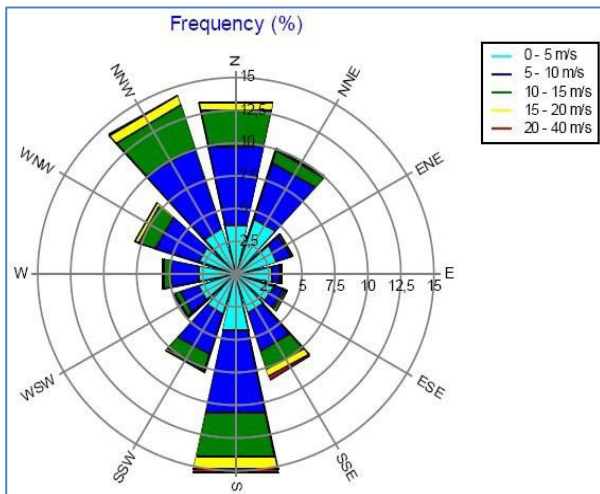
1. in grado di funzionare e la quantità di energia elettrica prodotta.
2. in grado di funzionare e la quantità di energia elettrica prodotta.



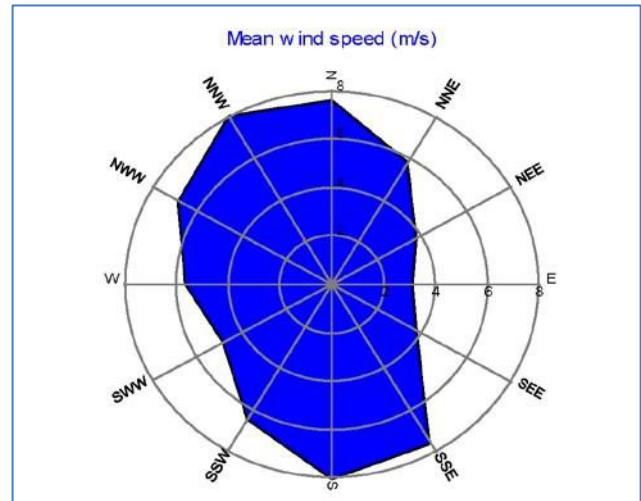
Distribuzione di Weibull



Energia del vento nel centro del sito



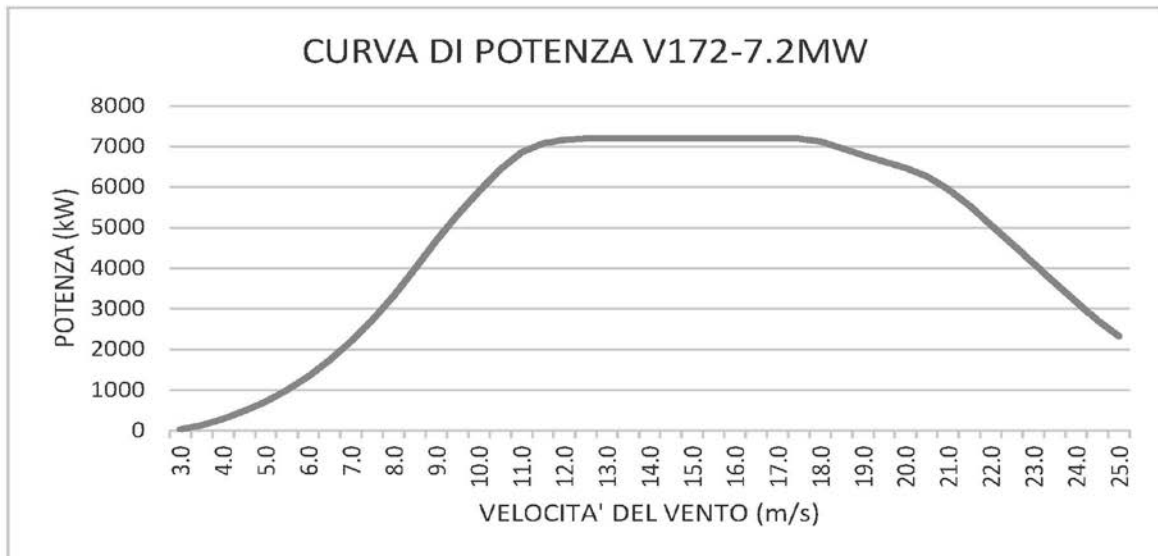
Frequenza del vento nel centro del sito



Direzione dei venti

Dai dati si evince come alla quota di 100 metri sul livello del suolo, ad una altezza prossima a quella del mozzo degli aerogeneratori considerata pari a 175 m, la velocità media è pari a circa 6,5 m/s e la direzione del vento è in prevalenza da N, NNW e S. Le producibilità in MWh/anno stimate tengono conto delle perdite dovute alla scia degli aerogeneratori, già considerate nelle curve di potenza.

AEROGENERATORE



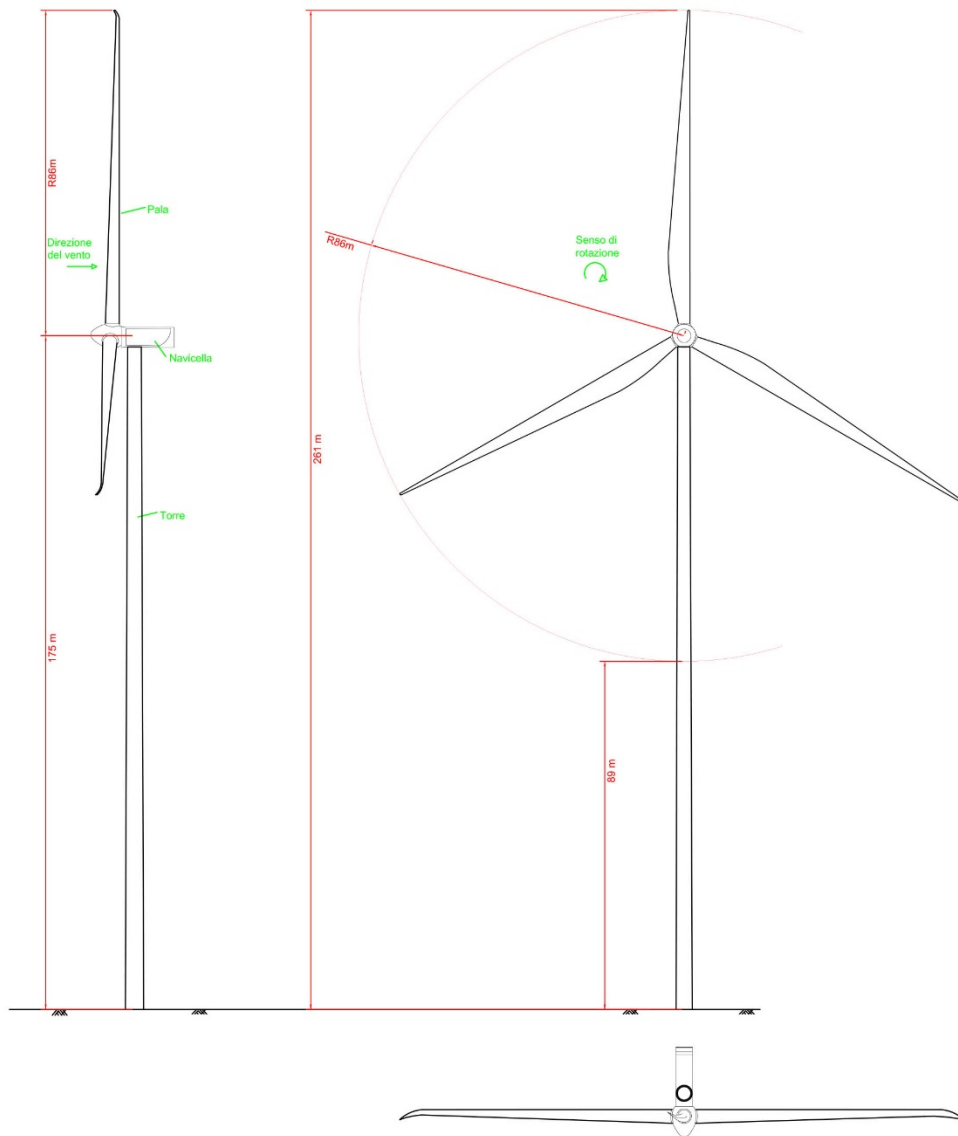
Curva caratteristica

CARATERISTICHE:

- Altezza mozzo: fino a 175 m.
- Diametro rotore: ino a 172 m.
- Potenza massima unitaria: fino a 7,2 MW

VELOCITA' DEL VENTO (m/s)	POTENZA (KW)
3.0	32
3.5	129
4.0	288
4.5	481
5.0	715
5.5	999
6.0	1340
6.5	1739
7.0	2203
7.5	2729
8.0	3324
8.5	3986
9.0	4685
9.5	5314
10.0	5904
10.5	6441
11.0	6854
11.5	7078
12.0	7160
12.5	7195
13.0	7200
13.5	7200
14.0	7200
14.5	7200
15.0	7200
15.5	7200
16.0	7200
16.5	7200
17.0	7200
17.5	7194
18.0	7124
18.5	6959
19.0	6789
19.5	6630
20.0	6472
20.5	6262
21.0	5946
21.5	5538
22.0	5069
22.5	4597
23.0	4121
23.5	3636
24.0	3169
24.5	2718
25.0	2328

Tabella 1 Potenza Aerogeneratore



Aerogeneratore tipo: pianta, prospetto frontale e prospetto laterale

CARATTERISTICHE:

- Altezza mozzo: fino a 175 m.
- Diametro rotore: ino a 172 m.
- Potenza massima unitaria: fino a 7,2 MW

TipoAerogeneratore	Potenza nominale (kW)	Producibilità aerogeneratore (KWh/anno)	Capacityfactor
E126 7,580 MW	7.580	7.884.000,00	0,12
SG 6.0-170	6.000	15.592.800,00	0,30
VESTAS V164-8MW	8.000	15.330.000,00	0,22
Aerogeneratore di progetto V172	7.200	18.921.600,00	0,30

Producibilità dell'impianto per ogni singolo aerogeneratore

Ai fini della valutazione della fattibilità dell'impianto, c'è da evidenziare che i valori sopra riportati tengono conto dei parametri di incertezza legati a:

- Stima della ventosità;
- Variabilità della velocità media in relazione al periodo di deduzione della stessa;
- Estrapolazione della velocità all'altezza del mozzo;
- Accuratezza del modello di calcolo;
- Perdita elettrica;
- Perdite di scia;
- Disponibilità aerogeneratori;
- Disponibilità sottostazione;
- Disponibilità rete;
- Degradazione superficie pale. Quantificabili in un'incertezza totale pari a circa il 21%.

5. Conclusioni

L'utilizzo dell'energia eolica in Puglia appare strategico, grazie alle favorevoli condizioni anemometriche in specifiche aree della regione. Le turbine prese in considerazione sono in grado di garantire una producibilità energetica superiore a 18.000 MWh di energia all'anno per aerogeneratore di progetto, rendendo valida la realizzazione del parco eolico da un punto di vista tecnico-economico.



CERTIFICATO

Certificato n. 8417

SMEA S.r.l.

Sede legale: Via A. Guariglia, 12 – 84127 Salerno (SA) Sede operativa: Via Camporeale, 6 - 83031 Ariano Irpino (AV)

QS Zürich AG certifica con il presente che il Sistema di Gestione dell'impresa succitata è stato valutato e soddisfa i requisiti definiti nelle norme riportate di seguito:

UNI EN ISO 9001: 2008
UNI EN ISO 14001: 2004
OHSAS 18001: 2007

Il Sistema di Gestione comprende:

FORNITURA, INSTALLAZIONE, DISINSTALLAZIONE E MANUTENZIONE DI TORRI ANEMOMETRICHE TUBOLARI E TRALICCIATE ON SHORE ED OFF SHORE. ELABORAZIONE ED ANALISI DATI DI VENTO. PROGETTAZIONE, REALIZZAZIONE, INSTALLAZIONE E MANUTENZIONE DI IMPIANTI EOLICI E SOLARI. TRADING TITOLI MERCATI ENERGETICI. ESCO.

Settore EA 28, 34, 35

Nel corso della validità del presente certificato il Sistema di Gestione dell'impresa deve permanentemente soddisfare i requisiti delle norme internazionali e tale adempimento sarà regolarmente controllato da QS Zürich AG.

Per informazioni puntuali ed aggiornate circa eventuali variazioni intervenute nello stato della certificazione di cui al presente certificato, si prega di contattare administrator@qsitalia.com



Data del' audit: 25.07.2012

Emissione: 02.08.2012

Data scadenza certificazione: 24.07.2015

QS Zürich AG
P.O. Box 6335
CH-8050 Zürich
qs-zuerich@quality-service.ch



SCESm 047
www.sas.ch

Direction

Svend Ole Hansen ApS

SCT JØRGENS ALLÉ 7 · DK-1615 KØBENHAVN V · DENMARK
 TEL: (+45) 33 25 38 38 · FAX: (+45) 33 25 38 39 · WWW.SOHANSEN.DK



WIND
 ENGINEERING
 FLUID
 DYNAMICS

CERTIFICATE FOR CALIBRATION OF CUP ANEMOMETER

Certificate number: 13.02.4101

Date of issue: Jun 10, 2013

Type: NRG #40

Serial number: 179500068797

Manufacturer: NRG Systems, 110 Commerce Street, Hinesburg, Vermont 05461, USA

Client: NRG Systems, Inc., 110 Riggs Road, Hinesburg, VT 05461, USA

Anemometer received: Jun 1, 2013

Anemometer calibrated: Jun 9, 2013

Calibrated by: jth

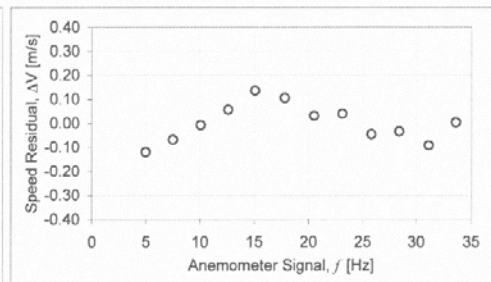
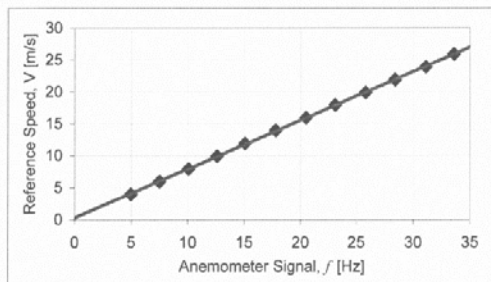
Calibration procedure: IEC 61400-12-1, MEASNET

Certificate prepared by: jsa

Approved by: Calibration engineer, aht

Calibration equation obtained: $v [m/s] = 0.761 f[Hz] + 0.31$

Reference Speed [m/s]	Anemometer Output [Hz]	Residual [m/s]	Ref. Speed Uncertainty
3.987	4.988	-0.120	0.546%
7.959	10.058	-0.009	0.486%
11.923	15.076	0.135	0.472%
15.955	20.510	0.031	0.475%
19.917	25.816	-0.046	0.469%
23.917	31.132	-0.092	0.476%
25.889	33.597	0.002	0.473%
21.899	28.404	-0.034	0.466%
17.939	23.105	0.039	0.475%
13.959	17.790	0.105	0.472%
9.950	12.589	0.057	0.476%
5.960	7.510	-0.068	0.547%



DANAK
 CAL Reg.nr. 452
 Accreditation to ISO 17025



EQUIPMENT USED

Serial number	Description
-	Boundary layer wind tunnel.
1256	Control cup anemometer.
-	Mounting tube, D = 25 mm
t3	PT100 temperature sensor, wind tunnel.
t4	PT100 temperature sensor, control room.
950610	PPC500 Furness pressure manometer
Z0420014	HMW71U Humidity transmitter
U4220037	PTB100AVaisala analogue barometer.
P11	Pitot tube
HB2835279	Computer Board. 16 bit A/D data acquisition board.
-	PC dedicated to data acquisition.

Traceable calibrations of the equipment are carried out by external accredited institutions: Furness (PPC500) and Saab Metech. A real-time analysis module within the data acquisition software detects pulse frequency.

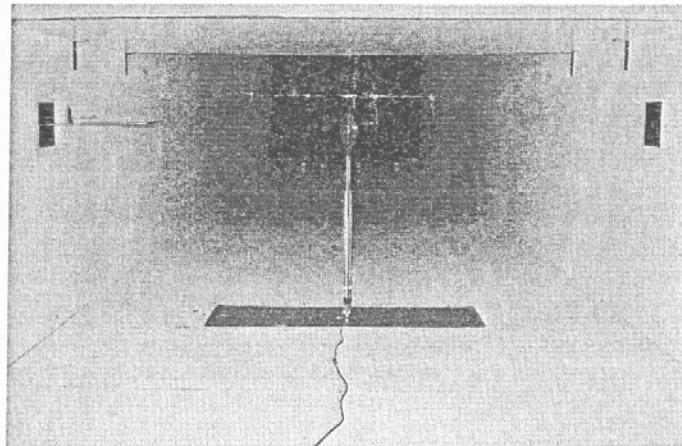


Photo of a cup anemometer in the wind tunnel. The shown anemometer is of the same type as the calibrated one.

UNCERTAINTIES

The documented uncertainty is the total combined uncertainty at 95% confidence level ($k=2$) in accordance with EA-4/02. The uncertainty at 10 m/s comply with the requirements in the MEASNET procedure that prescribes an absolute uncertainty less than 0.1 m/s at a mean wind velocity of 10 m/s, that is 1%. See Document 97.00.004 "MEASNET - Test report on the calibration campaign" for further details.

Svend Ole Hansen ApS

SCT JØRGENS ALLÉ 7 · DK-1615 KØBENHAVN V · DENMARK
 TEL: (+45) 33 25 38 38 · FAX: (+45) 33 25 38 39 · WWW.SOHANSEN.DK



WIND
 ENGINEERING
 FLUID
 DYNAMICS

CERTIFICATE FOR CALIBRATION OF CUP ANEMOMETER

Certificate number: 13.02.3990

Date of issue: Apr 20, 2013

Type: NRG #40

Serial number: 179500068954

Manufacturer: NRG Systems, 110 Commerce Street, Hinesburg, Vermont 05461, USA

Client: NRG Systems, Inc., 110 Riggs Road, Hinesburg, VT 05461, USA

Anemometer received: Apr 3, 2013

Anemometer calibrated: Apr 19, 2013

Calibrated by: jth

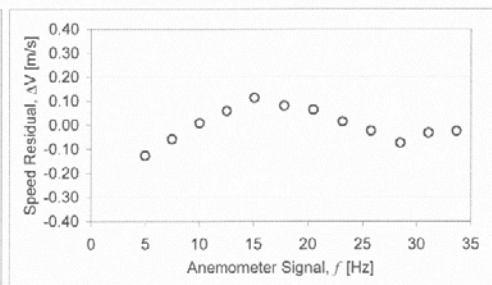
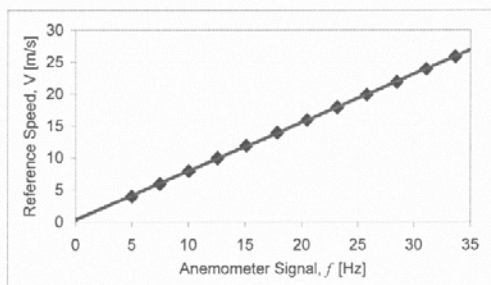
Calibration procedure: IEC 61400-12-1, MEASNET

Certificate prepared by: jsa

Approved by: Calibration engineer, aht

Calibration equation obtained: $v [m/s] = 0.76 f [Hz] + 0.32$

Reference Speed [m/s]	Anemometer Output [Hz]	Residual [m/s]	Ref. Speed Uncertainty
3.980	4.989	-0.128	0.605%
7.955	10.043	0.008	0.520%
11.901	15.100	0.113	0.487%
15.938	20.479	0.064	0.481%
19.888	25.795	-0.023	0.486%
23.899	31.088	-0.033	0.483%
25.872	33.674	-0.025	0.472%
21.892	28.500	-0.074	0.487%
17.930	23.166	0.015	0.481%
13.934	17.819	0.081	0.485%
9.926	12.570	0.060	0.488%
5.954	7.496	-0.058	0.514%



DANAK
 CAI. Reg.nr. 452
 Accreditation to ISO 17025



EQUIPMENT USED

Serial number	Description
-	Boundary layer wind tunnel.
1256	Control cup anemometer.
-	Mounting tube, D = 25 mm
t3	PT100 temperature sensor, wind tunnel.
t4	PT100 temperature sensor, control room.
950610	PPC500 Furness pressure manometer
Z0420014	HMW71U Humidity transmitter
U4220037	PTB100AVaisala analogue barometer.
P11	Pitot tube
HB2835279	Computer Board. 16 bit A/D data acquisition board.
-	PC dedicated to data acquisition.

Traceable calibrations of the equipment are carried out by external accredited institutions: Furness (PPC500) and Saab Metech. A real-time analysis module within the data acquisition software detects pulse frequency.

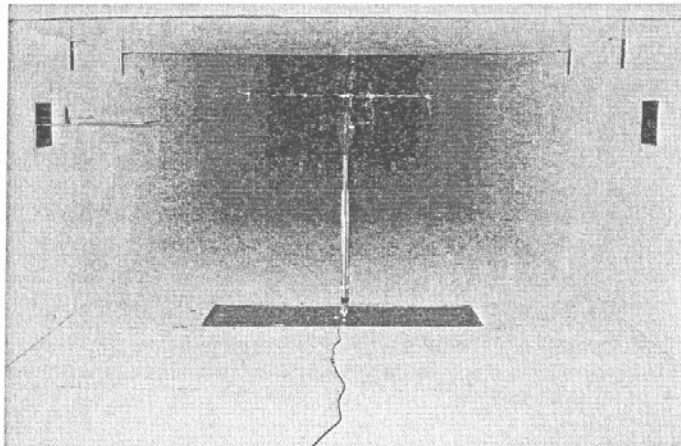


Photo of a cup anemometer in the wind tunnel. The shown anemometer is of the same type as the calibrated one.

UNCERTAINTIES

The documented uncertainty is the total combined uncertainty at 95% confidence level ($k=2$) in accordance with EA-4/02. The uncertainty at 10 m/s comply with the requirements in the MEASNET procedure that prescribes an absolute uncertainty less than 0.1 m/s at a mean wind velocity of 10 m/s, that is 1%. See Document 97.00.004 "MEASNET - Test report on the calibration campaign" for further details.



NRG #40C Anemometer, Calibrated, With Boot

The industry standard anemometer used worldwide. Constructed of rugged Lexan cups molded in one piece for repeatable performance. Includes calibration certificate.

SPECIFICATIONS

Sensor type	Description 3-cup anemometer
Applications	<ul style="list-style-type: none">• wind resource assessment• meteorological studies• environmental monitoring
Sensor range	1 m/s to 96 m/s (2.2 mph to 215 mph) (highest recorded)
Instrument compatibility	all NRG loggers
Signal type	Output signal low level AC sine wave, frequency linearly proportional to wind speed
Anemometer Transfer Function	<ul style="list-style-type: none">• Consensus Transfer Function: Scale Factor (Slope): 0.765 m/s/Hz (1.711 mph/Hz) Offset: 0.35 m/s (0.78 mph)• refer to the white paper "The Maximum Type 40 Anemometer Calibration Project" for more information on the consensus transfer function
Output voltage at threshold	80 mV (peak-to-peak) minimum
Output voltage at 60Hz	<ul style="list-style-type: none">• 12 V (peak-to-peak) typical• output amplitude NOT proportional to wind speed
Calibration	each anemometer individually calibrated, calibration reports provided via electronic download
Output signal range	0 Hz to 125 Hz (highest recorded)
Uncertainty	Accuwind (Riso-R-1556) Classification: <ul style="list-style-type: none">• Class 2.4A• Class 7.7B IEC 61400-12-1 operational standard uncertainty: <ul style="list-style-type: none">• ± 0.14 m/s at 10 m/s for Class A• ± 0.45 m/s at 10 m/s for Class B• refer to calibration sheet for information on calibration uncertainty• refer to application note "#40C Anemometer Uncertainty" for definitions and more information
Distance constant (63% recovery)	Response characteristics <ul style="list-style-type: none">• 2.55 m (8.37 feet) at 5m/s per ASTM D 5096-02• 2.56 m (8.40 feet) at 10m/s per ASTM D 5096-02
Moment of inertia	<ul style="list-style-type: none">• 1.01×10^{-4} kg-m²• 74.5×10^{-6} S-ft²
Swept diameter of rotor	190 mm (7.5 inches)
Mounting	Installation onto a 13 mm (0.5 inch) diameter mast with cotter pin and set screw
Tools required	0.25 inch nut driver, petroleum jelly, electrical tape
Operating temperature range	Environmental -55 °C to 60 °C (-67 °F to 140 °F)
Operating humidity range	0 to 100% RH
Connections	Physical 4-40 brass hex nut/post terminals
Weight	0.14 kg (0.3 pounds)
Dimensions	<ul style="list-style-type: none">• 3 cups of conical cross-section, 51 mm (2 inches) dia.• 81 mm (3.2 inches) overall assembly height

Materials

	<u>materials</u>
Cups	one piece injection-molded black polycarbonate
Body	housing is black ABS plastic
Shaft	beryllium copper, fully hardened
Bearing	modified Teflon, self-lubricating
Magnet	Indox 1, 25 mm (1 inch) diameter, 13 mm (0.5 inch) long, 4 poles
Coil	single coil, bobbin wound, 4100 turns of #40 wire, shielded for ESD protection
Boot	protective PVC sensor terminal boot included
Terminals	brass

110 Riggs Road - Hinesburg - VT 05461 USA - TEL (802) 482-2255 - FAX (802) 482-2272 - EMAIL sales@nrgsystems.com



NRG #200P Wind Direction Vane, 10K, With Boot

The industry standard wind direction vane used worldwide. Thermoplastic and stainless steel components resist corrosion and contribute to a high strength-to-weight ratio.

SPECIFICATIONS

Sensor type	Description continuous rotation potentiometric wind direction vane
Applications	<ul style="list-style-type: none">• wind resource assessment• meteorological studies• environmental monitoring
Sensor range	360° mechanical, continuous rotation
Instrument compatibility	all NRG loggers
Signal type	Output signal Analog DC voltage from conductive plastic potentiometer, 10K ohms
Transfer function	Output signal is a ratiometric voltage
Accuracy	potentiometer linearity within 1%
Dead band	8° Maximum, 4° Typical
Output signal range	0 V to excitation voltage (excluding deadband)
Threshold	Response characteristics 1 m/s (2.2 miles per hour)
Supply voltage	Power requirements Regulated potentiometer excitation of 1 V to 15 V DC
Mounting	Installation onto a 13 mm (0.5 inch) diameter mast with cotter pin and set screw
Tools required	0.25 inch nut driver, petroleum jelly, electrical tape
Operating temperature range	Environmental -55 °C to 60 °C (-67 °F to 140 °F)
Operating humidity range	0 to 100% RH
Lifespan	50 million revolutions (2 to 6 years normal operation)
Connections	Physical 4-40 brass hex nut/post terminals
Weight	0.14 kg (0.3 pounds)
Dimensions	<ul style="list-style-type: none">• 21 cm (8.3 inches) length x 12 cm (4.3 inches) height• 27 cm (10.5 inches) swept diameter
Wing	Materials black UV stabilized injection molded plastic
Body	black UV stabilized static-dissipating plastic
Shaft	stainless steel
Bearing	stainless steel
Boot	protective PVC sensor terminal boot included
Terminals	brass



NRG #110S Temperature Sensor with Radiation Shield

Durable integrated circuit temperature sensor provides a high level voltage output signal. Ideal for collecting temperature data for energy density calculations and monitoring air temperature at remote sites.

SPECIFICATIONS

Sensor type	Description integrated circuit temperature sensor with six plate radiation shield
Applications	<ul style="list-style-type: none">• wind resource assessment• meteorological studies• environmental monitoring
Sensor range	-40 °C to 52.5 °C (-40 °F to 126.5 °F)
Instrument compatibility	all NRG loggers
Signal type	Output signal linear analog voltage
Transfer function	Temp = (Voltage x 55.55) - 86.38 °C [Temp = (Voltage x 100) - 123.5 °F]
Accuracy	<ul style="list-style-type: none">• offset is +/- 0.8 °C (1.4 °F) maximum• nonlinearity is +/- 0.33 °C (+/- 0.6 °F) maximum• total error +/- 1.1 °C (2 °F) maximum
Electrical time constant	250 µs
Output signal range	0 V to 2.5 V DC
Thermal time constant	Response characteristics 10 minutes
Supply voltage	Power requirements 4 V to 35 V DC
Supply current	300 µA max. (no load on output)
Mounting	Installation attaches to tower with included hose clamps
Tools required	<ul style="list-style-type: none">• 8mm (5/16 inch) nut driver or flat blade (-) screwdriver (to install hose clamps)• sheet metal shears or similar (for trimming hose clamps)
Operating temperature range	Environmental -40 °C to 52.5 °C (-40 °F to 126.5 °F)
Operating humidity range	0 to 100% RH
Lifespan	10 years +
Connections	Physical wire leads: <ul style="list-style-type: none">• signal (clear wire)• ground (black wire)• excitation (red wire)• shield wire for earth ground
Cable length	5 m (16 feet)
Weight	0.47 kg (1.04 pounds)
Dimensions	<ul style="list-style-type: none">• sensor only: 30.5 mm (1.2 inches) height x 12.7 mm (0.5 inch) diameter• sensor with radiation shield: 127 mm (5 inches) diameter x 127 mm (5 inches) height
Cable	Materials 3 conductor 22 AWG, with overall foil shield and drain wire, chrome PVC jacket
Probe	aluminum, epoxy filled
Shield	UV-stabilized thermoplastic solar radiation shield

A601



DIMENSIONS

Height	5.51" (140 mm)
Width	6.87" (175 mm)

SPECIFICATIONS

LIGHT OUTPUT AND OPERATION

Flashing	~11 cd
Steady ON	~4 cd
Vertical divergence	0 to 6°
Autonomy (flashing) at full charge	300 hours
Available LED colour	Red, green, amber, blue or white
Coloured lens option	Yes
Ambient Operating Temperature	-22 to 122 °F (-30 to 50 °C)
Ambient Storage Temperature	-40 to 176 °F (-40 to 80 °C)
Programmable	Infrared

CONSTRUCTION

Battery (average 5-year life)	Non-replaceable
Mounting options	3 bolt
Weight	4.85 lb (2.2 kg)
Waterproof	Yes

ACCESSORIES

	Infrared Programmer Security Bolt Mounting Plate Bird Deterrent Frangible Coupling Stake Mounting System Stake Tapper
--	---