


Impianto eolico nel Comune di Guagnano (LE)

Studio anemologico e preliminare Valutazione della Produzione Eolica attesa

REVISIONE 00

CLIENTE	REVISIONE				REDAZIONE
	N°	MESE	ANNO	LUOGO	C. GAIONI
 YOUR NEXT ENERGY	00	APRILE	2022	GARDONE VAL TROMPIA	<i>C. Gaioni</i>
					APPROVAZIONE
					C. MAZZARELLA
					<i>C. Mazzarella</i>
ORDINE RIF.	Rif. Sorgenia S.p.A. – Acc. Offerta Nr 092_BS_2022 del 22/04/2022				

Sedi operative:
- Via Matteotti, 311 – SCALA P – Int.10 – 25063 Gardone Val Trompia (BS)
Tel. 030 2056980 – Fax 030 831100

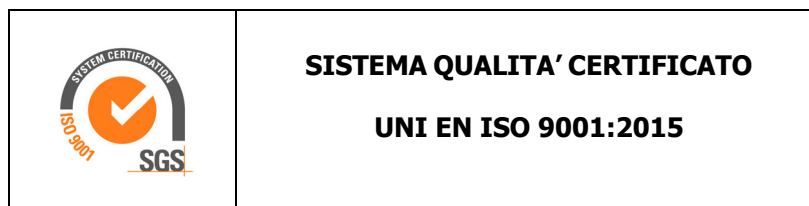
E-mail: info@tecnogaia.it
E-mail PEC: info@pec.tecnogaia.com

Sede Legale:
Via Matteotti, 311 – 25063 Gardone Val Trompia (BS)

Cod. Fisc. & P. IVA 13029730150
Cap. Soc. € 119.000,00 interamente versato
Iscrizione nel Registro Imprese Brescia N° REA 496849

**IL PRESENTE DOCUMENTO È DESTINATO AD USO ESCLUSIVO
DEL COMMITTENTE.**

**L'USO IMPROPRIO DA PARTE DI TERZI DI INFORMAZIONI,
DATI, ELABORATI, IMMAGINI IVI CONTENUTI È SANZIONABILE
NEI TERMINI DI LEGGE.**



Sedi operative:

- Via Matteotti, 311 – SCALA P – Int.10 – 25063 **Gardone Val Trompia (BS)**
Tel. 030 2056980 – Fax 030 831100

E-mail: info@tecnogaia.it
E-mail PEC: info@pec.tecnogaia.com

Sede Legale:

Via Matteotti, 311 – 25063 **Gardone Val Trompia (BS)**

Cod. Fisc. & P. IVA 13029730150
Cap. Soc. € 119.000,00 interamente versato
Iscrizione nel Registro Imprese Brescia N° REA 496849

SOMMARIO

PREMESSA	4
1 DATI DI VENTO	5
2 LAYOUT D'IMPIANTO	7
3 AEROGENERATORI	8
4 ELABORAZIONE DATI DI VENTO	10
4.1 Stazione anemometrica RIF1	10
5 MODELLO DI CALCOLO	11
6 AREA DI APPLICAZIONE DEL MODELLO	11
7 VERIFICHE SUL MODELLO	12
7.1 Verifica dell'approssimazione della curva di Weibull.....	12
7.2 Verifica del gradiente al suolo della velocità del vento	14
8 PRODUCIBILITÀ LORDA DELL'IMPIANTO	16
9 PRODUZIONE ATTESA AL NETTO DELLE PERDITE D'IMPIANTO	17
10 CONCLUSIONI	19

✓ ***Allegato 1: Tavola***

✓ ***Allegato A: Risultati dell'indagine anemometrica***

PREMESSA

La possibilità di utilizzare la fonte eolica per la produzione di energia elettrica è subordinata alla disponibilità di siti con caratteristiche idonee alla realizzazione di impianti: disponibilità di spazio idoneo ad ospitare gli aerogeneratori, accessibilità adeguata al trasporto degli stessi, presenza di una rete elettrica capace di assorbire la nuova immissione di energia, assenza di valori ambientali tali da comprometterne l'accettabilità pubblica e, soprattutto, un sufficiente livello di ventosità.

Oggetto del presente studio, realizzato da TecnoGaia per conto di **Sorgenia S.p.A.**, è la caratterizzazione anemologica di un sito e la conseguente valutazione di producibilità (o della produzione attesa) di un impianto eolico in progetto nel territorio comunale di **Guagnano**, nella Provincia di Lecce, Regione Puglia.

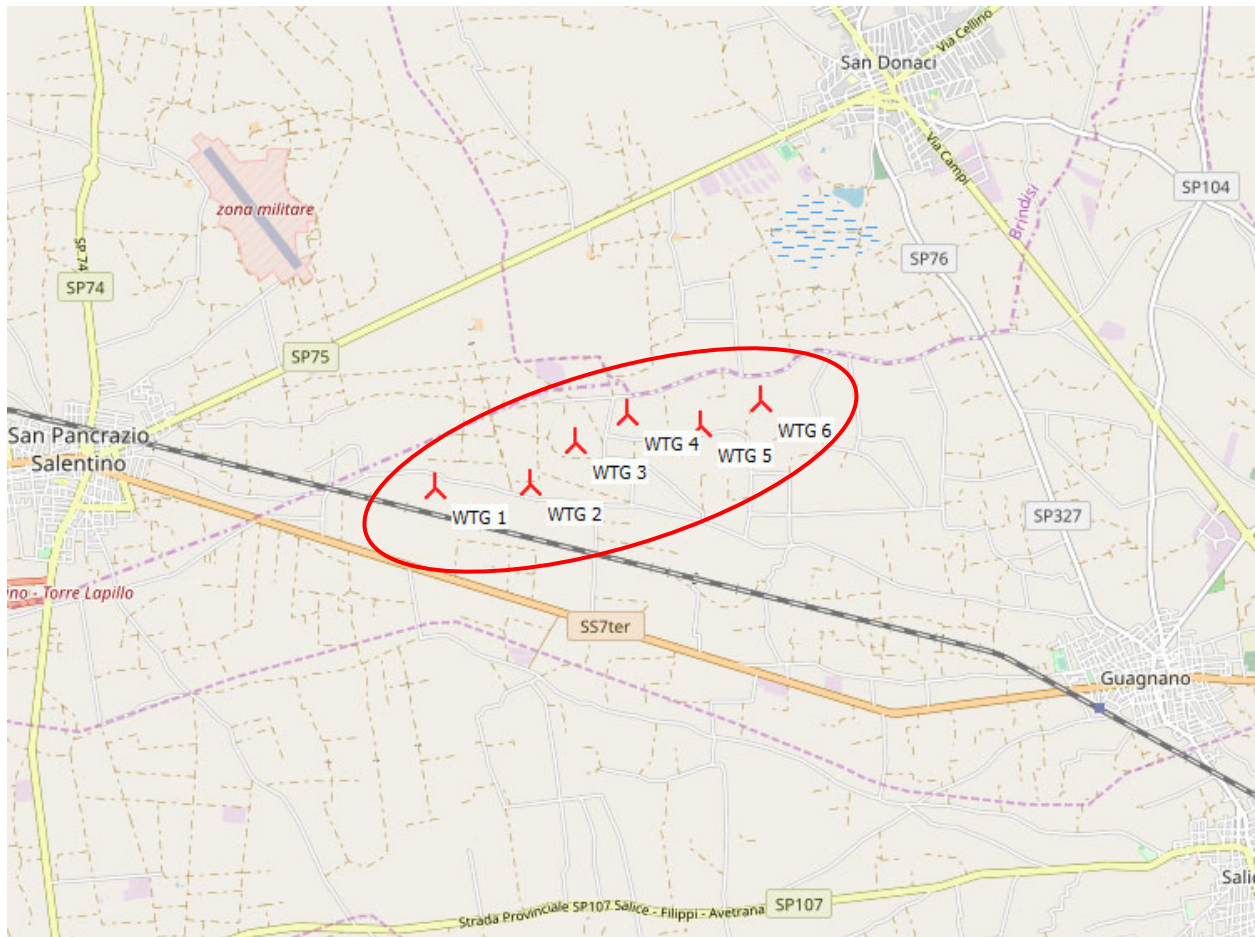


Fig. 1 Inquadramento del sito nel contesto geografico

Sedi operative:
- Via Matteotti, 311 – SCALA P – Int.10 – 25063 **Gardone Val Trompia (BS)**
Tel. 030 2056980 – Fax 030 831100

E-mail: info@tecnogaia.it
E-mail PEC: info@pec.tecnogaia.com

Sede Legale:
Via Matteotti, 311 – 25063 **Gardone Val Trompia (BS)**

Cod. Fisc. & P. IVA 13029730150
Cap. Soc. € 119.000,00 interamente versato
Iscrizione nel Registro Imprese Brescia N° REA 496849

In sintesi, l'attività svolta può essere suddivisa nei seguenti processi unitari:

1. Analisi, validazione ed elaborazione dei dati anemometrici disponibili
2. Valutazione della ventosità di lungo periodo
3. Predisposizione della mappa territoriale in ingresso al modello con curve di livello e rugosità
4. Simulazione del campo di vento mediante modello WasP
5. Mappa della risorsa eolica (IsoVento) per il sito di interesse, calcolata all'altezza di mozzo ipotizzata
6. Valutazioni della produzione annua di lungo periodo attesa dall'impianto lorda ed al netto delle perdite stimate ($P_{50\%}$)

Tutta l'attività è stata svolta con approccio e strumenti professionali, secondo quanto previsto dalla metodologia definita all'interno del sistema di certificazione ISO 9001:2015 con cui è accreditata la nostra società. L'applicazione del modello di calcolo WASP è stata effettuata da personale esperto nell'utilizzo ed interpretazione del software fluidodinamico del Risoe National Laboratory di Danimarca, produttore del modello stesso.

1 DATI DI VENTO

Per le valutazioni di producibilità nel seguito descritte sono stati utilizzati i dati di una serie storica alla quale è stato attribuito il codice RIF1 e la descrizione Riferimento 1 e che ha misurato per circa tre anni nel comune confinante a quello del sito di interesse. Le tabelle di seguito riassumono il monitoraggio anemometrico di detta stazione, dalla quale è stata estratto un periodo di riferimento, di circa un anno:

Nome Stazione	Codice Stazione	H Torre s.l.s.	Coordinate Geografiche WGS84		Altitudine
			Longitudine E	Latitudine N	m s.l.m.
Riferimento 1	RIF1	30	17° 47'	40° 27'	57

Nome Stazione	Codice Stazione	Periodo di rilevazione annuale		N° Mesi
		Data inizio	Data fine	
Riferimento 1	RIF1	01/06/2011	19/06/2012	12.6

I processi di analisi dei dati anemometrici disponibili di Riferimento 1, di validazione e di loro successiva elaborazione, per il periodo preso a riferimento, sono ampiamente illustrati nell'**Allegato A**, cui bisogna riferirsi per approfondimenti e verifiche. La serie di dati è stata successivamente sottoposta al processo di storicizzazione, grazie a confronti e correlazioni con i dati di un'altra stazione anemometrica

tutt'oggi attiva (STO1), con circa dodici anni di dati ed ubicata nella vicina provincia di Taranto, ad una decina di chilometri da RIF1. Al termine sono state prese le opportune decisioni per determinarne il valore medio annuo storico, come dettagliato al Capitolo 4. Nello stesso Capitolo sono anche riportati i parametri caratteristici di RIF1.

Si segnala che, al fine di verifica della coerenza delle serie di dati impiegate, è stata svolta un'analisi di micrositing tra le due stazioni, con buoni risultati e discrepanze contenute, a suffragare la bontà della rappresentatività della risorsa da parte delle stazioni anemometriche scelte per il sito d'interesse. I risultati sono stati anche propedeutici alla conseguente valutazione di producibilità, al fine di definire i parametri utili e necessari alla metodologia impiegata nella stessa.

2 LAYOUT D'IMPIANTO

Il layout d'impianto fornito è composto da n° 6 posizioni per aerogeneratori di grande taglia. Nella Tabella sottostante sono riportate le coordinate nei sistemi UTM WGS84 e UTM ED50.

WTG	COORDINATE UTM-WGS84 F33		COORDINATE UTM-ED50 F33	
	Longitudine X	Latitudine Y	Longitudine X	Latitudine Y
WTG 1	744,009	4,477,909	744,083	4,478,098
WTG 2	744,833	4,477,978	744,907	4,478,167
WTG 3	745,227	4,478,343	745,301	4,478,532
WTG 4	745,667	4,478,611	745,741	4,478,800
WTG 5	746,313	4,478,532	746,387	4,478,721
WTG 6	746,825	4,478,756	746,899	4,478,945

Nella tabella sottostante sono riportate le inter-distanze tra gli aerogeneratori d'impianto in metri (in alto a destra) e in diametri di un rotore da 170 m (in basso a sinistra). Come si può notare dalla tabella, tutte le posizioni sono distanziate di almeno 3 diametri di rotore.

Inter-D	WTG 1	WTG 2	WTG 3	WTG 4	WTG 5	WTG 6
WTG 1		827	1293	1800	2387	2941
WTG 2	4.9		537	1047	1580	2139
WTG 3	7.6	3.2		515	1102	1651
WTG 4	10.6	6.2	3.0		651	1167
WTG 5	14.0	9.3	6.5	3.8		559
WTG 6	17.3	12.6	9.7	6.9	3.3	

Dalle informazioni in nostro possesso e dalle ortofoto satellitari disponibili non si rilevano impianti in esercizio nei dintorni a quello di progetto. Quest'ultimo è raffigurato nell'immagine seguente, insieme alla posizione della stazione di Riferimento 1.

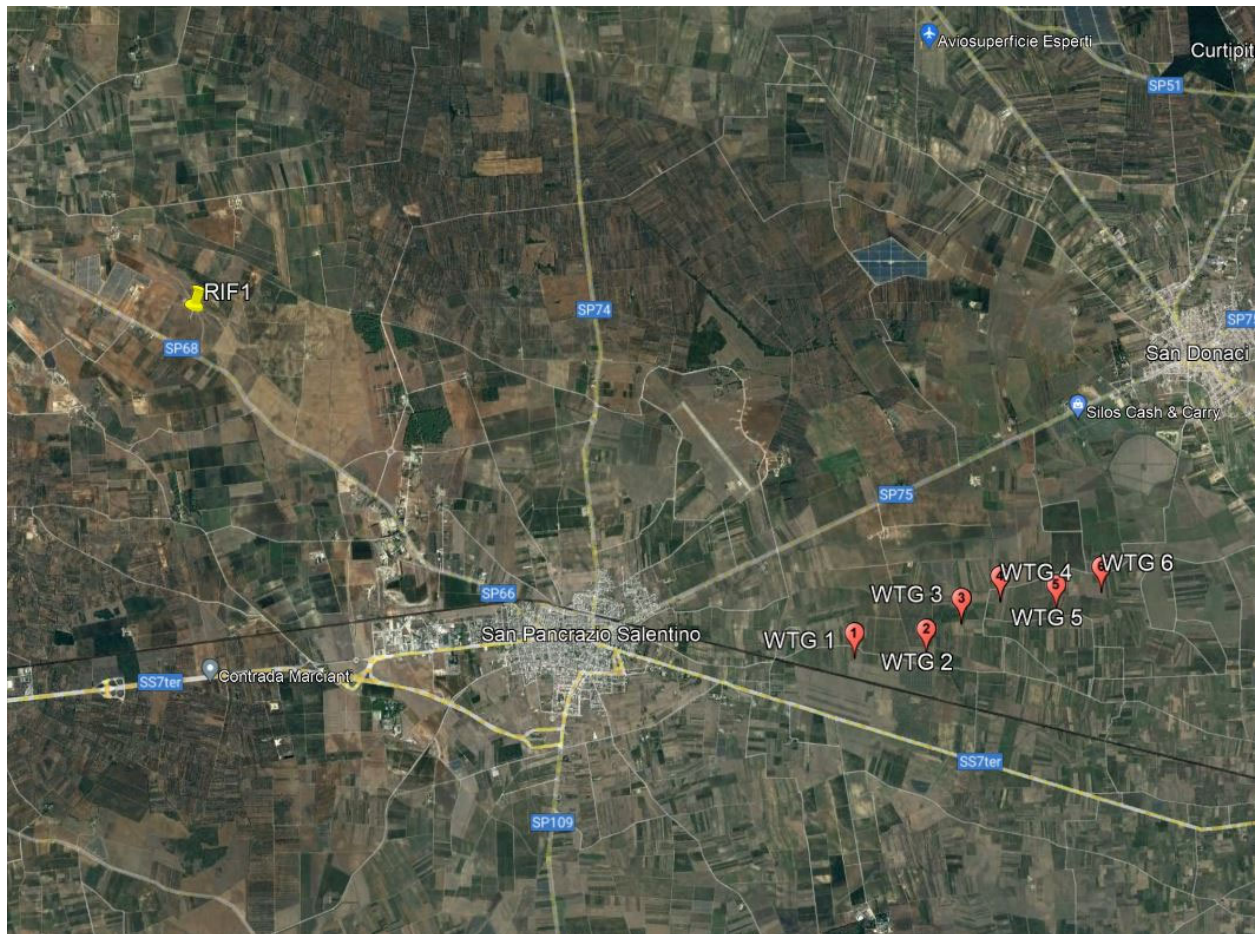


Fig. 2 Dati anemometrici e Impianto di progetto

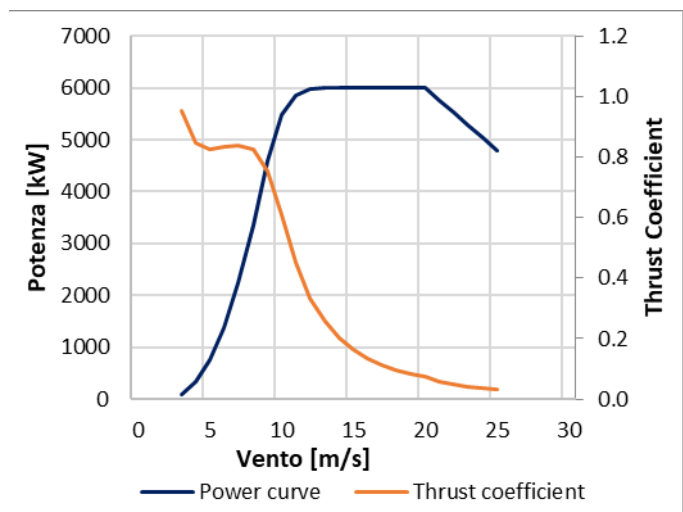
3 AEROGENERATORI

Per la valutazione di producibilità è stato indicato l'aerogeneratore Siemens Gamesa SG 6.6-170 con potenza pari a 6.0 MW.

Costruttore	Modello	MOD	Potenza [MW]	Diametro Rotore [m]	H mozzo [m]	Classe IEC
Siemens Gamesa	SG 6.6-170	AM-6	6.0	170.0	115.0	S

La curva di potenza utilizzata è quella calcolata alla densità dell'aria di 1.225 kg/m³, corrispondente al livello del mare (0 m s.l.s.). Di seguito, sono rappresentate nel loro sviluppo sia la curva di potenza (P) che la curva di spinta (Ct) per la determinazione delle perdite per effetto scia.

Turbina		Siemens Gamesa SG 6.6-170 (AM-6)		Diametro	170.0 m
Altezza di mozzo		115.0 m		Classe IEC	S
Vento (m/s)	Potenza (kW)	Thrust Coefficient			
0	-	-			
1	-	-			
2	-	-			
3	89	0.953			
4	328	0.847			
5	758	0.824			
6	1376	0.833			
7	2230	0.837			
8	3350	0.825			
9	4590	0.754			
10	5484	0.607			
11	5864	0.451			
12	5971	0.335			
13	5994	0.256			
14	5999	0.202			
15	6000	0.163			
16	6000	0.135			
17	6000	0.113			
18	6000	0.097			
19	6000	0.085			
20	6000	0.075			
21	5760	0.059			
22	5520	0.049			
23	5280	0.042			
24	5040	0.036			
25	4800	0.031			
26	-	-			



Sedi operative:
- Via Matteotti, 311 – SCALA P – Int.10 – 25063 Gardone Val Trompia (BS)
Tel. 030 2056980 – Fax 030 831100

E-mail: info@tecnogaia.it
E-mail PEC: info@pec.tecnogaia.com

Sede Legale:
Via Matteotti, 311 – 25063 Gardone Val Trompia (BS)

Cod. Fisc. & P. IVA 13029730150
Cap. Soc. € 119.000,00 interamente versato
Iscrizione nel Registro Imprese Brescia N° REA 496849

4 ELABORAZIONE DATI DI VENTO

4.1 Stazione anemometrica RIF1

I risultati conseguiti dalla lettura, validazione ed elaborazione dei dati del sensore di velocità installato sulla stazione anemometrica RIF1 sono sintetizzati nella tabella sottostante.

Stazione anemometrica	H sensore	Periodo rilevazione	Disponibilità dati validati	Velocità media	Energia	Parametri distribuzione di Weibull	
codice	m	mesi	%	m/s	W/m ²	Vc (m/s)	K
RIF1	30	12.6	96.0	4.57	130	5.07	1.68

I dati non possono essere considerati 'storici' e di conseguenza sono stati sottoposti a una verifica di lungo periodo allo scopo di confermare l'allineamento della ventosità rilevata a quella attesa in sito nel lungo periodo.

La verifica è stata svolta utilizzando un'altra torre anemometrica di proprietà di TecnoGaia, tutt'ora in funzione, posizionata a circa 10 km di distanza da RIF1. Di seguito si riporta la tabella finale a seguito dell'allineamento sul lungo termine.

Stazione anemometrica	H sensore	Periodo rilevazione	Disponibilità dati validati	Velocità media	Energia	Parametri distribuzione di Weibull	
codice	m	mesi	%	m/s	W/m ²	Vc (m/s)	K
RIF1_S	30	Storico	96.0	4.61	134	5.15	1.69

Nell'**Allegato A** sono riportate informazioni di maggior dettaglio sull'analisi statistica dei dati rilevati dalla stazione, in particolare l'Allegato si compone dei seguenti documenti:

- **A1:** Raccolta della documentazione tecnica della stazione anemometrica
- **A2:** Tabelle delle disponibilità (giornaliera e mensile) dei dati anemometrici
- **A3:** Risultati delle elaborazioni statistiche dei dati anemometrici
- **A4:** Correlazioni velocità media mensile stazione RIF1 con storica STO1

5 MODELLO DI CALCOLO

Il campo di velocità del vento su un sito eolico, che consente di stabilire il potenziale energetico disponibile sulla sua superficie, può essere dedotto con diverse metodologie. Quella più evoluta e diffusa è realizzata per mezzo di un modello virtuale dell'ambiente dove, all'interno della modellazione statica del territorio, agiscono delle grandezze fisiche dinamiche (il vento) nel tempo osservate. Con l'ausilio di specifici modelli matematici di calcolo è possibile proiettare con buona approssimazione su intere aree geografiche la ventosità scaturita da rilevazioni effettuate anche in punti differenti.

Tutte le elaborazioni, le stime e le valutazioni in seguito descritte sono state effettuate con il codice (o modello) di calcolo WAsP (Wind Atlas Analysis and Application Program) messo a punto dal Risoe National Laboratory di Danimarca e basato su un modello matematico del flusso del vento.

A partire dalla posizione spaziale di origine, i dati forniti al modello vengono utilizzati per costruire su tutta l'area di interesse il vento indisturbato in quota, detto anche vento geostrofico o Atlas, che si ritiene costante per diversi km dal suo punto di origine e che consente di rilevare in punti arbitrari dello spazio tutti i parametri utili alla stima della ventosità. Il campo di velocità del vento fornito dal modello è tridimensionale e ciò consente di disporre in modo naturale anche del profilo della velocità media a varie altezze dal suolo.

6 AREA DI APPLICAZIONE DEL MODELLO

Per conferire sufficiente stabilità al calcolo è necessario disporre di un modello territoriale tridimensionale con superficie più vasta di quella propriamente destinata all'impianto.

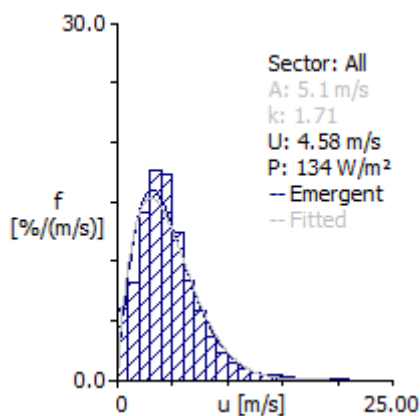
In questo caso si è utilizzata una mappa di 25x17 km. Le curve di livello che descrivono l'orografia sono derivate dal database Tinality (modello digitale senza soluzione di continuità [DEM] dell'intero territorio italiano) con passo di quota di 10 m, mentre la rugosità del terreno è derivata dal database Corine land cover 2018. Il modello è stato verificato prima dell'utilizzo sulla base della cartografia IGM e delle ortofoto satellitari disponibili.

7 VERIFICHE SUL MODELLO

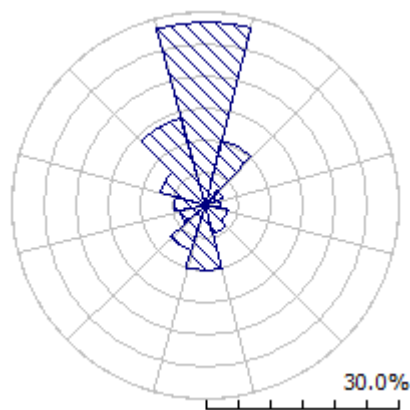
Dovendo agire all'interno di un modello virtuale e volendo disporre di risultati analizzabili criticamente, prima di intraprendere qualunque attività di calcolo occorre verificare che i dati offerti al modello abbiano prodotto un ambiente virtuale congruo con la realtà del sito, entro cui poi calare ogni simulazione. Tali verifiche fanno riferimento alla stazione utilizzata per la valutazione di producibilità del sito di interesse, ovvero RIF1.

7.1 Verifica dell'approssimazione della curva di Weibull

Il codice di calcolo WASP utilizza la distribuzione di Weibull per rappresentare i dati di vento e definisce il campo di vento indisturbato sull'area (Atlas) con i parametri derivati da tale distribuzione.



RIF1_S – Distribuzione della velocità del vento



RIF1_S – Rosa dei venti

Per la stazione, la distribuzione di Weibull dedotta dal modello di calcolo dai dati di input è riportata nella tabella seguente, dove:

- (A) velocità caratteristica V_c (m/s) della distribuzione di Weibull calcolata dal modello WASP nel settore;
- (k) fattore di forma k di tale distribuzione di Weibull;
- (U) valore medio della velocità del vento in m/s per ciascun settore di direzione;
- (P) potenza specifica in W/m^2 della vena fluida nel settore di direzione;
- (f) frequenza percentuale di occorrenze nel settore (per mille and per cent).

Site description: RIFERIMENTO 1

-	Unit	Measured	Emergent	Discrepancy %
Mean wind speed	m/s	4.61	4.58	-0.65%
Mean power density	W/m ²	134	134	-

-	0°	30°	60°	90°	120°	150°	180°	210°	240°	270°	300°	330°
A [m/s]	6.3	5.2	3.5	3.3	3.6	4.5	5.6	5.1	4.4	4.1	4.0	4.9
k	1.90	1.99	2.19	2.10	2.00	1.28	1.99	2.13	1.68	1.89	2.02	1.54
U [m/s]	5.57	4.61	3.10	2.93	3.22	4.19	4.94	4.51	3.95	3.67	3.58	4.39
P [W/m ²]	213	115	32	28	39	158	141	101	88	61	53	136
f [%]	28.4	10.4	2.9	2.3	3.6	4.6	10.2	7.4	4.2	4.8	7.3	14.0

U [m/s]	0°	30°	60°	90°	120°	150°	180°	210°	240°	270°	300°	330°	All
1.0	22	46	115	149	132	107	48	73	113	92	85	45	59
2.0	38	65	141	170	153	134	63	80	132	127	126	86	82
3.0	84	122	254	235	209	166	123	141	171	202	197	165	142
4.0	143	190	236	232	236	167	144	157	156	194	234	198	175
5.0	176	197	164	131	171	112	178	171	146	184	163	188	173
6.0	147	151	51	47	58	75	146	157	96	96	87	117	123
7.0	113	81	24	27	23	64	109	98	83	56	58	70	84
8.0	97	50	9	8	8	51	77	51	43	22	29	45	59
9.0	64	38	5	2	2	34	41	35	21	10	13	26	37
10.0	37	27	1	0	2	19	27	23	19	6	7	18	23
11.0	27	22	0	0	1	11	19	8	7	4	1	10	15
12.0	17	11	0	0	0	19	14	3	8	4	1	7	10
13.0	12	1	0	0	2	16	5	2	5	4	0	8	7
14.0	9	0	0	0	2	12	2	0	1	0	0	7	4
15.0	8	0	0	0	1	11	2	0	0	0	0	4	3
16.0	5	0	0	0	0	2	1	1	0	0	0	3	2
17.0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	1
18.0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
19.0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
20.0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
21.0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0

In alto, nella prima parte della tabella precedente, vengono messi a confronto i parametri sperimentali (Measured) con la distribuzione di ventosità (Emergent) dedotta dal modello di calcolo.

Di seguito i parametri sperimentali vengono invece messi a confronto con quelli stimati dal modello, comprensivi delle informazioni territoriali, nel punto spaziale dell'anemometro (self prediction), partendo dal campo di vento (Atlas).

Sedi operative:
- Via Matteotti, 311 – SCALA P – Int.10 – 25063 Gardone Val Trompia (BS)
Tel. 030 2056980 – Fax 030 831100

E-mail: info@tecnogaia.it
E-mail PEC: info@pec.tecnogaia.com

Sede Legale:
Via Matteotti, 311 – 25063 Gardone Val Trompia (BS)

Cod. Fisc. & P. IVA 13029730150
Cap. Soc. € 119.000,00 interamente versato
Iscrizione nel Registro Imprese Brescia N° REA 496849

Codice stazione	-	Unit	Measured	Self Prediction	Discrepancy %
RIF1_S	Mean wind speed	m/s	4.61	4.59	-0.43%
	Mean power density	W/m ²	134	135	+0.75%

Le discrepanze riscontrate in quest'ultima verifica sono di lieve entità e comunque ampiamente all'interno dei limiti dell'incertezza insita nella stessa risorsa misurata.

7.2 Verifica del gradiente al suolo della velocità del vento

Il gradiente al suolo della velocità del vento (alfa) è il parametro che consente di estrapolare la velocità del vento alle varie altezze dal suolo. La verifica consiste nel determinare l'entità delle approssimazioni che il modello introduce nella stima di tale parametro rispetto a quello sperimentale registrato sulla verticale della stazione.

Nel caso specifico, disponendo di un valore di gradiente misurato per la stazione RIF1, il confronto deve essere svolto tra quest'ultimo ed il valore di alfa stimato da WASP. Vista la bassa altezza degli anemometri, rispettivamente collocati a 30 e a 20 m dal livello del suolo, si preferisce utilizzare il gradiente misurato per i soli venti pari o superiori a 4 m/s.

La verifica viene effettuata sull'altezza di mozzo di 115 m.

Codice stazione	Dati misurati dall'anemometro alla sua altezza dal suolo				Dati stimati da WASP all'altezza del mozzo delle macchine			Scarto sulla velocità media del vento
	Altezza	Velocità media	Gradiente al suolo	Velocità al mozzo	Altezza mozzo	Velocità media	Gradiente al suolo	
	(m)	(m/s)	alfa	(m/s)	(m)	(m/s)	alfa	
RIF1_S	30	4.61	0.242	6.38	115.0	6.34	0.240	-0.7%

Come si può vedere dalla tabella precedente, il gradiente al suolo stimato dal modello di calcolo è praticamente della stessa entità rispetto a quello misurato; infatti, lo scarto tra le velocità del vento è minimo. Per le seguenti valutazioni di producibilità verrà dunque utilizzata la serie di Riferimento 1, preventivamente storicizzata e successivamente estrapolata all'altezza di mozzo tramite modello di calcolo. Anche questa verifica si può ritenere positiva ed il comportamento di WASP affidabile.

A seguito delle attività di elaborazioni dei dati anemometrici e di modellazione fluidodinamica del territorio, come da specifica richiesta del MITE, nella figura 3 di seguito, si riporta, per l'area di progetto, la ricostruzione dell'immagine delle curve isovento elaborate all'altezza mozzo degli aerogeneratori. Si sottolinea che tale approfondimento, anche in considerazione dell'evidenza puntuale del valore di

ventosità di ogni turbina di progetto, che la tabella di producibilità al capitolo successivo riporta, è da considerarsi ridondante, come peraltro anche la riproduzione grafica aiuta a capire.

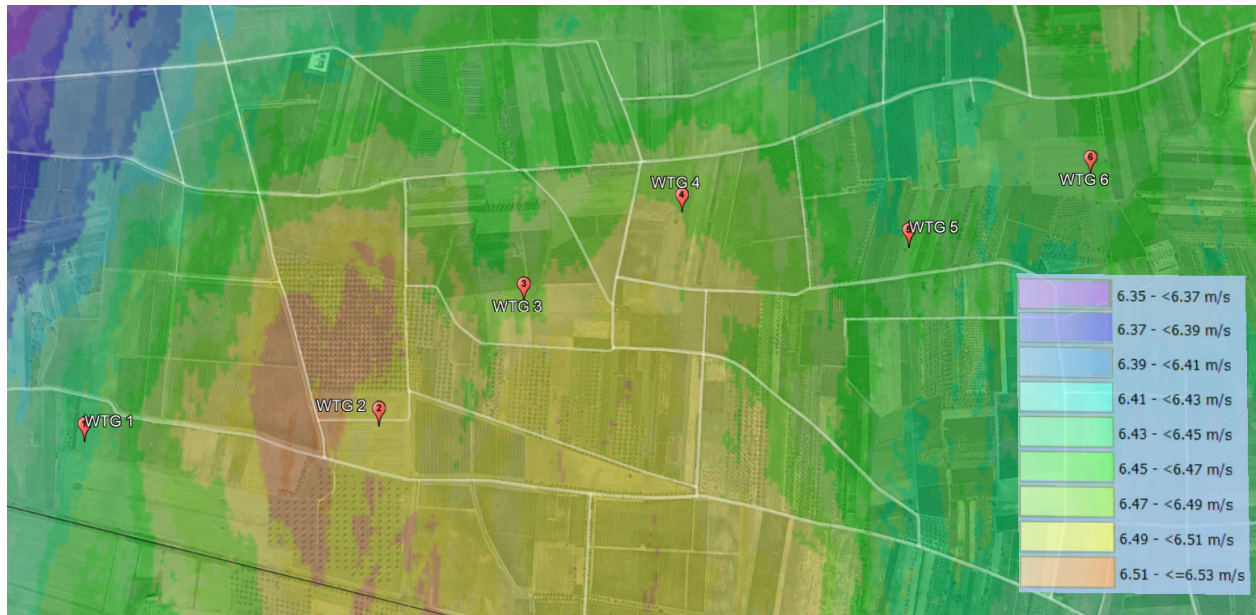


Fig. 3 Mappa isovento e Impianto di progetto

Sedi operative:
- Via Matteotti, 311 – SCALA P – Int.10 – 25063 **Gardone Val Trompia (BS)**
Tel. 030 2056980 – Fax 030 831100

E-mail: info@tecnogaia.it
E-mail PEC: info@pec.tecnogaia.com

Sede Legale:
Via Matteotti, 311 – 25063 **Gardone Val Trompia (BS)**

Cod. Fisc. & P. IVA 13029730150
Cap. Soc. € 119.000,00 interamente versato
Iscrizione nel Registro Imprese Brescia N° REA 496849

8 PRODUCIBILITÀ LORDA DELL'IMPIANTO

La producibilità lorda dell'impianto è stata valutata in rapporto al modello di aerogeneratore indicato dal Committente e raffigurato al Capitolo 3.

I risultati ottenuti con il modello di calcolo, macchina per macchina e per l'insieme dell'impianto, sono riportati nella tabella sottostante. I risultati di producibilità sono al netto delle perdite per scia indotta tra le macchine.

IMPIANTO EOLICO DI GUAGNANO - 36.0 MW

N. 6 AEROGENERATORI SIEMENS GAMESA SG 6.6-170 (AM-6) DA 6.0 MW

Site	Coordinate UTM ED50 Fuso 33		EI	Ht	U	Gross	Wk	Net	Ore
WTG	X [m]	Y [m]	[m]	[m]	[m/s]	[GWh]	[%]	[GWh]	[anno]
WTG 1	744,083	4,478,098	50	115.0	6.45	19.072	0.56	18.964	3161
WTG 2	744,907	4,478,167	50	115.0	6.50	19.335	3.25	18.706	3118
WTG 3	745,301	4,478,532	49	115.0	6.49	19.251	3.42	18.592	3099
WTG 4	745,741	4,478,800	44	115.0	6.49	19.253	2.39	18.793	3132
WTG 5	746,387	4,478,721	45	115.0	6.46	19.121	2.41	18.660	3110
WTG 6	746,899	4,478,945	44	115.0	6.46	19.123	1.73	18.791	3132
Medie			47	115.0	6.48	19.193	2.30	18.751	3125
Totali						115.155	112.506		

9 PRODUZIONE ATTESA AL NETTO DELLE PERDITE D'IMPIANTO

La tabella sottostante riporta in sintesi la producibilità lorda. I valori di produzione lorda attesa ottenuti dal processo di calcolo tengono conto unicamente delle perdite dovute alla scia degli aerogeneratori.

Producibilità lorda						
Impianto	H Mozzo [m]	Potenza nominale [MW]	N° WTG	Potenza impianto [MW]	Producibilità [GWh/anno]	Ore [Ore/anno]
GUAGNANO	115.0	6.0	6	36.0	112.506	3125

A tali producibilità lorde devono essere sottratte le perdite d'impianto. Nella tabella seguente sono riportati i valori di perdita applicati: **si raccomanda la revisione degli stessi una volta sottoscritti tutti i contratti di fornitura delle turbine e O&M, nonché una volta disponibile il progetto elettrico esecutivo dell'impianto.**

Perdite considerate	%
Densità dell'aria (1.2 kg/m ³)	-1.4%
Disponibilità aerogeneratori	-3.0%
Disponibilità aerogeneratori (non contrattuale)	-0.5%
Disponibilità B.O.P.	-1.0%
Disponibilità rete	-0.2%
Perdite elettriche dell'impianto	-1.5%
Perdite ambientali	-0.5%
Prestazione aerogeneratori	-1.5%
Totale perdite	-9.2%

Disponibilità Contrattuale degli Aerogeneratori: è stato assunto un valore standard del 97%

Disponibilità B.O.P.: questa perdita considera i fuori servizio del Balance of Plant, ovvero il valore di disponibilità garantita dal provider dei servizi O&M per il B.O.P. Il valore assunto dovrà essere rivisto alla chiusura delle negoziazioni del contratto O&M per il B.O.P.

Disponibilità Rete: tale perdita rappresenta gli eventuali fuori servizio della Rete Elettrica Nazionale a cui si collegherà l'impianto eolico. In tale analisi, è stato adottato un valore standard corrispondente a n. 3 eventi all'anno della durata media di 6 ore.

Perdite Elettriche: le perdite elettriche sono state assunte in assenza di informazioni sul progetto elettrico. Il valore dovrà eventualmente essere rivisto una volta disponibile il progetto esecutivo del Progetto.

Altre perdite: la voce tiene conto dei parametri ambientali (ghiaccio, shutdown per temperatura, ecc.). Non tiene invece conto di alcun wind sector management/sector-wise curtailment e/o limitazioni dovute all'impatto acustico e/o limitazioni di rete particolari, in quanto non sono disponibili o risultanti informazioni a riguardo.

Prestazione aerogeneratori: tale perdita tiene conto della degradazione pale, isteresi e prestazione non ottimale delle turbine.

Ne risultano, pertanto, le seguenti producibilità nette:

Producibilità nette P _{50%}						
Impianto	H Mozzo [m]	Potenza nominale [MW]	N° WTG	Potenza impianto [MW]	Producibilità [GWh/anno]	Ore [Ore/anno]
GUAGNANO	115.0	6.0	6	36.0	102.120	2837

Sedi operative:

- Via Matteotti, 311 – SCALA P – Int.10 – 25063 **Gardone Val Trompia (BS)**
Tel. 030 2056980 – Fax 030 831100

E-mail: info@tecnogaia.it
E-mail PEC: info@pec.tecnogaia.com

Sede Legale:

Via Matteotti, 311 – 25063 **Gardone Val Trompia (BS)**

Cod. Fisc. & P. IVA 13029730150
Cap. Soc. € 119.000,00 interamente versato
Iscrizione nel Registro Imprese Brescia N° REA 496849

10 CONCLUSIONI

Il presente rapporto contiene i risultati di valutazione della produzione attesa dall'impianto eolico in progetto nel Comune di Guagnano (LE).

La valutazione della producibilità è stata ottenuta mediante applicazione di un modello fluidodinamico del vento utilizzando in ingresso una serie di dati anemometrici appartenenti ad una stazione di rilevamento (Riferimento 1) le cui misure ben caratterizzano un ampio territorio circostante. La sua bontà e validità è stata confermata grazie a idonee verifiche e a confronti con altre serie di dati nella disponibilità di TecnoGaia e la stazione, le cui caratteristiche anemometriche soddisfano i requisiti temporali richiesti, è stata ampiamente analizzata nell'**Allegato A** del presente studio.

In generale, la messa a punto del modello di calcolo si rende necessaria per valutare, attraverso una serie di verifiche e di controlli successivi, la sua capacità ad interpretare i dati di ventosità ed in particolare gli effetti dell'orografia e della rugosità del terreno sulla corretta estrapolazione della velocità del vento al mozzo delle macchine. Le verifiche sul modello, anche in relazione all'estensione e complessità orografica del sito nel suo complesso, hanno sostanzialmente consentito di trovare, con le informazioni attualmente disponibili, le soluzioni per contenere il grado di incertezza introdotto dallo stesso nel calcolo in ogni fase del processo.

Come evidenziato nei precedenti capitoli, in una fase successiva all'ottenimento del titolo abilitativo sarebbe auspicabile uno studio più approfondito che, tra le altre cose, valuti le incertezze dei processi e delle metodologie applicati.

Si sottolinea che la scelta del Committente di aver già sottoscritto accordi con i proprietari dei terreni e dato incarico per l'imminente messa in opera di un'ulteriore stazione anemometrica, opportunamente posizionata rispetto alla disposizione degli aerogeneratori dell'impianto in autorizzazione, è volta, più che a suffragare le valutazioni di produzione attesa di questo studio, a predisporre quelle informazioni tipicamente richieste dagli advisor finanziari, per ridurre ulteriormente le incertezze complessive delle stime, al fine di meglio intercettare i servizi del credito.

I siti più interessanti dal punto di vista dell'installazione di un impianto eolico sono caratterizzati da livelli di ventosità tali da comportare valori di utilizzazione dello stesso per un numero minimo di ore annue di funzionamento, tale da garantirne la convenienza economica dell'iniziativa. Questo valore può variare a seconda della taglia dell'aerogeneratore adottato poiché varia il costo dell'aerogeneratore stesso e più in generale dei costi di investimento e di gestione dell'impianto.

www.tecnogaia.it

Impianto eolico nel Comune di Guagnano (LE)

Studio anemologico e preliminare Valutazione della Produzione Eolica attesa

In particolare, detto valore supera ampiamente il valore di 2000 ore annue equivalenti, utilizzando il modello di aerogeneratore ipotizzato.

Come da specifiche richieste pervenute al Committente da parte del MITE, questo studio ha dato evidenza delle integrazioni richieste, dimostrando la ragionevole sostenibilità di questo progetto, le cui risultanze attese lo collocano decisamente in linea con altri impianti eolici già autorizzati.

Sedi operative:
- Via Matteotti, 311 – SCALA P – Int.10 – 25063 **Gardone Val Trompia (BS)**
Tel. 030 2056980 – Fax 030 831100

E-mail: info@tecnogaia.it
E-mail PEC: info@pec.tecnogaia.com

Sede Legale:
Via Matteotti, 311 – 25063 **Gardone Val Trompia (BS)**

Cod. Fisc. & P. IVA 13029730150
Cap. Soc. € 119.000,00 interamente versato
Iscrizione nel Registro Imprese Brescia N° REA 496849

ALLEGATO 1

SITO EOLICO GUAGNANO

Comune di
Guagnano (LE)

Ubicazione geografica del sito



Scala 1:200.000



 Sito eolico



Regione: PUGLIA

Cartina di base: Atlante stradale d'Italia, Volume SUD, 1:200.000, Ediz. TCI, Milano 2004.

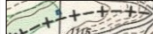
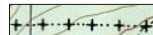



TecnoGaia s.r.l.

SITO EOLICO DI GUAGNANO

Comune di Guagnano (LE)

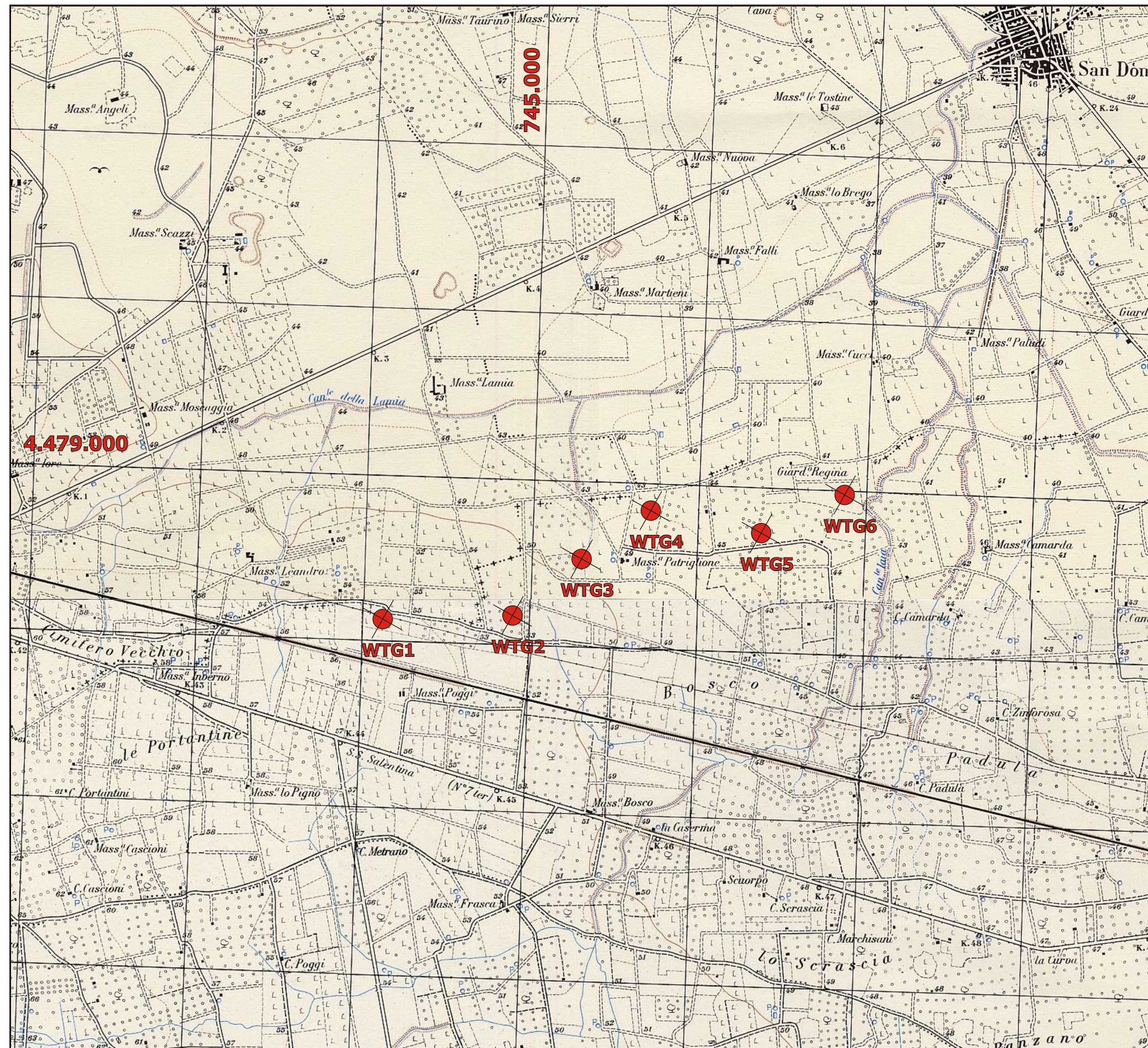
Ubicazione dell'impianto eolico

LEGENDA

-  Confini regionali
-  Confini provinciali
-  Confini comunali
-  Aerogeneratore

Cartina di base IGMI, serie 25V:
203 II SE GUAGNANO

Scala 1:25.000



Allegato A

Risultati dell'indagine anemometrica

Sedi operative:
- Via Matteotti, 311 – SCALA P – Int.10 – 25063 **Gardone Val Trompia (BS)**
Tel. 030 2056980 – Fax 030 831100

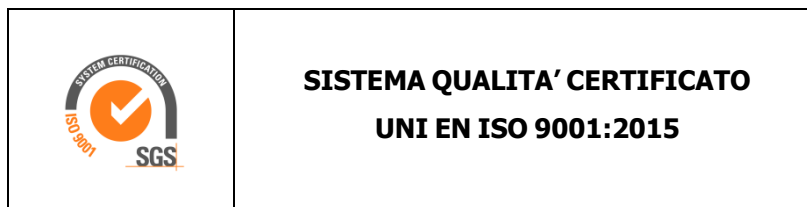
E-mail: info@tecnogaia.it
E-mail PEC: info@pec.tecaia.com

Sede Legale:
Via Matteotti, 311 – 25063 **Gardone Val Trompia (BS)**

Cod. Fisc. & P. IVA 13029730150
Cap. Soc. € 119.000,00 interamente versato
Iscrizione nel Registro Imprese Brescia N° REA 496849

**IL PRESENTE DOCUMENTO È DESTINATO AD USO ESCLUSIVO
DEL COMMITTENTE.**

**L'USO IMPROPRIO DA PARTE DI TERZI DI INFORMAZIONI,
DATI, ELABORATI, IMMAGINI IVI CONTENUTI È SANZIONABILE
NEI TERMINI DI LEGGE.**



INDICE

1.	PREMESSA.....	4
2.	LA STAZIONE ANEMOMETRICA.....	4
2.1	I sensori anemometrici	6
2.1.	L'acquisitore dati	6
3.	GESTIONE DELLA STAZIONE ANEMOMETRICA IN SITO.....	7
4.	LETTURA, TRANSCODIFICA E VALIDAZIONE DEI DATI RACCOLTI IN SITO	8
5.	ELABORAZIONE DEI DATI ARCHIVIATI.....	11
5.1	Curva di durata della velocità del vento	11
5.2	Turbolenza percentuale della velocità del vento	12
5.3	Rapporto di raffica della velocità del vento.....	12
5.4	Gradiente al suolo della velocità del vento.....	12
5.5	Contenuto energetico del vento	13
5.6	Energia prodotta da un aerogeneratore	13
6.	VALUTAZIONE DELLA VENTOSITA' DI LUNGO PERIODO.....	14
7.	VALUTAZIONE DELLE INCERTEZZE SULLA MISURA DEL VENTO	17
8.	CONCLUSIONI DELL'ALLEGATO A.....	18

Allegati:

- **A1: Raccolta della documentazione tecnica della stazione anemometrica**
- **A2: Tabelle delle disponibilità dati anemometrici**
- **A3: Risultati delle elaborazioni statistiche dei dati anemometrici**
- **A4: Correlazioni velocità media mensile stazione RIF1 con storica STO1**

1. PREMESSA

Per la qualificazione anemologica di un sito eolico è fondamentale disporre di misure della velocità e della direzione del vento raccolte strumentalmente per un periodo sufficientemente ampio.

A questo scopo Tecnogaia ha messo a disposizione del Committente una serie di dati raccolti con una stazione anemometrica facente parte del suo patrimonio.

La stazione ha operato, per diversi anni nei territori di interesse per la realizzazione dell'impianto in oggetto ricadente nel comune di Guanano, in Provincia di Lecce, Regione Puglia.

Il presente documento, reso disponibile in allegato alla relazione di valutazione della producibilità, riporta i risultati delle elaborazioni svolte sui dati di ventosità raccolti dalla stazione denominata Riferimento 1 (Codice RIF1); contiene altresì le caratteristiche delle apparecchiature utilizzate, il rapporto di installazione, quello di manutenzione straordinaria per sostituzione dell'acquisitore e del sensore di velocità, nonché il certificato di calibrazione di quest'ultimo, oltre alle risultanze delle attività svolte di transcodifica e di validazione dei dati.

Al fine di stimare la ventosità che interessa il sito nel lungo periodo si è proceduto inoltre ad una storicizzazione della serie di dati disponibile mediante confronti con quelli contemporanei di stazioni storiche d'area.

2. LA STAZIONE ANEMOMETRICA

La stazione in oggetto è stata installata nei primi anni 2000 e, con specifico intervento di ristrutturazione operato dal personale di Tecnogaia, in data 18/09/2008 è stata completamente ricondizionata. Essa era costituita da un sostegno d'acciaio strallato di altezza pari a 30 m. Le principali caratteristiche delle apparecchiature installate sulla stessa, dedotte dalla scheda di manutenzione, sono le seguenti:

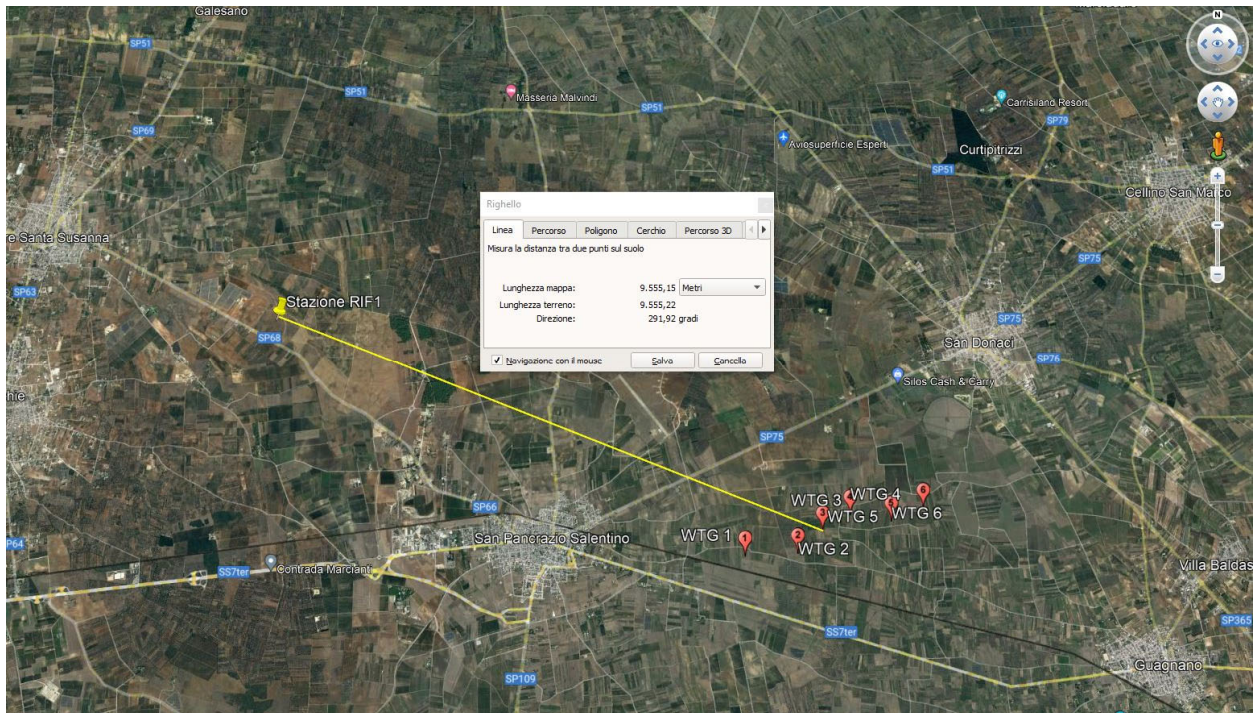
Tipo di apparecchiatura	Altezza dal suolo	Marca	Modello	Matricola
Sensore di velocità	30	NRG	#40C	06-2495
Sensore di velocità	20	NRG	#40C	08-2540
Sensore di direzione	30	NRG	#200P	08-1236
Acquisitore	2	SECONDWIND	NOMAD2	#4911

La documentazione tecnica dei sensori e del sistema di acquisizione dati, fornita dalle ditte costruttrici, è resa disponibile nella raccolta riportata nell'**Allegato A1**. Dello stesso allegato fanno anche parte, come detto, il report di installazione della stazione ed i certificati di calibrazione dei sensori di velocità.

La stazione anemometrica ben rappresenta una porzione di territorio circostante, collocandosi in pianura, senza ostacolo alcuno in ogni direzione.

Le coordinate del punto di misura e le principali caratteristiche del sito che ospita la stazione sono le seguenti:

- ✓ Coordinate in metri nel sistema Geografico, WGS84:
Longitudine: **17° 47' E**
Latitudine: **40° 27' N**
- ✓ Altitudine (s.l.m.): **57 m**
- ✓ Orografia del punto di installazione: **Pianura**
- ✓ Orografia circostante: **Pianura**
- ✓ Utilizzo del terreno: **Pascolo**
- ✓ Ostacoli nelle immediate vicinanze: **Nessuno**



Stralcio immagine satellitare con ubicazione stazione ed impianto eolico di progetto

La stazione anemometrica, la quale, come l'immagine evidenzia, era ubicata ampiamente entro i 15km dall'impianto in progetto, nel suo complesso risulta conforme ai principali requisiti applicabili della normativa vigente (IEC61400-12-1). In particolare sono positivamente stati verificati:

Sedi operative:
- Via Matteotti, 311 – SCALA P – Int.10 – 25063 Gardone Val Trompia (BS)
Tel. 030 2056980 – Fax 030 831100

E-mail: info@tecnogaia.it
E-mail PEC: info@pec.tecaia.com

Sede Legale:
Via Matteotti, 311 – 25063 Gardone Val Trompia (BS)

Cod. Fisc. & P. IVA 13029730150
Cap. Soc. € 119.000,00 interamente versato
Iscrizione nel Registro Imprese Brescia N° REA 496849

- il dimensionamento e l'orientamento di montaggio rispetto al sostegno dei sensori;
- le prove di certificazione della loro calibrazione (contenenti le incertezze proprie delle prove effettuate in camera a vento da primario istituto, su un campione rappresentativo);
- le caratteristiche proprie dei sensori utilizzati e dell'acquisitore.

Nel proseguo verranno descritti i principali componenti della stazione anemometrica in oggetto.

2.1 I sensori anemometrici

Il sensore per la misura della velocità del vento utilizzato è realizzato dalla società NRG Mod. #40C Maximum Anemometer Calibrated. Esso è del tipo a coppe e calibrato, con valore di soglia di 0.5 m/s e fondo scala di 60 m/s; esso fornisce, tramite un generatore di impulsi, un segnale proporzionale alla velocità del vento. Copia del certificato di calibrazione fornita dall'istituto riconosciuto MEASNET, è disponibile nella citata scheda di manutenzione.

La misura della direzione del vento, per tutte le rilevazioni effettuate, è affidata al sensore NRG #200P Wind Vane, con la banderuola che è solidale con un potenziometro circolare che presenta un valore di resistenza elettrica variabile in funzione della posizione della banderuola, nell'arco dei 360 gradi, rispetto ad uno zero convenzionale (Nord).

2.1.1. L'acquisitore dati

La centralina per l'acquisizione dei dati anemometrici utilizzata nella campagna di misura era costituita da un registratore, prodotto dalla SecondWind, denominato Nomad2, che era in grado di registrare, preelaborare e immagazzinare su memoria statica le grandezze rilevate di velocità e direzione del vento. Il sistema campiona le grandezze ogni secondo e registra con un intervallo di 10 minuti le seguenti grandezze:

- Velocità media del vento;
- Velocità massima del vento;
- Velocità minima del vento;
- Scarto quadratico medio della velocità vento;
- Settore di direzione prevalente del vento rilevato nei 10 minuti considerando l'angolo giro di 360° con lo zero a Nord ed il senso di rotazione orario positivi (verso Est).
- Scarto quadratico medio della direzione del vento;
- Temperatura media datalogger;
- Valore minimo batteria1;
- Valore minimo batteria2;
- Valore minimo batteria 12V;

L'apparecchiatura è alimentata con due batterie esterne da 9 Volt e da una batteria tampone da 12V, corredata di relativo pannello fotovoltaico, che garantiscono un'autonomia superiore ai due mesi. Le dimensioni dell'acquisitore sono molto ridotte (350 x 300 x 150 mm) ed il peso è di circa 7.5 kg. Il campo di temperatura di funzionamento è compreso tra -40 e +85° C.

Le memorie statiche contengono, oltre ai dati relativi alle grandezze rilevate, anche altre informazioni quali il codice della stazione, il periodo di registrazione, la data, l'ora e un file di diagnostica che segnala le eventuali anomalie riscontrate durante il funzionamento. Il prelievo dei dati avviene a cura di un operatore addestrato che in regime di funzionamento regolare, effettua tale operazione da remoto con cadenza almeno mensile ed in sito con cadenza trimestrale.

L'apparecchiatura è fornita di un display a cristalli liquidi che permette la visualizzazione di queste informazioni e dei valori delle grandezze istantanee acquisite. Mediante tasti è possibile programmare alcune funzioni e visualizzare il codice della stazione, la data, l'ora e i tempi di campionamento e di registrazione.

Al fine di proteggere il registratore da sovratensioni transitorie di origine esterna, ogni ingresso del registratore è dotato di una protezione composta da diodi soppressori.

3. GESTIONE DELLA STAZIONE ANEMOMETRICA IN SITO

La gestione della stazione anemometrica è di fondamentale importanza per la continuità e la qualità dei dati rilevati; essa deve essere condotta da personale appositamente addestrato che con cadenza almeno trimestrale effettua in sito le seguenti attività:

- Verifica e manutenzione ordinaria della stazione (apparecchiature e sostegno)
- Verifica della verisimilitudine dei segnali in ingresso
- Segnalazione immediata dei guasti rilevati
- Piccoli interventi di manutenzione straordinaria
- Compilazione di una scheda di controllo da inviare al centro di elaborazione dati
- Eventuale spedizione e ricevimento delle memorie

Fa parte della gestione della stazione anche la manutenzione straordinaria con l'effettuazione di interventi di riparazione/sostituzione delle apparecchiature non perfettamente funzionanti.

Nello specifico, al di là di brevi interruzioni per le normali attività di manutenzione, non si rilevano, per l'anno considerato, periodi di perdita di dati.

Si segnala che l'ultima manutenzione ordinaria eseguita in sito sulla stazione, ad opera di personale di TecnoGaia, è avvenuta in data 05/06/2012 ed un paio di settimane dopo, vista l'onorevole consistenza e qualità dei dati raccolti, si è deciso di terminare la campagna di acquisizione dati (vedi **Allegato A1**).

4. LETTURA, TRANSCODIFICA E VALIDAZIONE DEI DATI RACCOLTI IN SITO

Solitamente i dati registrati dall'acquisitore e provvisoriamente immagazzinati nella sua memoria asportabile vengono inviati via GSM/GPRS (ovvero trasferiti dalla memoria magnetica) presso la sede della società incaricata per essere letti ed archiviati in attesa della loro elaborazione. L'operazione di lettura delle cartucce e dei file trasmessi è stata effettuata mediante software specifico fornito dalla ditta costruttrice che permette la transcodifica dei dati registrati in un formato leggibile con validazioni automatiche subordinate alla diagnostica di macchina (pre-validazione).

Nel caso specifico si hanno a disposizione n° 13 gruppi di file Codice.ndf, in formato binario, prodotti dall'acquisitore, uno per ogni mese registrato, che corrispondono ciascuno ad un periodo di circa 30 gg di rilevazione e n° 13 file Codice.csv che corrispondono a quelli originari dopo la loro transcodifica e quindi in formato leggibile.

Questi dati, resi disponibili al Committente per soddisfare le richieste degli enti, che coprono un periodo di poco superiore ad un anno, si riferiscono ai seguenti singoli periodi:

N°	Nome file	Tipo	Data inizio	Data fine
1	SRIF1_1106	ASCII Comma-Separated Values	01/06/2011	30/06/2011
2	SRIF1_1107		01/07/2011	31/07/2011
3	SRIF1_1108		01/08/2011	31/08/2011
4	SRIF1_1109		01/09/2011	30/09/2011
5	SRIF1_1110		01/10/2011	31/10/2011
6	SRIF1_1111		01/11/2011	30/11/2011
7	SRIF1_1112		01/12/2011	31/12/2011
8	SRIF1_1201		01/01/2012	31/01/2012
9	SRIF1_1202		01/02/2012	29/02/2012
10	SRIF1_1203		01/03/2012	31/03/2012
11	SRIF1_1204		01/04/2012	30/04/2012
12	SRIF1_1205		01/05/2012	31/05/2012
13	SRIF1_1206		01/06/2012	19/06/2012

La stazione di Riferimento 1, per tutto il periodo di indagine, compreso quello tra il 01/06/2011 ed il 19/06/2012, è stata dotata dell'acquisitore SECONDWIND NOMAD2, i cui dati dopo la transcodifica, per un periodo preso a campione, hanno il seguente aspetto:

06/10/2011 09:20	6.82	10.38	3.75	1.18	6.43	9.97	3.36	1.15	349.8	10.1	28.0	9.0	9.0	13.4
06/10/2011 09:30	7.06	10.38	3.75	1.06	6.81	9.20	4.14	1.03	349.6	10.2	28.0	9.0	9.0	13.4
06/10/2011 09:40	6.39	8.43	3.75	1.08	6.06	8.81	3.36	1.05	346.5	10.3	28.1	9.0	9.0	13.4
06/10/2011 09:50	6.41	8.82	3.36	1.02	6.12	8.81	2.98	1.00	339.8	10.6	27.6	9.0	9.0	13.3
06/10/2011 10:00	6.83	9.21	4.53	1.00	6.57	9.20	3.75	1.09	350.9	14.1	27.2	9.0	9.0	13.5
06/10/2011 10:10	6.59	9.21	4.14	1.08	6.30	9.58	3.75	1.10	355.4	10.5	27.7	9.0	9.0	13.4

I dati sono suddivisi in blocchi omogenei ed hanno un'etichetta temporale al loro inizio. Ne consegue che i dati registrati nelle colonne hanno il seguente significato:

POSIZIONE	GRANDEZZA	UNITA' DI MISURA	NOTE
1° colonna	Data (mese/giorno/anno ora:minuto:secondo)	Secondo	Ogni 10 minuti
2° colonna	Velocità media del vento 30m	m/s	Ogni 10 minuti
3° colonna	Velocità massima del vento 30m	m/s	Ogni 10 minuti
4° colonna	Velocità minima del vento 30m	m/s	Ogni 10 minuti
5° colonna	Scarto quadratico medio della velocità vento 30m	m/s	Ogni 10 minuti
6° colonna	Velocità media del vento 20m	m/s	Ogni 10 minuti
7° colonna	Velocità massima del vento 20m	m/s	Ogni 10 minuti
8° colonna	Velocità minima del vento 20m	m/s	Ogni 10 minuti
9° colonna	Scarto quadratico medio della velocità vento 20m	m/s	Ogni 10 minuti
10° colonna	Direzione media del vento	gradi sessagesimali	Ogni 10 minuti
11° colonna	Scarto quadratico medio della direzione del vento	gradi sessagesimali	Ogni 10 minuti
12° colonna	Temperatura media datalogger	gradi centigradi	Ogni 10 minuti
13° colonna	Valore minimo 1° batteria 9V	Volt	Ogni 10 minuti
14° colonna	Valore minimo 2° batteria 9V	Volt	Ogni 10 minuti
15° colonna	Valore minimo batteria 12V	Volt	Ogni 10 minuti

Una successiva transcodifica, mediante programmi predisposti da Tecnogaia, consente di riprodurre, in un formato standard interno, i file che saranno poi validati ed archiviati.

Un operatore qualificato procede quindi alla validazione dei dati utilizzando programmi di grafica e controllo opportunamente predisposti. Tale operatore procede al controllo a vista del profilo delle grandezze nel tempo confrontando i risultati con quelli precedenti della stessa stazione o, laddove presenti, con dati contemporanei di altre stazioni ubicate nella stessa zona. Con tale controllo incrociato è possibile individuare presenze di anomalie dovute a malfunzionamento della stazione.

Sulla base delle indicazioni dell'operatore locale e delle conoscenze dei luoghi di provenienza dei dati è possibile anche identificare quei periodi di rilevazione non validi per guasti ai sensori e blocco degli stessi per formazione di ghiaccio. I dati relativi a tali periodi vengono eliminati dai file di archivio avendo cura di annotarne su apposita scheda di validazione il periodo e le motivazioni dell'eliminazione. I dati grezzi vengono comunque archiviati in vista di eventuali successivi controlli.

La disponibilità giorno per giorno dei dati validati, per ciascuno dei sensori della stazione considerata e per l'intero periodo utilizzato per le valutazioni di producibilità, è riportata nella tabella in **Allegato A2**.

Per la stazione in oggetto non si sono resi necessari significativi interventi di eliminazione dati e quindi la disponibilità del dato valido per gli oltre 12 mesi di funzionamento (2011-2012) è pari al 96.0% di quelli disponibili; questa durata e disponibilità, rispetta ampiamente i requisiti minimi tipicamente richiesti dagli enti.

Codice	Denominazione	Durata misura	Periodo di misura		Disponibilità
		(mesi)	Inizio	Fine	%
RIF1	Riferimento 1	12.6	01/06/2011	19/06/2012	96.0

La disponibilità giorno per giorno dei dati validati, per ciascuno dei sensori della stazione considerata anche per l'annualità sopra indicata, è riportata nella tabella del già citato **Allegato A2**.

5. ELABORAZIONE DEI DATI ARCHIVIATI

Con i dati elementari della velocità e direzione del vento, relativi ad intervalli di tempo di 10 minuti, vengono effettuate le elaborazioni che consentono di qualificare il sito dal punto di vista anemologico.

I risultati di tale analisi statistica sono rappresentati nelle tabelle e nei grafici riportati nell'**Allegato A3**. Una guida all'interpretazione di tali prodotti è resa disponibile all'inizio dell'allegato sopra citato, mentre nel seguito si riportano le principali elaborazioni considerate.

Di seguito si riportano in sintesi alcuni dati sulla stazione e sull'elaborazione dei dati raccolti:

Codice	Denominazione	Coordinate Geografiche WGS84		Quota (s.l.m.)	Altezza sost.	Periodo stazione	
		N	E	(m)	(m)	Inizio	Fine
RIF1	Riferimento 1	40° 27'	17° 47'	57	30	01/06/2011	19/06/2012

I risultati sintetici dell'elaborazione statistica dei dati della stazione qui considerata per il periodo elaborato, sono i seguenti:

Codice	Denominazione	Periodo	H misura	V med	Energia	Param. distribuzione	
		(mesi)	s.l.s.	(m/s)	(W/m ²)	Vc (m/s)	k
RIF1	Riferimento 1	12.6	30	4.57	130	5.07	1.68

5.1 Curva di durata della velocità del vento

Viene innanzitutto costruita la curva di durata sperimentale, che esprime il tempo durante il quale un determinato valore della velocità del vento viene superato.

Tale curva è in generale ben rappresentata mediante una distribuzione di probabilità di Weibull, la cui cumulata è data dalla formula:

$$F(V) = 100 \cdot \exp\left\{-\left(\frac{V}{V_c}\right)^k\right\}$$

dove $V=V_{med}(10')$ è il valore della velocità media nei 10 minuti e $F(V)$ è la percentuale del tempo complessivo in cui tale velocità viene superata.

Di tale distribuzione, indicata talvolta come curva di durata teorica, vengono stimati i due parametri intrinseci, cioè la velocità caratteristica V_C e il fattore di forma k , mediante regressione sui dati sperimentali applicata dopo la linearizzazione della distribuzione stessa.

5.2 Turbolenza percentuale della velocità del vento

Un altro parametro significativo è l'intensità di turbolenza percentuale T della velocità del vento definita per ogni intervallo di 10 minuti come

$$T = 100 \cdot sigV(10') / V_{med}(10')$$

dove $sigV(10')$ è lo scarto quadratico medio relativo all'intervallo. Esso dà l'informazione sulla variabilità relativa della velocità entro l'intervallo.

5.3 Rapporto di raffica della velocità del vento

Un ulteriore parametro significativo è il rapporto di raffica R della velocità del vento definito per ogni intervallo di 10 minuti come

$$R = maxV(10') / V_{med}(10')$$

dove $maxV(10')$ è il valore massimo istantaneo campionato all'interno dei 10 minuti. Esso dà l'informazione sulla massima raffica istantanea della velocità entro l'intervallo.

5.4 Gradiente al suolo della velocità del vento

Qualora siano disponibili, sul medesimo sostegno, due misure di velocità (V_2 e V_1) a due differenti altezze (h_2 e h_1) dal suolo è possibile stimare il valore del gradiente della velocità al suolo ($alfa$). Tale indice permette di stimare la velocità del vento al mozzo dell'aerogeneratore, solitamente superiore all'altezza della stazione anemometrica, sulla base dei dati di vento misurati a due altezze diverse.

La relazione che permette di stimare tale velocità è del tipo esponenziale ed è riportata nella seguente formula:

$$V_2 / V_1 = (h_2 / h_1)^{alfa}$$

dove $alfa$ è il gradiente della velocità del vento al suolo, V_2 e V_1 sono le velocità del vento rilevate alle corrispondenti altezze dal suolo h_2 e h_1 .

Avendo quindi a disposizione le rilevazioni della velocità del vento a due altezze dal suolo è possibile stimare il valore di alfa sperimentale, misurato nel punto di installazione della stazione. Tale valore si ottiene dall'applicazione della seguente formula:

$$alfa = \log(V_2 / V_1) / \log(h_2 / h_1)$$

5.5 Contenuto energetico del vento

Per quanto riguarda l'aspetto più propriamente energetico è inoltre di particolare importanza la potenza specifica P_V intesa come potenza che fluisce attraverso l'unità di superficie esposta perpendicolarmente al vento di velocità V ; essa è data da:

$$P_V = \frac{1}{2} \cdot \rho \cdot V^3$$

dove ρ è la densità dell'aria, che nelle elaborazioni si assume pari al valore che si verifica in condizioni standard di pressione e temperatura ($\rho = 1.225 \text{ kg/m}^3$).

Integrando nel tempo il valore della potenza P_V si ottiene l'energia transitata attraverso l'unità di superficie perpendicolare al vento. L'energia così calcolata su base annuale è anche indicata come energia specifica del sito. Tale energia è esprimibile con la relazione:

$$E_V = \frac{1}{2} \cdot \rho \cdot \bar{V}^3_{(3)} \cdot T$$

dove $\bar{V}^3_{(3)}$ è la velocità media cubica del sito e T è il periodo di un anno (8760 ore).

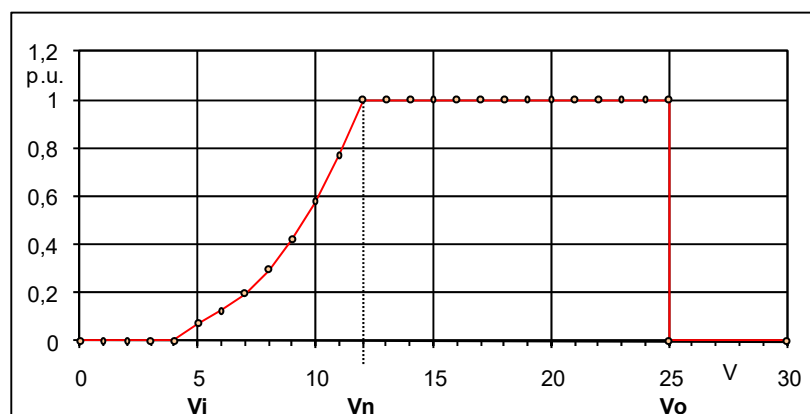
Moltiplicando E_V per la superficie S del rotore di una macchina eolica si ottiene l'energia cinetica che transita annualmente attraverso il disco rotorico.

5.6 Energia prodotta da un aerogeneratore

L'energia effettivamente producibile con un generatore eolico è tuttavia solo una frazione dell'energia sopra indicata. In particolare, la potenza generata P_g non segue, in funzione della velocità istantanea del vento V , un andamento cubico al pari di P_V , bensì un andamento modulato dal coefficiente di potenza C_p , pure dipendente dalla velocità e mai superiore al limite (di Betz) pari a 16/27:

$$P_V = \frac{1}{2} \cdot C_p \cdot \rho \cdot S \cdot V^3$$

Il profilo che ne risulta (curva di potenza) differisce da macchina a macchina, anche se spesso si riscontrano strette analogie nell'andamento in funzione della velocità del vento. Si può infatti distinguere, in un profilo tipico, una velocità di cut-in, V_j , al di sotto della quale non si ha generazione ($P_g=0$). La potenza generata poi cresce con la velocità del vento fino alla velocità nominale, $V_{nominale}$ in corrispondenza della quale si raggiunge la potenza massima. Oltre tale velocità la potenza si mantiene nella maggioranza dei casi al valore massimo fino alla velocità di cut-out, V_o , oltre la quale non si ha generazione ($P_g=0$).



Dato comunque il profilo della potenza P_g generabile dalla macchina prescelta alle diverse velocità del vento, il calcolo della producibilità annua E_p della macchina ubicata nel punto della stazione si esegue integrando rispetto alla velocità del vento il prodotto tra la potenza generabile e la densità di probabilità della velocità del vento nel sito considerato.

La valutazione della producibilità deve essere calcolata riportando la velocità del vento all'altezza del mozzo della macchina utilizzando il valore misurato del gradiente della velocità al suolo α . Un ulteriore affinamento del calcolo dovrebbe tener conto della quota del sito che determina variazioni proporzionali alla variazione della densità dell'aria ρ .

La producibilità è talvolta convenientemente espressa tramite il numero di ore equivalenti di generazione a piena potenza, dato dal rapporto $E_p / P_{nominale}$.

6. VALUTAZIONE DELLA VENTOSITA' DI LUNGO PERIODO

La valutazione della distribuzione della velocità del vento di lungo periodo in un sito candidato all'installazione di un impianto eolico, o più semplicemente della sua velocità media stimata su più anni, è un punto importante per la caratterizzazione della risorsa eolica con un accettabile grado di incertezza e diventa essenziale quando la disponibilità dei dati è limitata a periodi di tempo contenuti.

In generale, la stima della ventosità di lungo periodo (o storicizzazione) può essere effettuata utilizzando i dati di ventosità rilevati per diversi anni da una o più stazioni anemometriche storiche e mettendo in correlazione i dati rilevati contemporaneamente dalle stesse con quelli rilevati nel sito in cui si vuole valutare la velocità media di lungo periodo. Le stazioni da confrontare devono essere possibilmente nelle medesime condizioni orografiche di esposizioni ai venti e distanti in modo tale che si possa ipotizzare siano soggette agli stessi regimi di vento; è comunque possibile, mediante confronti e correlazioni, verificare la validità di queste condizioni.

Nel nostro caso, per la stazione considerata, sono messi a disposizione dati riferibili ad una campagna di misura di oltre 12 mesi. Tale durata non viene ritenuta sufficiente per poter considerare la velocità media registrata come quella di lungo periodo e, quindi, disponendo anche della serie di dati

storici di una stazione anemometrica d'area e tutt'oggi attiva, che ha una durata di oltre 12 anni, si è potuto verificare il posizionamento storico dell'annualità presa in esame, sino ai giorni nostri.

Nel caso specifico, si dispone della serie di dati contemporanei appartenenti ad un'altra stazione storica di proprietà di Tecnogaia, tutt'ora attiva.

Codice	Denominazione	Alt.	H	Periodo di misura	
		(s.l.m.)	(m)	Inizio	Fine
STO1	Storica 1	83	20	Agosto 2011	*** attiva ***

In sintesi, la metodologia utilizzata nello studio ha comportato il seguente processo logico:

1. Confronto degli andamenti dei dati contemporanei di velocità media mensile della stazione Riferimento 1 e della stazione storica
2. Correlazioni tra i dati contemporanei di velocità media mensile della serie di dati di RIF1 con quelli della stazione STO1
3. Storicizzazione dei dati della serie RIF1 con l'utilizzo dei parametri caratteristici della correlazione con STO1

Il confronto degli andamenti dei dati contemporanei tra le due stazioni ha dato esito positivo; l'entità del coefficiente di correlazione, abbinato alla consistenza del numero di valori correlati, esprime la bontà/validità del procedimento e consente di stabilire se accettabile o meno la correlazione svolta.

I parametri delle rette di regressione tra le medie mensili possono essere utilizzati come fattori di trasformazione della distribuzione del vento da un punto all'altro dell'area. Infatti, tali fattori spiegano, se pur in modo molto esemplificativo, i fenomeni di accelerazione o decelerazione della vena fluida del vento che scorre su un'area interessata dagli stessi venti.

Utilizzando i parametri della retta di regressione di cui non è condizione il passaggio per lo zero, si può affermare che:

$$\bar{V}_{(SITO, \text{ dati contemporanei})} = a \cdot \bar{V}_{(STORICA, \text{ dati contemporanei})} + b$$

E per analogia che:

$$\bar{V}_{(SITO, \text{ dati storici})} = a \cdot \bar{V}_{(STORICA, \text{ dati storici})} + b$$

Nel caso specifico, utilizzando i parametri a e b che appartengono alla retta di regressione delle correlazioni sopra descritte, che minimizza lo scarto quadratico dei residui, si ottiene:

Stazione "Storica 1" (Cod. STO1) a 20 m dal suolo - Variabile X									
Stazione Anemometrica Variabile Y	Tipo di correlazione	n° punti correlazione	Coeff. di correlazione R_o	Parametro A	Parametro B	Misura di LP di X	Stima di LP in Y	Velocità in sito Y	K_s
"Riferimento1" a 30 m sls Cod. RIF1	Mensile (> 70%)	11	0.971	1.049	0.177	4.230	4.613	4.571	1.009

Dove:

- **ro** = Coefficiente di correlazione
- **a, b** = parametri della retta di regressione
- **Misura LP in X** = Velocità media del vento di lungo periodo della stazione storica
- **Stima LP in Y** = Stima della velocità media del vento di lungo periodo nella stazione di Riferimento1
- **Velocità in sito Y** = Velocità media misurata nella stazione di Riferimento1
- **k storicizzazione** = Coefficiente di storicizzazione (rapporto tra la stima di velocità di lungo periodo e quella misurata)

Come si può vedere, il coefficiente è buono e la correlazione indica che la ventosità misurata da Riferimento1 è stata inferiore rispetto a quella attesa sul lungo periodo, con un aumento di circa 1 punto percentuale. In virtù di quanto emerso, si ritiene legittimo apportare il correttivo indicato e dunque considerare il valore risultante valido per il lungo termine. Pertanto, la velocità media annua stabile nel tempo di "Riferimento1" a 30 m dal suolo, da utilizzare nelle successive elaborazioni, è pari a **4.61 m/s**.

Per cui, per le valutazioni di produzione attesa da un impianto eolico nel sito, si consideri la velocità media annua di **RIF1_S (storica a 30m dal suolo) uguale a 4,61 m/s**.

7. VALUTAZIONE DELLE INCERTEZZE SULLA MISURA DEL VENTO

I rilievi sperimentali della velocità del vento, come ogni altra misurazione, sono ovviamente affetti da incertezze che possono, nei limiti del possibile, essere quantificate. Ciò consente di approcciare i risultati con atteggiamento statistico per considerarli in termini probabilistici, cioè, in altre parole, l'analisi di confidenza di un processo permette di valutare quale condizione (o risultato) sarà vera con data probabilità.

Nel nostro caso, come suggerito dalla Norma 61400-12 (che, facciamo presente, è stata predisposta con altri scopi), con il termine incertezza della velocità del vento (E.5.3 Category B uncertainties in wind speed) si intende lo scarto quadratico medio della distribuzione statistica degli errori di misura che si commettono utilizzando una stazione anemometrica dotata di sensore a coppe, come nel caso in esame. L'incertezza è riferibile principalmente:

- Alla taratura dell'anemometro (stimata cautelativamente 0.1 m/s per il range 5-10 m/s, vedi anche tabella di calibrazione allegate nel report di installazione);
- Alle caratteristiche operative dell'anemometro in funzione del modello utilizzato (stimata cautelativamente $0.05 + 0.005 * \text{Vel. Vento}$);
- Alla distorsione del flusso dovuta agli effetti di montaggio dell'anemometro (stimata 1%);
- Alla distorsione del flusso dovuta al terreno (stimata cautelativamente 3%);
- Al sistema di acquisizione dati per la velocità del vento (stimata cautelativamente 0.1 m/s per 10 m/s).

Come si può dedurre da quanto sopra, l'incertezza sulla misura è variabile in funzione della velocità del vento e complessivamente, come scarto quadratico medio delle singole incertezze, può variare da circa 2 fino anche ad alcuni punti percentuali. Per lo scopo insito nella misura, e cioè la valutazione della produzione attesa di una turbina eolica che generalmente opera da 2 a 25 m/s appare equo, anche sulla base della bibliografia del settore, voler considerare per le misure in oggetto un'incertezza complessiva del 3% da associare alle altre tipiche che dovranno essere prese in considerazione nella valutazione della produzione attesa.

8. CONCLUSIONI DELL'ALLEGATO A

Nell'ambito del processo di progettazione di un impianto eolico e più in generale nelle fasi dello sviluppo del sito è necessario conoscere con una buona affidabilità la consistenza della risorsa eolica disponibile e quindi della sua produzione attesa. Ciò è garantito da idonee rilevazioni in sito delle grandezze di velocità e di direzione del vento per un periodo di alcuni anni. È possibile giungere ad una valutazione utile della risorsa eolica grazie a calcoli e confronti con dati di stazioni anemometriche considerate storiche perché con un periodo di rilevazione di 10 anni e oltre. Nel caso specifico si è potuto infatti disporre, oltre alla serie di dati di oltre 12 mesi raccolti nel territorio, anche di una serie di dati storici che per confronti e correlazioni sono risultate appartenenti ai medesimi regimi di vento dell'area più estesa che include il sito di interesse.

L'analisi e l'elaborazione dei dati della stazione non ha evidenziato particolari carenze o lacune. In fase di validazione la disponibilità del dato è risultata alta sull'intero periodo e ottima per l'anno completo di misurazione utilizzato, non avendo riscontrato malfunzionamenti e/o guasti sulla stazione in detto periodo.

I risultati delle attività, dalla validazione alla elaborazione del dato, sono ampiamente descritti nel presente studio ed indicano che il sito è interessato da un buon regime di venti, tipico della zona di appartenenza, soprattutto in relazione all'energia specifica della vena fluida.

Anche l'attività di valutazione della ventosità di lungo periodo è stata svolta con profitto avendo la disponibilità totale degli andamenti delle velocità medie mensili nel punto di misura di lungo periodo considerato.

Si può quindi affermare che i risultati delle misurazioni della ventosità, pur considerando le tipiche incertezze di misura proprie delle apparecchiature utilizzate, che sono state opportunamente e cautelativamente stimate, indicano che l'entità della risorsa disponibile rientra tra quelle di interesse per la realizzazione di un impianto eolico.

ALLEGATO A1

QUALIFICAZIONE DEI DATI ANEMOLOGICI DI UN SITO

Scheda della stazione anemometrica

**Sito: Guagnano****Fornitore: Tecnogaia**

Data

Codifica documento

Archivio

Compilato da

Sezione A) – Dati identificativi della stazione anemometricaNome stazione (max 16 car.): **Riferimento1** Codice: **RIF1**Comune di: **Torre Santa Susanna** Provincia: **BR** Regione: **Puglia**Tavoletta IGMI: **Torre Santa Susanna** Foglio n°: **203 II NO****Sezione B) – Dati identificativi delle apparecchiature**

SENSORE VELOCITA'	<i>h dal suolo(m)</i>	<i>Tipo</i>	<i>modello</i>	<i>n° matricola</i>	<i>n° inventario</i>	<i>Posizione sensori</i>	
A	30	NRG	MAX40C	06/2495	TG06/711	225°	
B	20	NRG	MAX40C	08/2540	TG07/1024	225°	
C							
SENSORE DIREZIONE	<i>h dal suolo(m)</i>	<i>Tipo</i>	<i>modello</i>	<i>n° matricola</i>	<i>n° inventario</i>	<i>Rotazione Positiva verso il settore</i>	
A	30	NRG	200PG		TG08/1236	Nord	Est
B							
C							
ACQUISITORE		NOMAD	NOMAD2	# 4911	TG08/1228	ACCESSORI: KIT GSM	
SOSTEGNO	30	NRG					
Contenitore delle apparecchiature							

Verifica in uscita effettuata da: **Bonsi**Data: **31/07/08****Sezione C) – Dati relativi alla localizzazione della stazione anemometrica ed al sito**Coordinate Geografiche WGS84: long. **17°47' E** - latit. **40°,27' N** - Fuso **33**Altitudine in metri s.l.m.: **57**Caratteristiche orografiche: **PIANURA** Utilizzo del terreno: **PASCOLO**Dimensioni dell'area interessata: **2 (kmq)** Accessibilità: **OTTIMA**Presenza linee elettriche: **BT distanza 350m***Note :* _____**Sezione D) – Procedura di gestione della stazione e cambio cartuccia**effettuata da: **Tecnogaia**

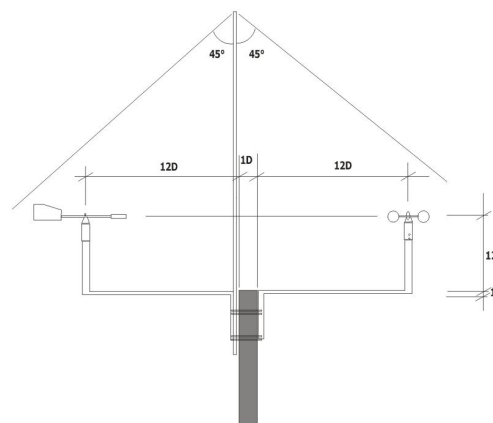
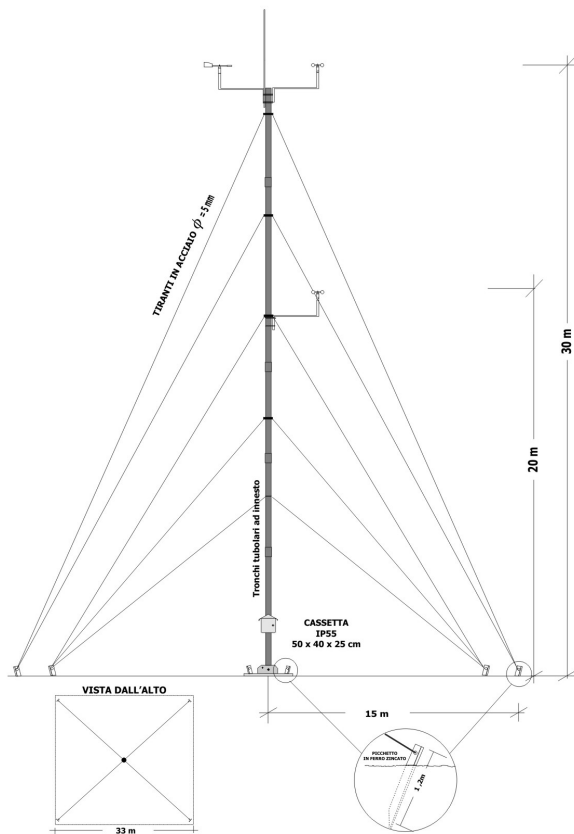
Sito: **Guagnano**

Stazione: **RIF1**

Sezione E) – Caratteristiche del sostegno e disposizione dei sensori

STAZIONE ANEMOMETRICA

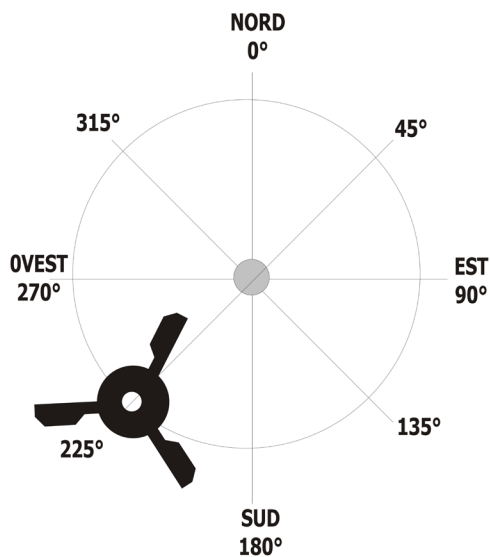
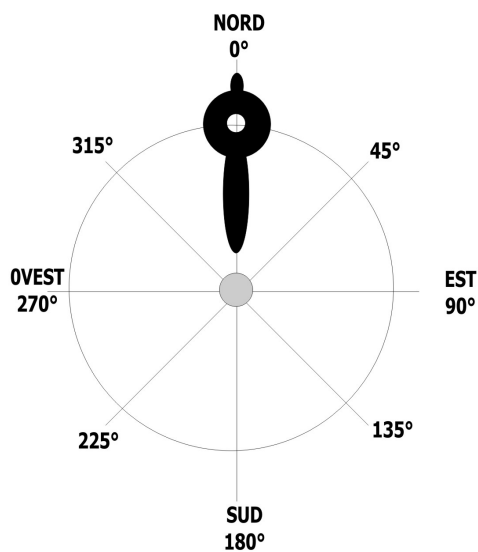
MENSOLE ANEMOMETRI E PARAFULMINE



ORIENTAMENTO MENSOLE:

SENSORE DI DIREZIONE

SENSORI DI VELOCITA' A e B



Stazione anemometrica installata da: **Bonsi**

data: **18/09/2008**

DEUTSCHER KALIBRIERDIENST **DKD**

Kalibrierlaboratorium für Strömungsgeschwindigkeit von Luft

Calibration laboratory for velocity of air flow

Akkreditiert durch die / *accredited by the*

Akkreditierungsstelle des DKD bei der

PHYSIKALISCH-TECHNISCHEN BUNDESANSTALT (PTB)



Deutsche WindGuard
Wind Tunnel Services GmbH
Varel



Kalibrierschein *Calibration Certificate*

Kalibrierzeichen
Calibration label

DKD-K- 36801
06_2495

Gegenstand <i>Object</i>	Anemometer
Hersteller <i>Manufacturer</i>	NRG Systems USA Hinesburg
Typ <i>Type</i>	#40(S)
Fabrikat/Serien-Nr. <i>Serial number</i>	Body: TG06-711 Cup: TG06-711
Auftraggeber <i>Customer</i>	TecnoGaia S.r.l. I-20099 Sesto San Giovanni
Auftragsnummer <i>Order No.</i>	VT06315
Anzahl der Seiten des Kalibrierscheines <i>Number of pages of the certificate</i>	3
Datum der Kalibrierung <i>Date of calibration</i>	14.11.2006

Dieser Kalibrierschein dokumentiert die Rückführung auf nationale Normale zur Darstellung der Einheiten in Übereinstimmung mit dem Internationalen Einheitensystem (SI). Der DKD ist Unterzeichner der multi-lateralen Übereinkommen der European co-operation for Accreditation (EA) und der International Laboratory Accreditation Cooperation (ILAC) zur gegenseitigen Anerkennung der Kalibrierscheine.

Für die Einhaltung einer angemessenen Frist zur Wiederholung der Kalibrierung ist der Benutzer verantwortlich.

This calibration certificate documents the traceability to national standards, which realize the units of measurement according to the International System of Units (SI).

The DKD is signatory to the multilateral agreements of the European co-operation for Accreditation (EA) and of the International Laboratory Accreditation Cooperation (ILAC) for the mutual recognition of calibration certificates.

The user is obliged to have the object recalibrated at appropriate intervals.

Dieser Kalibrierschein darf nur vollständig und unverändert weiterverbreitet werden. Auszüge oder Änderungen bedürfen der Genehmigung sowohl der Akkreditierungsstelle des DKD als auch des ausstellenden Kalibrierlaboratoriums. Kalibrierscheine ohne Unterschrift und Stempel haben keine Gültigkeit.

This calibration certificate may not be reproduced other than in full except with the permission of both the Accreditation Body of the DKD and the issuing laboratory. Calibration certificates without signature and seal are not valid.

Stempel/ Seal	Datum Date	Leiter des Kalibrierlaboratoriums Head of the calibration laboratory	Bearbeiter Person in charge
	14.11.2006	 Dipl. Phys. D. Westermann	 Tech. Ass. Inf. H. Westermann

Deutsche WindGuard Wind Tunnel Services GmbH
Oldenburger Str. 65
26316 Varel ; Tel. ++49 (0)4451 9515 0



Kalibriergegenstand

Object Cup Anemometer

Kalibrierverfahren

Calibration procedure MEASNET - Cup Anemometer Calibration Procedure – 09 1997
ISO 3966 – Measurement of fluid in closed conduits - 1977

Ort der Kalibrierung

Place of calibration Windtunnel of Deutsche WindGuard, Varel

Messbedingungen

Test Conditions

wind tunnel area ¹⁾	10000 cm ²
anemometer frontal area ²⁾	185 cm ²
diameter of mounting pipe ³⁾	16 mm
blockage ratio ⁴⁾	0.019 [-]
blockage correction ⁵⁾	0.998 [-]
average WindGuard reference ⁶⁾	12.6 1/s (NRG #40)
present WindGuard reference ⁷⁾	12.5 1/s

Umgebungsbedingungen

Test conditions

air temperature	18.8 deg
air pressure	1005.6 hPa
relative air humidity	53.2 %

Dateiinformation

File info C:\ak\aktuell\06_2495.kor

Anmerkungen

Remarks -

Auswertesoftware

Software version 2.0

- ¹⁾ Querschnittsfläche der Auslassdüse des Windkanals
²⁾ Vereinfachte Querschnittsfläche (Schattenwurf) des Prüflings inkl. Montagerohr
³⁾ Durchmesser des Montagerohrs
⁴⁾ Verhältnis von 2) zu 1)
⁵⁾ Korrekturfaktor durch die Verdrängung der Strömung durch den Prüfling
⁶⁾ Referenzwert des Referenzanemometers bei 10 m/s (Mittelwert)
⁷⁾ Aktueller Wert des Referenzanemometers

Dieser Kalibrierschein wurde elektronisch erzeugt

This calibration certificate has been generated electronically

Kalibrierergebnis:

Result:

Anzeige Pruefling	Stroemungs- geschwindigkeit	Erweiterte Messunsicherheit
1/s	m/s	m/s
5.098	4.201	0.09
7.541	6.103	0.07
9.962	8.015	0.07
12.429	9.953	0.08
14.976	11.929	0.09
17.518	13.880	0.10
20.027	15.836	0.11
18.740	14.849	0.10
16.120	12.811	0.09
13.571	10.844	0.08
11.058	8.889	0.07
8.726	7.050	0.07
6.321	5.165	0.08

Angegeben ist die erweiterte Messunsicherheit, die sich aus der Standardmessunsicherheit durch Multiplikation mit dem Erweiterungsfaktor $k=2$ ergibt. Sie wurde gemäß DKD-3 ermittelt. Der Wert liegt mit einer Wahrscheinlichkeit von 95 % im zugeordneten Wertintervall.

Der Deutsche Kalibrierdienst ist Unterzeichner der multilateralen Übereinkommen der European co-operation for Accreditation (EA) und der International Laboratory Accreditation Cooperation (ILAC) zur gegenseitigen Anerkennung der Kalibrierscheine. Die anderen Unterzeichner aus Europa sind zur Zeit die Akkreditierungsstellen in Belgien, Dänemark, Finnland, Frankreich, Irland, Italien, den Niederlanden, Norwegen, Österreich, Portugal, Schweden, der Schweiz, der Slowakei, Spanien, der Tschechischen Republik und dem Vereinigten Königreich. Außerhalb Europas sind zur Zeit Akkreditierungsstellen der Länder Australien, Brasilien, China, Indien, Japan, Kanada, Neuseeland, Singapur, Südafrika, Taiwan, Vereinigte Staaten von Amerika und Vietnam Mitunterzeichner der Übereinkommen.

Deutsche WindGuard Wind Tunnel Services GmbH
Oldenburger Str. 65
26316 Varel ; Tel. ++49 (0)4451 9515 0



1 Detailed MEASNET¹ Calibration Results

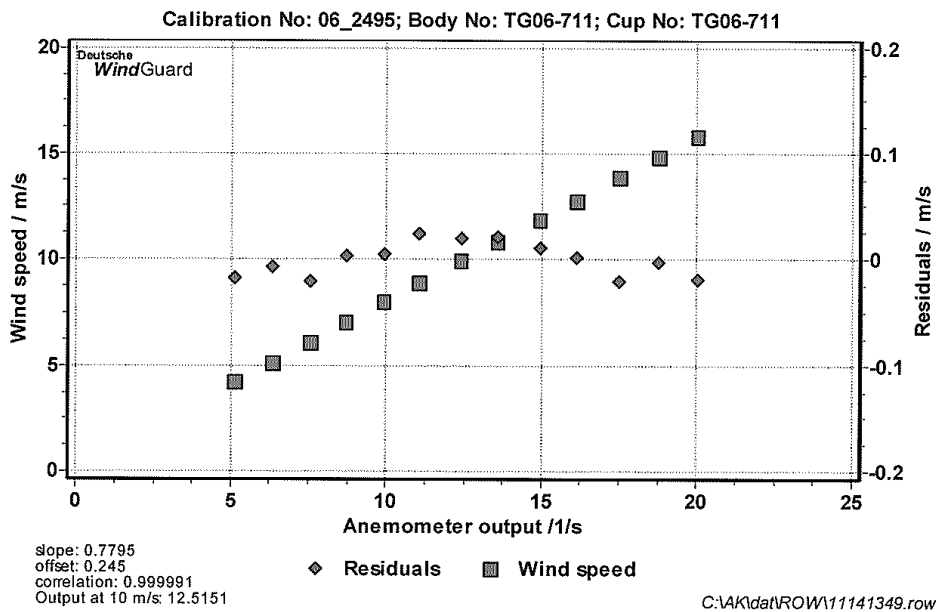
DKD calibration no. 06_2495
Body no. TG06-711
Cup no. TG06-711
Date 14.11.2006
Air temperature 18.8 deg
Air pressure 1005.6 hPa
Humidity 53.2 %



Linear regression analysis

Slope 0.77947 (m/s)/(1/s) \pm 0.00100 (m/s)/(1/s)
Offset 0.245 m/s \pm 0.013 m/s
St.err(Y) 0.018 m/s
Correlation coefficient 0.999991

Remarks no



¹) According to MEASNET Cup Anemometer Calibration Procedure 09/1997.
Deutsche WindGuard Wind Tunnel Services is accredited by MEASNET and by the Deutscher Kalibrierdienst – DKD (German Calibration Service) and Physikalisch Technische Bundesanstalt – PTB (Federal Office for Physics and Technique). Registration: DKD – K – 36801

2 Instrumentation

Pos.	Sensor	Manufa.	Identification	Year	Calibration
1	Pitot static tube	Airflow	483/8 Nr. 000142	02	06/02
2	Pitot static tube	Airflow	483/8 Nr. 000143	02	06/02
3	Pitot static tube	Airflow	483/8 Nr. 000144	02	06/02
4	Pitot static tube	Airflow	483/8 Nr. 000145	02	06/02
5	Pressure transducer	Selra	C 239 Nr. 1688081	02	12/04
6	Pressure transducer	Selra	C 239 Nr. 1688082	02	12/04
7	Pressure transducer	Selra	C 239 Nr. 1688083	02	12/04
8	Pressure transducer	Selra	C 239 Nr. 1688084	02	12/04
9	El. Barometer	Vaisala	100 A Nr. X2010004	02	12/04
10	El. Thermometer	Galltec	KPK 1/6-ME	02	12/04
11	El. Humidity sensor	Galltec	KPK 1/6-ME	02	12/04
12	Wind tunnel control	-	-	-	-
13	CAN-BUS / PC	esd	-	04	05/04
14	Anemometer	-	-	-	-
15	Universal Isolator	Knick	P2700 - 56285/8198430	05	01/06

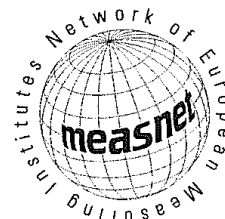
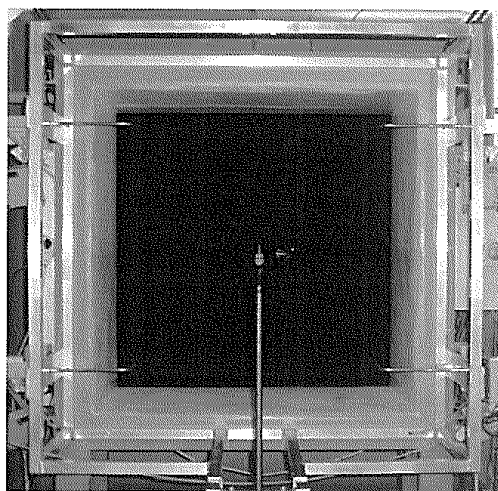


Table 1 Description of the data acquisition system

3 Photo of the calibration set-up



Calibration set-up of the anemometer calibration in the wind tunnel of Deutsche WindGuard, Varel.
The anemometer shown is of the same type as the calibrated one.
Remark: The proportion of the set-up are not true to scale due to imaging geometry.

4 Deviation to MEASNET procedure

The calibration procedure is in all aspects in accordance with the IEC 61400-12-1 Procedure

5 References

- [1] J. Mander, D. Westermann, 08 2005 - Verfahrensanweisung DKD-Kalibrierung von Windgeschwindigkeitssensoren
- [2] IEC 61400-12-1 12/2005 - Wind Turbine Power Performance Testing
- [3] ISO 3966 1977 - Measurement of fluid flow in closed conduits
- [4] MEASNET 09 1997 - Cup Anemometer Calibration Procedure

Deutsche WindGuard Wind Tunnel Services GmbH
Oldenburger Str. 65
26316 Varel ; Tel. ++49 (0)4451 9515 0



DEUTSCHER KALIBRIERDIENST **DKD**

Kalibrierlaboratorium / Calibration laboratory
Akcreditiert durch die / accredited by the
Akkreditierungsstelle des Deutschen Kalibrierdienstes



Deutsche WindGuard
Wind Tunnel Services GmbH
Varel



Kalibrierschein Calibration Certificate

Kalibrierzeichen
Calibration label

08_2540

DKD-K-
36801

07.2008

Gegenstand <i>Object</i>	Anemometer
Hersteller <i>Manufacturer</i>	NRG Systems USA Hinesburg
Typ <i>Type</i>	#40(S)
Fabrikat/Serien-Nr. <i>Serial number</i>	Body: TG07-1024 Cup: TG07-1024
Auftraggeber <i>Customer</i>	TecnoGaia S.r.l. I-20099 Sesto San Giovanni
Auftragsnummer <i>Order No.</i>	VT08274
Anzahl der Seiten des Kalibrierscheines <i>Number of pages of the certificate</i>	3
Datum der Kalibrierung <i>Date of calibration</i>	23.07.2008

Dieser Kalibrierschein dokumentiert die Rückführung auf nationale Normale zur Darstellung der Einheiten in Übereinstimmung mit dem Internationalen Einheitensystem (SI). Der DKD ist Unterzeichner der multi-lateralen Übereinkommen der European co-operation for Accreditation (EA) und der International Laboratory Accreditation Cooperation (ILAC) zur gegenseitigen Anerkennung der Kalibrierscheine.

Für die Einhaltung einer angemessenen Frist zur Wiederholung der Kalibrierung ist der Benutzer verantwortlich.



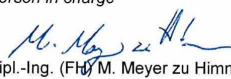
This calibration certificate documents the traceability to national standards, which realize the units of measurement according to the International System of Units (SI).

The DKD is signatory to the multilateral agreements of the European co-operation for Accreditation (EA) and of the International Laboratory Accreditation Cooperation (ILAC) for the mutual recognition of calibration certificates.

The user is obliged to have the object recalibrated at appropriate intervals.

Dieser Kalibrierschein darf nur vollständig und unverändert weiterverbreitet werden. Auszüge oder Änderungen bedürfen der Genehmigung sowohl der Akkreditierungsstelle des DKD als auch des ausstellenden Kalibrierlaboratoriums. Kalibrierscheine ohne Unterschrift und Stempel haben keine Gültigkeit.

This calibration certificate may not be reproduced other than in full except with the permission of both the Accreditation Body of the DKD and the issuing laboratory. Calibration certificates without signature and seal are not valid.

Stempel <i>Seal</i>	Datum <i>Date</i>	Leiter des Kalibrierlaboratoriums <i>Head of the calibration laboratory</i>	Bearbeiter <i>Person in charge</i>
	23.07.2008	 Dipl. Phys. D. Westermann	 Dipl.-Ing. (FH) M. Meyer zu Himmern

Deutsche WindGuard Wind Tunnel Services GmbH
Oldenburger Str. 65
26316 Varel ; Tel. ++49 (0)4451 9515 0



Kalibriergegenstand

Object Anemometer

Kalibrierverfahren

Calibration procedure IEC 61400 12 1 - Wind Turbine Power Performance Testing 12 2005
MEASNET - Cup Anemometer Calibration Procedure – 09 1997
ISO 3966 – Measurement of fluid in closed conduits - 1977

Ort der Kalibrierung

Place of calibration Windtunnel of Deutsche WindGuard, Varel

Messbedingungen

Test Conditions

wind tunnel area ¹⁾	10000 cm ²
anemometer frontal area ²⁾	185 cm ²
diameter of mounting pipe ³⁾	13 mm
blockage ratio ⁴⁾	0.019 [-]
blockage correction ⁵⁾	1.000 [-]
average WindGuard reference ⁶⁾	12.6 1/s (NRG #40)
present WindGuard reference ⁷⁾	12.5 1/s

Umgebungsbedingungen

Test conditions

air temperature	23.9 deg ± 1.0 K
air pressure	1025.3 hPa ± 1.0 hPa
relative air humidity	52.5 % ± 2.5 %

Dateiinformation

File info C:\ak\aktuell\08_2540.kor

Anmerkungen

Remarks -

Auswertesoftware

Software version 3.0

¹⁾ Querschnittsfläche der Auslassdüse des Windkanals

²⁾ Vereinfachte Querschnittsfläche (Schattenwurf) des Prüflings inkl. Montagerohr

³⁾ Durchmesser des Montagerohrs

⁴⁾ Verhältnis von 2) zu 1)

⁵⁾ Korrekturfaktor durch die Verdrängung der Strömung durch den Prüfling

⁶⁾ Referenzwert des Referenzanemometers bei 10 m/s (Mittelwert)

⁷⁾ Aktueller Wert des Referenzanemometers

Dieser Kalibrierschein wurde elektronisch erzeugt

This calibration certificate has been generated electronically

Kalibrierergebnis:

Result:

Anzeige Pruefling	Stroemungs- geschwindigkeit	Erweiterte Messunsicherheit
1/s	m/s	m/s
5.107	4.203	0.10
7.574	6.127	0.10
9.982	8.021	0.10
12.475	9.975	0.10
15.051	11.974	0.10
17.609	13.975	0.10
20.189	15.886	0.11
18.838	14.889	0.10
16.171	12.846	0.10
13.661	10.884	0.10
11.160	8.940	0.10
8.749	7.056	0.10
6.348	5.184	0.10

Angegeben ist die erweiterte Messunsicherheit, die sich aus der Standardmessunsicherheit durch Multiplikation mit dem Erweiterungsfaktor $k=2$ ergibt. Sie wurde gemäß DKD-3 ermittelt. Der Wert der Messgröße liegt mit einer Wahrscheinlichkeit von 95 % im zugeordneten Wertintervall.

Der Deutsche Kalibrierdienst ist Unterzeichner der multilateralen Übereinkommen der European co-operation for Accreditation (EA) und der International Laboratory Accreditation Cooperation (ILAC) zur gegenseitigen Anerkennung der Kalibrierscheine. Die weiteren Unterzeichner innerhalb und außerhalb Europas sind den Internetseiten von EA (www.european-accreditation.org) und ILAC (www.ilac.org) zu entnehmen.

The expanded uncertainty assigned to the measurement results is obtained by multiplying the standard uncertainty by the coverage factor $k = 2$. It has been determined in accordance with DKD-3. The value of the measurand lies within the assigned range of values with a probability of 95%.

The DKD is signatory to the multilateral agreements of the European co-operation for Accreditation (EA) and of the International Laboratory Accreditation Cooperation (ILAC) for the mutual recognition of calibration certificates.

1 Detailed MEASNET¹ Calibration Results

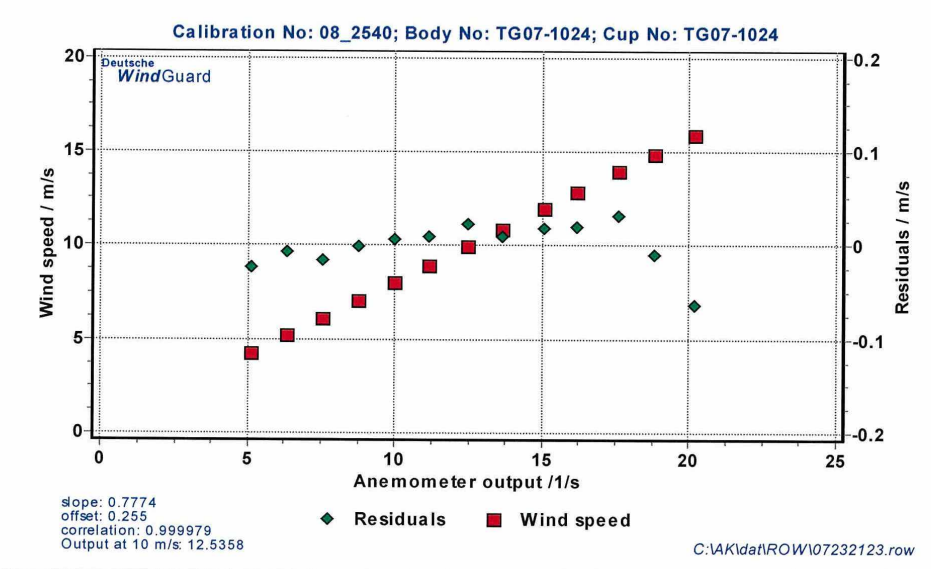
DKD calibration no. 08_2540
Body no. TG07-1024
Cup no. TG07-1024
Date 23.07.2008
Air temperature 23.9 deg
Air pressure 1025.3 hPa
Humidity 52.5 %



Linear regression analysis

Slope 0.77736 (m/s)/(1/s) ±0.00153 (m/s)/(1/s)
Offset 0.255 m/s ±0.021 m/s
St.err(Y) 0.026 m/s
Correlation coefficient 0.999979

Remarks no

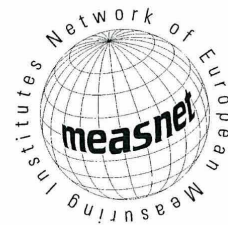


¹) According to MEASNET Cup Anemometer Calibration Procedure 09/1997.
Deutsche WindGuard Wind Tunnel Services is accredited by MEASNET and by the Deutscher Kalibrierdienst – DKD (German Calibration Service). Registration: DKD – K – 36801

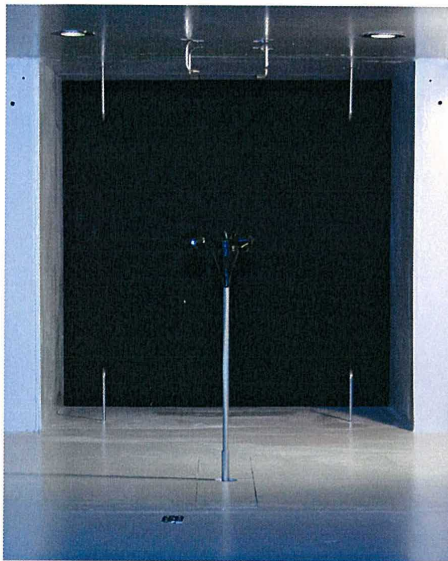
2 Instrumentation

Pos.	Sensor	Manufa.	Identification	Year	Calibration
1	Pitot static tube	Airflow	483/8 Nr. 000142	02	06/02
2	Pitot static tube	Airflow	483/8 Nr. 000143	02	06/02
3	Pitot static tube	Airflow	483/8 Nr. 000144	02	06/02
4	Pitot static tube	Airflow	483/8 Nr. 000145	02	06/02
5	Pressure transducer	Setra	C 239 Nr. 1688081	02	DWG12/07
6	Pressure transducer	Setra	C 239 Nr. 1688082	02	DWG12/07
7	Pressure transducer	Setra	C 239 Nr. 1688083	02	03/07
8	Pressure transducer	Setra	C 239 Nr. 1688084	02	03/05
9	El. Barometer	Vaisala	100 A Nr. X2010004	02	DWG12/07
10	El. Thermometer	Galltec	KPK 1/6-ME	02	DWG12/07
11	El. Humidity sensor	Galltec	KPK 1/6-ME	02	DWG12/07
12	Wind tunnel control	-	-	-	-
13	CAN-BUS / PC	esd	-	04	05/04
14	Anemometer	-	-	-	-
15	Universal Isolator	Knick	P2700 - 58285/8198430	05	01/06

Table I Description of the data acquisition system



3 Photo of the calibration set-up



Calibration set-up of the anemometer calibration in the wind tunnel of Deutsche WindGuard, Varel.
The anemometer shown is of the same type as the calibrated one.
Remark: The proportion of the set-up are not true to scale due to imaging geometry.

4 Deviation to MEASNET procedure

The calibration procedure is in all aspects in accordance with the IEC 61400-12-1 Procedure

5 References

- [1] J. Mander, D. Westermann, 12/2007 - Verfahrensweisung DKD-Kalibrierung von Windgeschwindigkeitssensoren
- [2] IEC 61400-12-1 12/2005 - Wind Turbine Power Performance Testing
- [3] ISO 3966 1977 - Measurement of fluid flow in closed conduits
- [4] MEASNET 09 1997 - Cup Anemometer Calibration Procedure

SPECIFICATIONS

NRG #40C Anemometer

FEATURES

- The standard anemometer used in the wind energy industry
- Short distance constant
- Simple, durable design



The NRG #40C anemometer is the industry standard anemometer used worldwide. NRG #40 anemometers have recorded wind speeds of 96 m/s (214 mph). Their low moment of inertia and unique bearings permit very rapid response to gusts and lulls. Because of their output linearity, these sensors are ideal for use with various data retrieval systems. A four pole magnet induces a sine wave voltage into a coil producing an output signal with a frequency proportional to wind speed. The #40C is constructed of rugged Lexan cups molded in one piece for repeatable performance. A protective rubber terminal boot is included.

SPECIFICATIONS

Description	Sensor type	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 214 mph) (highest recorded)
	Instrument compatibility	all NRG loggers
Output signal	Signal type	low level AC sine wave, frequency linearly proportional to windspeed
	Transfer function	$m/s = (Hz \times 0.765) + 0.35$ [miles per hour = $(Hz \times 1.711) + 0.78$]
	Accuracy	within 0.1 m/s (0.2 mph) for the range 5 m/s to 25 m/s (11 mph to 55 mph)
	Calibration	each anemometer individually calibrated, calibration reports provided via electronic download
	Output signal range	0 Hz to 125 Hz (highest recorded)



Global leaders in wind assessment technology

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

SPECIFICATIONS

Response characteristics	Threshold	0.78 m/s (1.75 miles per hour)
	Distance constant (63% recovery)	3.0 m (10 feet)
	Moment of inertia	$68 \times 10^{-6} \text{ S-ft}^2$
	Swept diameter of rotor	190 mm (7.5 inches)
Installation	Mounting	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
Environmental	Operating temperature range	-55 °C to 60 °C (-67 °F to 140 °F)
	Operating humidity range	0 to 100% RH
Physical	Connections	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	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

Global leaders in wind assessment technology



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

SPECIFICATIONS

NRG #200P Wind Direction Vane

FEATURES

- The standard wind direction vane used in the wind energy industry
- Simple, durable design
- Corrosion-resistant materials



The NRG #200P wind direction vane is the industry standard wind direction vane used worldwide. The thermoplastic and stainless steel components resist corrosion and contribute to a high strength-to-weight ratio. The vane is directly connected to a precision conductive plastic potentiometer located in the main body. An analog voltage output directly proportional to the wind direction is produced when a constant DC excitation voltage is applied to the potentiometer. A rubber terminal boot is included.

SPECIFICATIONS

Description	Sensor type	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
Output signal	Signal type	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)
Power requirements	Supply voltage	Regulated potentiometer excitation of 1 V to 15 V DC
Response characteristics	Threshold	1 m/s (2.2 miles per hour)
Installation	Mounting	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
Environmental	Operating temperature range	-55 °C to 60 °C (-67 °F to 140 °F)



Global leaders in wind assessment technology

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

SPECIFICATIONS

	Operating humidity range	0 to 100% RH
	Lifespan	50 million revolutions (2-6 years normal operation)
Physical	Connections	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
Materials	Body	black UV stabilized static-dissipating plastic
	Shaft	stainless steel
	Bearing	stainless steel
	Wing	black UV stabilized injection molded plastic
	Boot	protective PVC sensor terminal boot included
	Terminals	brass

Global leaders in wind assessment technology



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

NOMAD[®] 2

WIND RESOURCE DATA LOGGER



The Wind Industry's Most Flexible Data Logger



 SECONDWIND

NOMAD™ 2 WIND DATA LOGGER SPECIFICATIONS

SENSOR INPUTS

12 counter inputs	<ul style="list-style-type: none">Configurable for AC & pulse anemometers, other frequency-output devices, and high/low digital or relay state signalingFrequency range DC to 2 kHzHigh display resolution with low frequency anemometersInput high/low threshold configurable for 0V or 3VConfigurable filtering for low frequency devices1-second count integration, $\pm 0.02\%$ accuracy
8 analog inputs	<ul style="list-style-type: none">Configurable range of 0 to 2.5V or 5V12-bit analog to digital conversion1-second sampling, $\pm 0.02\%$ accuracyDirect interface to potentiometer wind vanes, 10k thermistors, and analog-output transducers
Fault detection	<ul style="list-style-type: none">Feedback input from 2.5V+ excitation output for wiring and device fault detection
Internal temperature	<ul style="list-style-type: none">1-second sampling, $\pm 2^\circ\text{C}$ accuracy
Power supplies	<ul style="list-style-type: none">Measurement of two 9V batteries and 12V power

OUTPUTS

2.5V+ excitation:	<ul style="list-style-type: none">2.5V+ smart-switched excitation distributed to all input terminal blocks for energy-conserving measurement of potentiometers and thermistorsCalibrated to $\pm 5\text{mV}$, 25 ppm/$^\circ\text{C}$, 250 mA max
12V transducer power	<ul style="list-style-type: none">12V+ smart-switched transducer power output distributed to all input terminal blocks for energy-conserving operation of electronic transducers1 Amp maximum
12V modem power	<ul style="list-style-type: none">12V+ configurable switched modem power output for energy-conserving operation of cellular & other modems1 Amp maximum
Relay output	<ul style="list-style-type: none">For de-icing or other control applicationsSPST dry contact, 1 Amp maximum, AC or DCModbus-controlled

POWER SUPPLY

9 Volt batteries:	<ul style="list-style-type: none">2 parallel standard 9V batteries in sliding receptaclesUp to 6 months operation with alkaline, up to one year with lithium (-40°C) batteries that have no shipping restrictions
12 Volt Power:	<ul style="list-style-type: none">12V (10-18V DC) input for internal primary or rechargeable batteries, external DC power supply, or regulated solar panelTwo-screw removable internal mounting for lead-acid batteries for higher power transducer, controls, and communication gear, standard sizes up to 20 AH, extreme environment sizes up to 8 AH
Solar:	<ul style="list-style-type: none">Optional on-board solar charging regulator/controller

SERIAL PORTS

	<ul style="list-style-type: none">3 independent RS232C serial ports, up to 115 kBaud
Local port	<ul style="list-style-type: none">Direct straight-cable connection to laptop or PCStandard pinout DB9, DCE
Remote port	<ul style="list-style-type: none">Connects to modem, radio, or asynch network adapterAuto-wakeup Rx inputInternally connected for SWL-supplied modem optionsField-wireable terminals for customer-installed devices
Device Port:	<ul style="list-style-type: none">Connects to and logs from communicating transducers including multifunction Phaser® power transducers & ultrasonic anemometersPollable Modbus RTU for SCADA and other general applications

ESD PROTECTION

- All inputs, outputs, and serial port signaling transient and fault protected
- No additional lightning protection needed

USER INTERFACE

Local Display:	<ul style="list-style-type: none">4 x 20 alphanumeric character display, LCD or VFDConfigurable smart-switched powerAutomatic temperature-compensating LCD contrast
Keypad	<ul style="list-style-type: none">7-key sealed membrane keypad
Remote interface	<ul style="list-style-type: none">Full display, configuration, data transfer, & firmware upgradability by local port or modem connection to any PC via NOMAD Desktop™
Status light:	<ul style="list-style-type: none">Heartbeat LED indicates operational status independent of display

INPUT AND DATA PROCESSING

Wind speed	<ul style="list-style-type: none">Slope & offset scaling, auto-zeroing for counter inputs
Wind direction	<ul style="list-style-type: none">Modulo 360° and true vector processingDeadband location correction
Temperature	<ul style="list-style-type: none">Thermistor linearization to device accuracy ($\pm 0.1^\circ\text{C}$)
Math functions	<ul style="list-style-type: none">Average, standard deviation, maximum, time of maximum, minimum, time of minimum, total, cycles, sample value
Recording intervals	<ul style="list-style-type: none">1 minute, 10 minutes, hourly, or daily in any combination for all inputs and math functions

DATA STORAGE

Media	<ul style="list-style-type: none">Industry/consumer standard Compact Flash, up to 256MBRead/write-able by any notebook or desktop PC via PCMCIA adapter or any USB-type Compact Flash adapterFull -40° to 85°C operation rated devices available
Formats	<ul style="list-style-type: none">Card directory & file formats are fully Windows™ compatibleAny FAT (PC) formatted Compact Flash card fully usableData written to daily files in named monthly subdirectoriesEach datum in standard IEEE floating point format, indexed for positive database ID independent of file name/locationEach datum time-stamped in Universal Time (UT/GMT), configurable for time zone & daylight savings offsets
Transfer	<ul style="list-style-type: none">Files transferable by card removal, local serial connection, remote dial-up connection, or as e-mail attachments

PHYSICAL

Operating temp:	<ul style="list-style-type: none">-40° to 85°C all specifications (Vacuum Fluorescent Display)
LCD temperature:	<ul style="list-style-type: none">LCD operates from -20° to 70°C, storage -30° to 80°C
Internal RT clock	<ul style="list-style-type: none">± 1 minute/month accuracy, internet time-server adjustableBacked up by socketed 2032 Lithium coin cell (10 year life)
Wire & cabling	<ul style="list-style-type: none">12 six-screw, 0.2" (5mm) cage clamp style terminal blocksSignal, ground, excitation, switched & unswitched 12V power distributed to each of 8 terminal blocksStandard SMA-F bulkhead connector for external antennasFour 3/4" npt/pg21 knockouts for cable & conduit installation
Enclosure	<ul style="list-style-type: none">Integrated waterproof instrument enclosure, wire and cable junction box, and lockable rain shedUpper section NEMA4/IP66 (watertight), lower section NEMA3R (rain tight) or NEMA4 with cable glands16 ga. steel, 14 ga. mounting flanges, TGIC powdercoated14 x 12 x 5.5 inches (350 x 300 x 140mm), 20 lbs. (9 kg)Mini-rack mounting for internal modem optionsSwing-out panels for modem and 12V battery accessSurface, truss-tower, or tube-tower mountingSingle no-tools padlockable hasp closure

AVAILABLE OPTIONS

- Vacuum Fluorescent Display
- GSM/GPRS, CDMA, and AMPS cellular modems
- Satellite modem (Iridium)
- Landline telephone (POTS) modem
- Integrated solar charging systems, including charge regulator, panel, mounting brackets, and lead-acid batteries

RIFERIMENTO1



La stazione vista da Nord



La stazione vista da Est

RIFERIMENTO 1



La Stazione vista da Sud



La Stazione vista da Ovest

RIFERIMENTO 1



Dal punto di misura verso Nord



Dal punto di misura verso Est

RIFERIMENTO 1



Dal punto di misura verso Sud



Dal punto di misura verso Ovest

ALLEGATO A2

STAZIONE ANEMOMETRICA DI RIFERIMENTO 1
- Regione Puglia - Cod. RIF1
DISPONIBILITÀ GIORNALIERA DEI DATI RELATIVA AL PERIODO: 01/06/2011 -
19/06/2012

Da: 01/06/2011
A: 19/06/2012

G GIORNO
x DISPONIBILITÀ DATO (100%)

G GIORNO
+ DISPONIBILITÀ DATO (parziale)

G GIORNO
- DATI NON DISPONIBILI

	30 m		20 m	
n°dati	55302		55302	
n°dati VELOCITÀ validi	53114	96.04%	53114	96.04%
n°dati DIREZIONE validi	53114	96.04%	53114	96.04%

GIUGNO 2011	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	
VELOCITÀ 30	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	
DIREZIONE 30	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	
VELOCITÀ 20	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	
DIREZIONE 20	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	
LUGLIO 2011	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31
VELOCITÀ 30	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	
DIREZIONE 30	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	
VELOCITÀ 20	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	
DIREZIONE 20	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	
AGOSTO 2011	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31
VELOCITÀ 30	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	
DIREZIONE 30	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	
VELOCITÀ 20	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	
DIREZIONE 20	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	
SETTEMBRE 2011	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	
VELOCITÀ 30	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	
DIREZIONE 30	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	
VELOCITÀ 20	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	
DIREZIONE 20	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	
OTTOBRE 2011	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31
VELOCITÀ 30	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	+	+	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	
DIREZIONE 30	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	+	+	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	
VELOCITÀ 20	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	+	+	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	
DIREZIONE 20	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	+	+	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	
NOVEMBRE 2011	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	
VELOCITÀ 30	x	x	+	+	x	x	+	x	+	+	x	x	x	x	x	x	x	x	+	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	
DIREZIONE 30	x	x	+	+	x	x	+	x	+	+	x	x	x	x	x	x	x	x	+	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	
VELOCITÀ 20	x	x	+	+	x	x	+	x	+	+	x	x	x	x	x	x	x	x	+	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	
DIREZIONE 20	x	x	+	+	x	x	+	x	+	+	x	x	x	x	x	x	x	x	+	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	
DICEMBRE 2011	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31
VELOCITÀ 30	x	+	+	x	x	x	+	+	x	+	+	+	x	+	x	x	x	x	+	+	x	x	x	x	x	x	+	-	-	+	x
DIREZIONE 30	x	+	+	x	x	x	+	+	x	+	+	+	x	+	x	x	x	x	+	+	x	x	x	x	x	x	+	-	-	+	x
VELOCITÀ 20	x	+	+	x	x	x	+	+	x	+	+	+	x	+	x	x	x	x	+	+	x	x	x	x	x	x	+	-	-	+	x
DIREZIONE 20	x	+	+	x	x	x	+	+	x	+	+	+	x	+	x	x	x	x	+	+	x	x	x	x	x	x	+	-	-	+	x
GENNAIO 2012	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31
VELOCITÀ 30	+	+	+	+	+	x	x	x	x	x	x	x	+	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	+	+	x	x	x	x	x	+
DIREZIONE 30	+	+	+	+	+	x	x	x	x	x	x	x	+	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	+	+	x	x	x	x	x	+
VELOCITÀ 20	+	+	+	+	+	x	x	x	x	x	x	x	+	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	+	+	x	x	x	x	x	+
DIREZIONE 20	+	+	+	+	+	x	x	x	x	x	x	x	+	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	+	+	x	x	x	x	x	+

STAZIONE ANEMOMETRICA DI RIFERIMENTO 1
- Regione Puglia - Cod. RIF1
DISPONIBILITÀ GIORNALIERA DEI DATI RELATIVA AL PERIODO: 01/06/2011 -
19/06/2012

FEBBRAIO 2012	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29		
VELOCITÀ 30	X	X	X	X	X	X	X	X	X	+	+	X	X	X	X	X	X	X	+	+	X	X	X	X	X	X	X	X	X		
DIREZIONE 30	X	X	X	X	X	X	X	X	X	+	+	X	X	X	X	X	X	X	+	+	X	X	X	X	X	X	X	X	X		
VELOCITÀ 20	X	X	X	X	X	X	X	X	X	+	+	X	X	X	X	X	X	X	+	+	X	X	X	X	X	X	X	X	X		
DIREZIONE 20	X	X	X	X	X	X	X	X	X	+	+	X	X	X	X	X	X	X	+	+	X	X	X	X	X	X	X	X	X		
MARZO 2012	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31
VELOCITÀ 30	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	
DIREZIONE 30	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	
VELOCITÀ 20	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	
DIREZIONE 20	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	
APRILE 2012	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	
VELOCITÀ 30	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	
DIREZIONE 30	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	
VELOCITÀ 20	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	
DIREZIONE 20	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	
MAGGIO 2012	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31
VELOCITÀ 30	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	
DIREZIONE 30	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	
VELOCITÀ 20	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	
DIREZIONE 20	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	
GIUGNO 2012	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	
VELOCITÀ 30	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	+	-	+	X	X	X	X	X	+												
DIREZIONE 30	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	+	-	+	X	X	X	X	X	+												
VELOCITÀ 20	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	+	-	+	X	X	X	X	X	+												
DIREZIONE 20	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	+	-	+	X	X	X	X	X	+												

STAZIONE ANEMOMETRICA DI RIFERIMENTO 1
- Regione Puglia - Cod. RIF1
DISPONIBILITÀ MENSILE DEI DATI RELATIVA AL PERIODO: 01/06/2011 - 19/06/2012

	Sensore 30 m (sls)		Sensore 20 m (sls)	
N° Dati	55,302		55,302	
N° Dati validi di VELOCITÀ	53,114	96.04%	53,114	96.04%
N° Dati validi di DIREZIONE	53,114	96.04%	53,114	96.04%
VELOCITÀ media del VENTO (m/s)	4.57		4.12	

LEGENDA: Disponibilità Mensile dati validi	70% < x < 100%	50% < x < 69%	0% < x < 49%
---	----------------	---------------	--------------

Sensore	2011											
	G	F	M	A	M	G	L	A	S	O	N	D
Velocità 30 m	-	-	-	-	-	100%	100%	100%	100%	99%	95%	79%
	-	-	-	-	-	4.6	3.6	4.2	3.8	4.7	4.2	5.0
Direzione 30 m	-	-	-	-	-	100%	100%	100%	100%	99%	95%	79%
Velocità 20 m	-	-	-	-	-	100%	100%	100%	100%	99%	95%	79%
	-	-	-	-	-	4.4	3.2	3.9	3.4	4.1	3.6	4.3
Direzione 20 m	-	-	-	-	-	100%	100%	100%	100%	99%	95%	79%

Sensore	2012											
	G	F	M	A	M	G	L	A	S	O	N	D
Velocità 30 m	89%	95%	100%	100%	100%	53%	-	-	-	-	-	-
	5.4	5.7	4.7	5.1	4.4	4.0	-	-	-	-	-	-
Direzione 30 m	89%	95%	100%	100%	100%	53%	-	-	-	-	-	-
Velocità 20 m	89%	95%	100%	100%	100%	53%	-	-	-	-	-	-
	4.7	5.1	4.3	4.6	4.1	3.9	-	-	-	-	-	-
Direzione 20 m	89%	95%	100%	100%	100%	53%	-	-	-	-	-	-

ALLEGATO A3

GUIDA ALL' INTERPRETAZIONE DELLE TABELLE E DEI GRAFICI

- TABELLA A :** Tabulazione della curva di durata della velocità del vento ottenuta dai dati sperimentali.
- Al variare della velocità (valore medio nei 10 minuti) con passo di 0.5 m/s, sono riportati il numero di ore in cui tale velocità è superata e la relativa percentuale del tempo totale riferito ad un anno.
- Sono inoltre stimati i parametri della distribuzione di Weibull, velocità caratteristica V_c e fattore di forma k , e sulla base di tale distribuzione sono riportati i valori calcolati della velocità media V_{med} , dello scarto quadratico medio $sqmV$, della velocità media cubica V_{cub} e della potenza specifica P_v .
- GRAFICO 1 :** Riporta quattro curve:
- curva di durata sperimentale (curva con contrassegno -□-) i cui valori in ordinata riportano la percentuale del tempo totale (dell'anno) in cui la velocità del vento è superata;
 - curva di durata di Weibull (curva nera continua) ottenuta da quella sperimentale linearizzata applicando il metodo di interpolazione coi minimi quadrati, essa è definita dai due parametri V_c e k indicati;
 - istogramma che riporta in ordinata, in unità arbitrarie, un valore proporzionale alla frequenza della velocità del vento compresa tra i diversi intervalli di velocità di ampiezza 0.5 m/s;
 - distribuzione di frequenza della corrispondente distribuzione di Weibull (curva nera continua che interpola l'istogramma).
- GRAFICO 2 :** Riporta la distribuzione polare delle frequenze delle direzioni del vento (rosa dei venti).
- TABELLA B :** Sono riportati i parametri della velocità del vento per ciascun settore di direzione e per quelle non definite (indicate in tabella con NoDir quando mancano i dati di direzione), la percentuale dei valori di calma (con velocità del vento minore od uguale a 0.5 m/s) e gli stessi parametri calcolati indipendentemente dalla direzione (riga Totale).
- Più precisamente in tabella sono riportate le seguenti informazioni, avendo indicato con V_i l'i-esimo valor medio nei 10 minuti della velocità del vento nella sequenza totale di n valori:
- colonna 1 : numero d'ordine del settore di direzione secondo frequenze crescenti;
 - colonna 2 : nome del settore da Nord a NNO in senso orario;
 - colonna 3 : frequenza percentuale della direzione del vento nei diversi settori;
 - colonna 4 : numero di rilievi registrati n ;

- colonna 5 : media aritmetica delle velocità : $V_{med} = \sum_i \frac{1}{n} \cdot V_i$
- colonna 6 : scarto quadratico medio delle velocità : $sigV = \sqrt{\frac{1}{n} \cdot \sum_i (V_i - V_{med})^2}$
- colonna 7 : media cubica delle velocità : $V_{cub} = \sqrt[3]{\frac{1}{n} \cdot \sum_i V_i^3}$
- colonna 8 : valore massimo della velocità : $V_{max} = \max_i \{V_i\}$
- colonna 9 : potenza specifica media P_v

TABELLA C : Sono riportati i parametri caratteristici della velocità del vento rilevati in ciascun mese dell'anno; con i dati medi mensili sono poi ottenuti i parametri stagionali (in realtà riferiti a trimestri praticamente coincidenti con le stagioni) e quelli annuali. Più precisamente in tabella sono riportate per ogni mese le seguenti informazioni:

- colonna 1 : nome del mese;
- colonna 2 : numero di mesi equivalenti di acquisizione, pari al rapporto tra il numero totale di dati acquisiti entro quel mese (anche in anni diversi), ed il numero totale di dati attesi nel periodo di quel dato mese dell'anno;
- colonna 3 : velocità media nel mese (in m/s);
- colonna 4 : scarto quadratico medio della velocità nel mese (in m/s);
- colonna 5 : velocità media cubica nel mese (in m/s);
- colonna 6 : velocità massima nel mese (in m/s);
- colonna 7 : potenza specifica media della vena fluida nel mese (in W/m²);
- colonna 8 : energia specifica media del vento nel mese (in kWh/m²).

Dai dati medi mensili sono poi calcolati i valori medi stagionali delle stesse grandezze in colonna e quindi i valori medi totali annuali. Questi ultimi valori stimano i parametri della velocità del vento medio annuale dando lo stesso peso alle componenti stagionali indipendentemente dalla numerosità dei dati acquisiti nei diversi mesi dell'anno.

Il calcolo assume significato solo se per ogni mese dell'anno è disponibile un minimo di dati acquisiti Meq maggiore di almeno il 20%.

GRAFICO 3 : Riporta gli andamenti della velocità massima, della velocità media (-□-) e dello scarto quadratico medio della velocità del vento nelle diverse direzioni. L'angolo giro è stato suddiviso in 72 settori di 5° ciascuno. All'angolo 0° corrisponde il Nord e si deve considerare positivo il senso di rotazione orario (all'angolo 90° corrisponde l'Est, ecc.).

GRAFICO 4 : Indica la distribuzione dell'energia specifica della vena fluida in kWh/m² nelle diverse direzioni. L'angolo giro è stato suddiviso in 72 settori di 5° ciascuno. All'angolo 0° corrisponde il Nord e si deve considerare positivo il senso di rotazione orario (all'angolo 90° corrisponde l'Est, ecc.).

Il grafico tiene conto per ciascuna direzione sia della frequenza del vento che della sua intensità, esso infatti evidenzia i settori di direzione del vento con maggior contenuto energetico.

GRAFICO 5 : Riporta l'istogramma delle velocità massime, medie e dello scarto quadratico medio della velocità nei 12 mesi dell'anno.

GRAFICO 6 : Riporta mese per mese l'andamento dell'energia specifica intrinseca alla vena fluida in kWh/m². Il grafico mette in evidenza le componenti stagionali della risorsa eolica.

GRAFICO 7 : Riporta gli andamenti della velocità massima, media e dello scarto quadratico medio della velocità nell'arco delle 24 ore del giorno; per ogni intervallo di 10 minuti della giornata è riportata la media dei valori registrati, nei diversi giorni dell'anno, nell'intervallo corrispondente.

GRAFICO 8 : Riporta l'istogramma della potenza specifica media della vena fluida in W/m² nell'arco delle 24 ore del giorno; per ogni intervallo di 10 minuti della giornata è riportata la media delle potenze rilevate, nei diversi giorni dell'anno, nell'intervallo corrispondente. Il grafico mette in evidenza la componente giornaliera della risorsa eolica.

TABELLA D : Sono riportati parametri statistici relativi ai valori ottenuti per la turbolenza T del vento definita come rapporto percentuale tra il valore dello scarto quadratico medio della velocità del vento rilevato nei 10 minuti ed il corrispondente valore medio:

$$T = 100 \cdot \text{sig}V(10') / V_{\text{med}}(10')$$

Il valore di turbolenza viene calcolato solo per velocità medie nei 10 minuti superiori a 0.5 m/s, in tabella i parametri statistici della variabile T sono classificati separatamente per settori di direzione e per classi di velocità. In particolare sono riportati:

- colonna 1 : settore di direzione o classe di velocità;
- colonna 2 : percentuale di occorrenze (nel settore o nella classe);
- colonna 3 : numero di occorrenze n (nel settore o nella classe);
- colonna 4 : turbolenza media T_{med} (nel settore o nella classe);
- colonna 5 : scarto quadratico medio della turbolenza $\text{sig}T$ (nel settore o nella classe);

- colonna 6 : valore percentile al 5%, $T_{5\%}$ (nel settore o nella classe), esso rappresenta un valore minimo di turbolenza che è superato con una probabilità del 95%;
- colonna 7 : valore percentile al 95%, $T_{95\%}$ (nel settore o nella classe), esso rappresenta un valore massimo di turbolenza che è superato con una probabilità del 5%.

La prima riga Totale rappresenta i parametri della distribuzione della turbolenza per tutte le velocità del vento superiori al valore di calma di 0.5 m/s, mentre la seconda riga Totale* (contrassegnata da *) rappresenta i parametri della distribuzione della turbolenza solo per velocità del vento superiori a 4 m/s.

In questo Totale* non vengono quindi considerate le classi di velocità minori di 4 m/s, quelle in cui l'aerogeneratore non produce, e pertanto in esso sono riportati i parametri della distribuzione della turbolenza che andrebbe ad interessare l'aerogeneratore.

GRAFICO 9 : Riporta l'istogramma della distribuzione dell'intensità di turbolenza T della velocità del vento nell'intervallo di dieci minuti e la corrispondente curva di durata sperimentale.

Nel grafico sono riportate altre due curve (tratto continuo blu) che rappresentano la distribuzione di frequenza e la curva di durata dei valori di turbolenza calcolati con le sole velocità del vento superiori a 4 m/s, quelle di interesse per l'aerogeneratore.

TABELLA E : Sono riportati parametri statistici relativi ai valori ottenuti per il rapporto di raffica R della velocità del vento definito come rapporto tra il valore massimo della velocità del vento rilevato nei 10 minuti ed il corrispondente valore medio:

$$R = \max V(10') / V_{med}(10')$$

Il valore del rapporto di raffica viene calcolato solo per velocità medie nei 10 minuti superiori a 0.5 m/s, in tabella i parametri statistici della variabile R sono classificati separatamente per settori di direzione e per classi di velocità. In particolare sono riportati:

- colonna 1 : settore di direzione o classe di velocità;
- colonna 2 : percentuale di occorrenze (nel settore o nella classe);
- colonna 3 : numero di occorrenze n (nel settore o nella classe);
- colonna 4 : rapporto di raffica medio R_{med} (nel settore o nella classe);
- colonna 5 : scarto quadratico medio del rapporto di raffica $sigR$ (nel settore o nella classe);
- colonna 6 : valore percentile al 5%, $R_{5\%}$ (nel settore o nella classe), esso rappresenta un valore minimo del rapporto di raffica che è superato con una probabilità del 95%;

- colonna 7 : valore percentile al 95%, $R_{95\%}$ (nel settore o nella classe), esso rappresenta un valore massimo del rapporto di raffica che è superato con una probabilità del 5%.

La prima riga Totale rappresenta i parametri della distribuzione del rapporto di raffica per tutte le velocità del vento superiori al valore di calma di 0.5 m/s, mentre la seconda riga Totale* (contrassegnata da *) rappresenta i parametri della distribuzione del rapporto di raffica solo per velocità del vento superiori a 4 m/s.

In questo Totale* non vengono quindi considerate le classi di velocità minori di 4 m/s, quelle in cui l'aerogeneratore non produce, e pertanto in esso sono riportati i parametri della distribuzione del rapporto di raffica che andrebbe ad interessare l'aerogeneratore.

GRAFICO 10 : Riporta l'istogramma della distribuzione del rapporto di raffica R della velocità del vento nell'intervallo di dieci minuti e la corrispondente curva di durata sperimentale.

Nel grafico sono riportate altre due curve (tratto continuo blu) che rappresentano la distribuzione di frequenza e la curva di durata dei valori di rapporto di raffica calcolati con le sole velocità del vento superiori a 4 m/s, quelle di interesse per l'aerogeneratore.

TABELLA F : Sono riportati parametri statistici relativi ai valori ottenuti per il gradiente al suolo α della velocità del vento calcolato per ogni 10 minuti con la seguente formula:

$$\alpha = \log(V_{2med}(10') / V_{1med}(10')) / \log(h_2 / h_1)$$

dove α è il gradiente della velocità del vento al suolo, $V_{2med}(10')$ e $V_{1med}(10')$ sono le velocità medie del vento rilevate nei 10 minuti alle corrispondenti altezze dal suolo h_2 e h_1 . Tale indice permette di stimare la velocità del vento al mozzo dell'aerogeneratore, solitamente superiore all'altezza delle misure, sulla base dei dati di vento misurati alle due altezze dal suolo h_2 e h_1 .

Una relazione che permette di stimare tale velocità è del tipo esponenziale ed è riportata nella seguente formula:

$$V_{mozzo} = V_{misura} \cdot (h_{mozzo} / h_{misura})^{\alpha}$$

Il valore del gradiente α , indicato in tabella con A , viene calcolato solo per velocità medie nei 10 minuti entrambe superiori a 0.5 m/s, in tabella i parametri statistici della variabile A sono classificati separatamente per settori di direzione e per classi di velocità. In particolare sono riportati:

- colonna 1 : settore di direzione o classe di velocità;
- colonna 2 : percentuale di occorrenze (nel settore o nella classe);
- colonna 3 : numero di occorrenze n (nel settore o nella classe);

- colonna 4 : gradiente medio A_{med} (nel settore o nella classe);
- colonna 5 : scarto quadratico medio del gradiente $sigA$ (nel settore o nella classe);
- colonna 6 : valore percentile al 5%, $A_{5\%}$ (nel settore o nella classe), esso rappresenta un valore minimo del gradiente che è superato con una probabilità del 95%;
- colonna 7 : valore percentile al 95%, $A_{95\%}$ (nel settore o nella classe), esso rappresenta un valore massimo del gradiente che è superato con una probabilità del 5%.

La prima riga Totale rappresenta i parametri della distribuzione del gradiente della velocità del vento al suolo per tutte le velocità del vento superiori al valore di calma di 0.5 m/s, mentre la seconda riga Totale* (contrassegnata da *) rappresenta i parametri della distribuzione del gradiente solo per velocità del vento superiori a 4 m/s.

In questo Totale* non vengono quindi considerate le classi di velocità minori di 4 m/s, quelle in cui l'aerogeneratore non produce, e pertanto in esso sono riportati i parametri della distribuzione del gradiente della velocità del vento al suolo che andrebbe ad interessare l'aerogeneratore.

GRAFICO 11 : Riporta l'istogramma della distribuzione del gradiente della velocità del vento al suolo A calcolato per ogni intervallo di dieci minuti e la corrispondente curva di durata sperimentale.

Nel grafico sono riportate altre due curve (tratto continuo blu) che rappresentano la distribuzione di frequenza e la curva di durata dei valori del gradiente calcolati per le sole velocità del vento superiori a 4 m/s, quelle di interesse per l'aerogeneratore.

TABELLA G : Sono riportati parametri statistici relativi ai valori dello scarto quadratico medio della direzione del vento misurati per ciascuno dei 10 minuti. Tale grandezza rappresenta la turbolenza della direzione del vento.

Il valore dello scarto quadratico medio della direzione, indicato in tabella con D , viene considerato solo per velocità medie nei 10 minuti superiori a 0.5 m/s, in tabella i parametri statistici della variabile D sono classificati separatamente per settori di direzione e per classi di velocità. In particolare sono riportati:

- colonna 1 : settore di direzione o classe di velocità;
- colonna 2 : percentuale di occorrenze (nel settore o nella classe);
- colonna 3 : numero di occorrenze n (nel settore o nella classe);
- colonna 4 : media della variabile scarto direzione D_{med} (nel settore o nella classe);
- colonna 5 : scarto quadratico medio della variabile scarto direzione $sigD$ (nel settore o nella classe);

- colonna 6 : valore percentile al 5%, $D_{5\%}$ (nel settore o nella classe), esso rappresenta un valore minimo di scarto della direzione che è superato con una probabilità del 95%;
- colonna 7 : valore percentile al 95%, $D_{95\%}$ (nel settore o nella classe), esso rappresenta un valore massimo di scarto della direzione che è superato con una probabilità del 5%.

La prima riga Totale rappresenta i parametri della distribuzione dello scarto quadratico medio della direzione per tutte le velocità del vento superiori al valore di calma di 0.5 m/s, mentre la seconda riga Totale* (contrassegnata da *) rappresenta i parametri della distribuzione della variabile scarto direzione solo per velocità del vento superiori a 4 m/s.

In questo Totale* non vengono quindi considerate le classi di velocità minori di 4 m/s, quelle in cui l'aerogeneratore non produce, e pertanto in esso sono riportati i parametri della distribuzione dello scarto quadratico medio della direzione, turbolenza della direzione, che andrebbe ad interessare l'aerogeneratore.

GRAFICO 12 : Riporta l'istogramma della distribuzione dello scarto quadratico medio della direzione del vento, o turbolenza della direzione, D nell'intervallo di dieci minuti e la corrispondente curva di durata sperimentale.

Nel grafico sono riportate altre due curve (tratto continuo blu) che rappresentano la distribuzione di frequenza e la curva di durata dei valori di scarto direzione calcolati con le sole velocità del vento superiori a 4 m/s, quelle di interesse per l'aerogeneratore.

TABELLA H : Sono riportati i parametri statistici ed i valori delle misure di temperatura rilevati in ciascuno dei mesi dell'anno. In particolare sono riportati:

- colonna 1 : nome del mese;
- colonna 2 : numero di mesi equivalenti di acquisizione, pari al rapporto tra il numero totale di dati acquisiti entro quel mese (anche in anni diversi), ed il numero totale di dati attesi nel periodo di quel dato mese dell'anno;
- colonna 3 : numero di rilievi registrati
- colonna 4 : temperatura minima T_{min} (in °C)
- colonna 5 : temperatura media T_{med} (in °C)
- colonna 6 : temperatura massima T_{max} (°C)

Dai dati medi mensili sono poi calcolati i valori medi totali annuali delle stesse grandezze in colonna.

GRAFICI 13/14 : Riportano gli andamenti della temperatura minima, massima e media nell'arco dei mesi dell'anno e nell'arco delle 24 ore del giorno.

STAZIONE ANEMOMETRICA : RIFERIMENTO 1 - Regione: Puglia (Cod. RIF1)

Periodo di elaborazione: 01/06/2011 - 19/06/2012 (numero giorni: 385)

Percentuale dati disponibili = 96.04 % (53114 dati su 55302)

Velocita' del vento V in m/s rilevata a 30 m dal suolo
Tabella A : CURVA DI DURATA DELLA VELOCITA' DEL VENTO

m/s	ore/anno	%	m/s	ore/anno	%
0.0	8760.0	100.00	0.5	8426.0	96.19
1.0	8217.4	93.81	1.5	7918.4	90.39
2.0	7473.1	85.31	2.5	6902.1	78.79
3.0	6210.4	70.89	3.5	5474.8	62.50
4.0	4663.8	53.24	4.5	3877.1	44.26
5.0	3168.6	36.17	5.5	2554.4	29.16
6.0	2060.8	23.52	6.5	1670.1	19.06
7.0	1355.1	15.47	7.5	1072.5	12.24
8.0	857.5	9.79	8.5	687.8	7.85
9.0	551.9	6.30	9.5	444.0	5.07
10.0	364.2	4.16	10.5	294.2	3.36
11.0	235.8	2.69	11.5	183.7	2.10
12.0	151.2	1.73	12.5	118.6	1.35
13.0	92.9	1.06	13.5	75.7	0.86
14.0	55.3	0.63	14.5	39.7	0.45
15.0	26.9	0.31	15.5	18.5	0.21
16.0	12.4	0.14	16.5	7.9	0.09
17.0	5.3	0.06	17.5	4.3	0.05
18.0	3.5	0.04	18.5	2.8	0.03
19.0	1.8	0.02	19.5	1.5	0.02
20.0	1.3	0.02	20.5	0.7	0.01
21.0	0.5	0.01	21.5	0.2	0.00
22.0	0.2	0.00	22.5	0.0	0.00
23.0	0.0	0.00	23.5	0.0	0.00
24.0	0.0	0.00	24.5	0.0	0.00
25.0	0.0	0.00	25.5	0.0	0.00
26.0	0.0	0.00	26.5	0.0	0.00
27.0	0.0	0.00	27.5	0.0	0.00
28.0	0.0	0.00	28.5	0.0	0.00
29.0	0.0	0.00	29.5	0.0	0.00
30.0	0.0	0.00	30.5	0.0	0.00

Parametri della distribuzione di Weibull :	Vc = 5.07	k = 1.68
---	------------------	-----------------

Parametri della velocità del vento calcolati con la distribuzione di Weibull:		
Vmed = 4.53 m/s	sqmV = 2.78 m/s	Vcub = 6.01 m/s
Potenza specifica della vena fluida		Pv = 133 W/m2

Tabella A

STAZIONE ANEMOMETRICA : RIFERIMENTO 1 - Regione: Puglia (Cod. RIF1)

Periodo di elaborazione: 01/06/2011 - 19/06/2012 (numero giorni: 385)

Percentuale dati disponibili = 96.04 % (53114 dati su 55302)

Velocita' del vento V in m/s rilevata a 30 m dal suolo

Grafico 1 : CURVE DI DURATA E DISTRIBUZIONE DI FREQUENZA DELLA VELOCITA' DEL VENTO

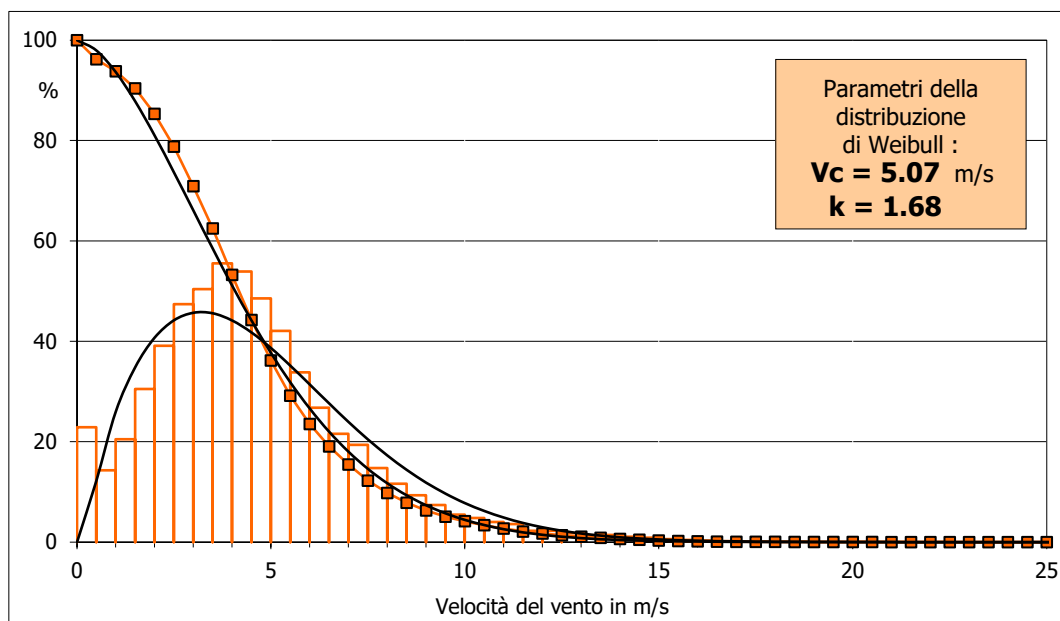
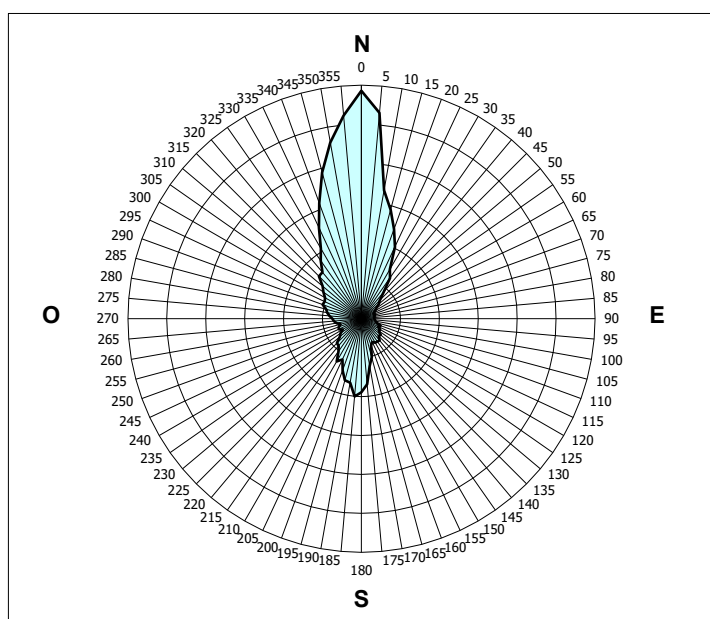


Grafico 2 : FREQUENZE DELLE DIREZIONI DEL VENTO (ROSA DEI VENTI)



Grafici 1 e 2

STAZIONE ANEMOMETRICA : RIFERIMENTO 1 - Regione: Puglia (Cod. RIF1)

Periodo di elaborazione: 01/06/2011 - 19/06/2012 (numero giorni: 385)

Percentuale dati disponibili = 96.04 % (53114 dati su 55302)

Velocita' del vento V in m/s rilevata a 30 m dal suolo
Tabella B : PARAMETRI DELLA VELOCITA' DEL VENTO PER SETTORI DI DIREZIONE

	Sett.	%	n	Vmed (m/s)	sigV (m/s)	Vcub (m/s)	Vmax (m/s)	Pv (W/m ²)
1°	N	28.0	14866	5.74	2.77	7.00	19.5	210
3°	NNE	10.1	5372	4.75	2.24	5.72	12.9	115
11°	ENE	2.7	1412	3.19	1.44	3.78	9.0	33
12°	E	2.0	1083	3.05	1.42	3.65	8.1	30
10°	ESE	3.3	1749	3.27	1.63	4.08	14.9	41
8°	SSE	4.3	2263	4.60	3.11	6.46	18.3	165
4°	S	9.9	5232	5.03	2.45	6.13	16.5	141
5°	SSO	7.1	3750	4.55	2.19	5.51	16.7	102
9°	OSO	3.9	2098	4.10	2.35	5.31	16.4	92
7°	O	4.5	2393	3.75	1.94	4.69	13.1	63
6°	ONO	6.9	3651	3.69	1.78	4.47	11.5	55
2°	NNO	13.6	7220	4.57	2.62	6.05	22.1	136
	NoDir	0.0	0	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
	Calme	3.8	2025	(velocità del vento minore o uguale a 0.5 m/s)				
	Totale =		53114	4.57	2.66	5.97	22.1	130

Tabella C : PARAMETRI DELLA VELOCITA' DEL VENTO NEI MESI DELL'ANNO

Mese	Meq.	Vmed (m/s)	sigV (m/s)	Vcub (m/s)	Vmax (m/s)	Pv (W/m ²)	Ev (kWh/m ²)
Dic	0.79	4.97	2.46	6.07	16.7	137	102
Gen	0.89	5.44	3.02	7.07	21.2	216	161
Feb	0.99	5.65	3.23	7.30	18.3	238	160
Mar	1.00	4.72	2.88	6.24	16.5	149	110
Apr	1.00	5.07	2.87	6.55	22.1	172	124
Mag	1.00	4.44	2.48	5.64	16.2	110	82
Giu	1.53	4.44	2.68	5.84	15.9	122	88
Lug	1.00	3.58	1.99	4.55	13.5	58	43
Ago	1.00	4.18	2.52	5.54	15.9	104	77
Set	1.00	3.80	2.05	4.73	12.4	65	47
Ott	0.99	4.66	2.61	5.93	14.1	128	95
Nov	0.95	4.24	2.01	5.16	13.3	84	61

Stagione	Vmed (m/s)	sigV (m/s)	Vcub (m/s)	Vmax (m/s)	Pv (W/m ²)	Ev (kWh/m ²)
Inverno (Dic - Feb)	5.34	2.92	6.84	21.2	196	423
Primavera (Mar - Mag)	4.74	2.76	6.16	22.1	143	316
Estate (Giu - Ago)	4.06	2.44	5.36	15.9	94	208
Autunno (Set - Nov)	4.24	2.27	5.33	14.1	93	202

Anno	4.59	2.66	5.98	22.1	131	1149
-------------	-------------	-------------	-------------	-------------	------------	-------------

Nota : Meq.= Numero equivalente di mesi con rilevazione di dati

Tabelle B e C

STAZIONE ANEMOMETRICA : RIFERIMENTO 1 - Regione: Puglia (Cod. RIF1)

Periodo di elaborazione: 01/06/2011 - 19/06/2012 (numero giorni: 385)

Percentuale dati disponibili = 96.04 % (53114 dati su 55302)

Velocita' del vento V in m/s rilevata a 30 m dal suolo

Grafico 3 : VELOCITA' MAX, MEDIA E S.Q.M. DELLE VELOCITA' PER SETTORE DI DIREZIONE

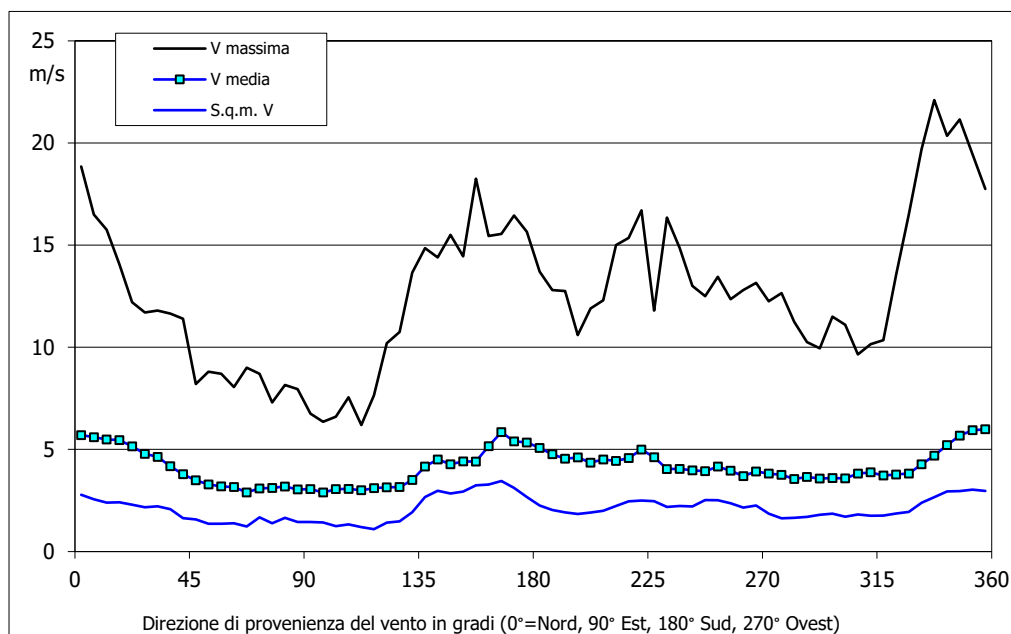
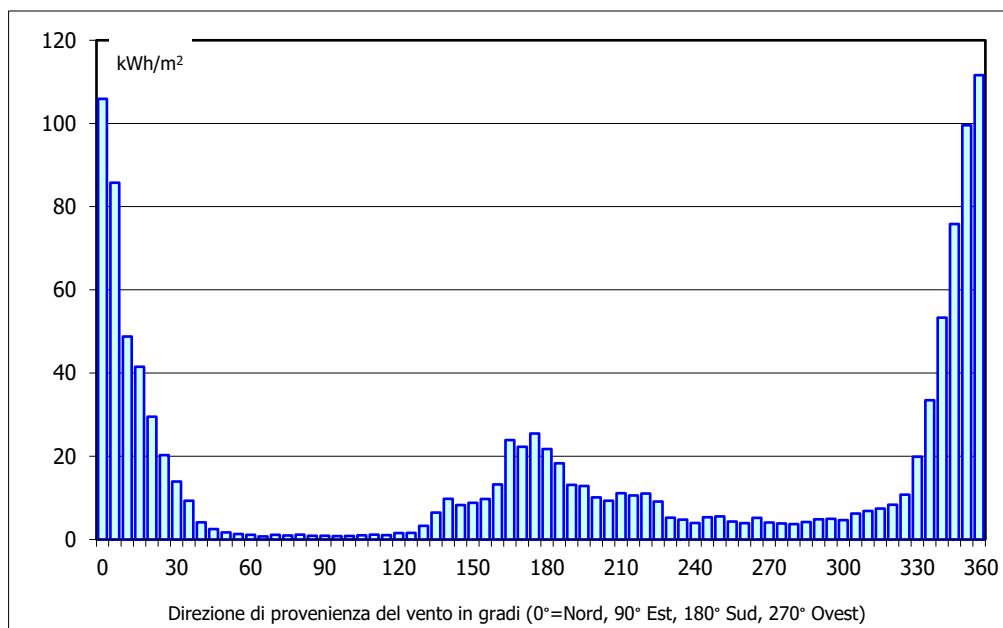


Grafico 4 : ENERGIA SPECIFICA DELLA VENA FLUIDA IN kWh/m² PER SETTORE DI DIREZIONE



Grafici 3 e 4

STAZIONE ANEMOMETRICA : RIFERIMENTO 1 - Regione: Puglia (Cod. RIF1)

Periodo di elaborazione: 01/06/2011 - 19/06/2012 (numero giorni: 385)

Percentuale dati disponibili = 96.04 % (53114 dati su 55302)

Velocita' del vento V in m/s rilevata a 30 m dal suolo

Grafico 5 : VELOCITA' MAX, MEDIA E S.Q.M. DELLE VELOCITA' NEI 12 MESI DELL'ANNO

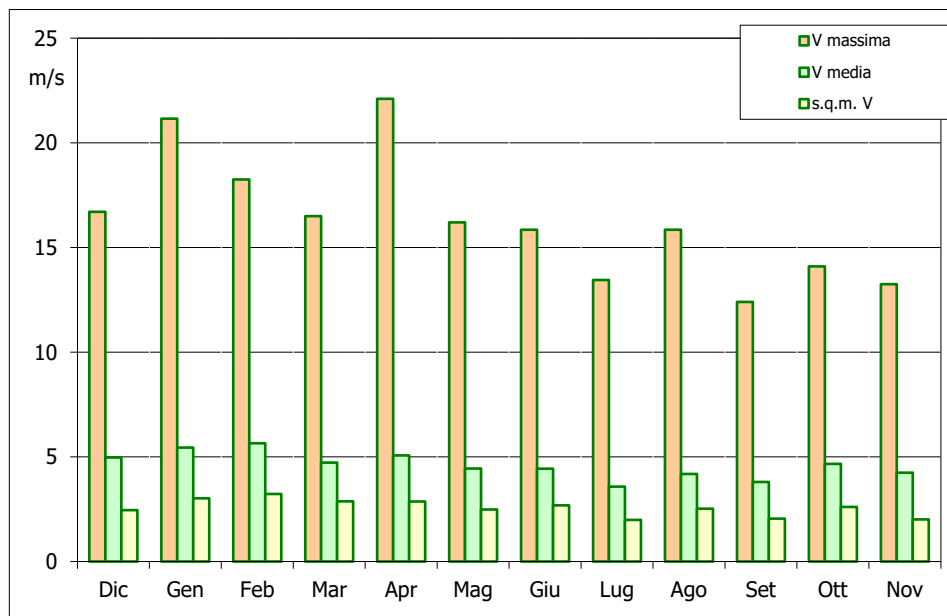
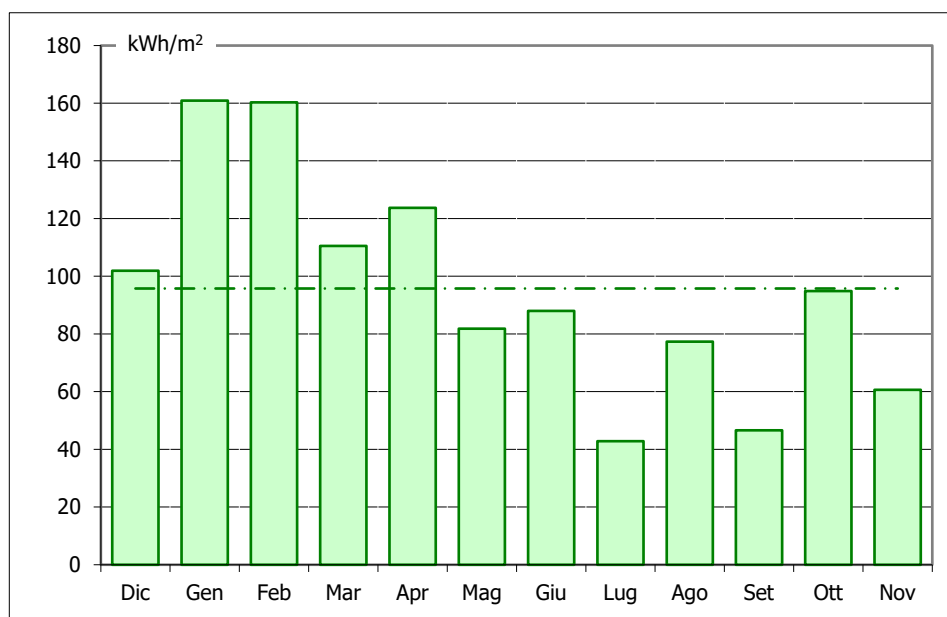


Grafico 6 : ENERGIA SPECIFICA MEDIA MENSILE DELLA VENA FLUIDA IN kWh/m2



Grafici 5 e 6

STAZIONE ANEMOMETRICA : RIFERIMENTO 1 - Regione: Puglia (Cod. RIF1)

Periodo di elaborazione: 01/06/2011 - 19/06/2012 (numero giorni: 385)

Percentuale dati disponibili = 96.04 % (53114 dati su 55302)

Velocita' del vento V in m/s rilevata a 30 m dal suolo

Grafico 7 : VELOCITA' MAX, MEDIA E S.Q.M. DELLE VELOCITA' NELLE 24 ORE DEL GIORNO

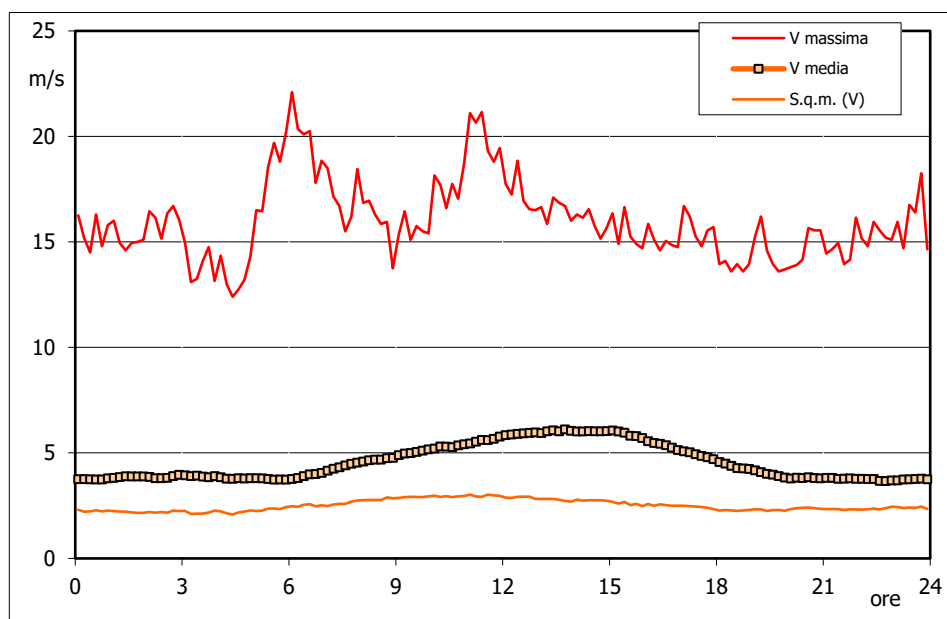
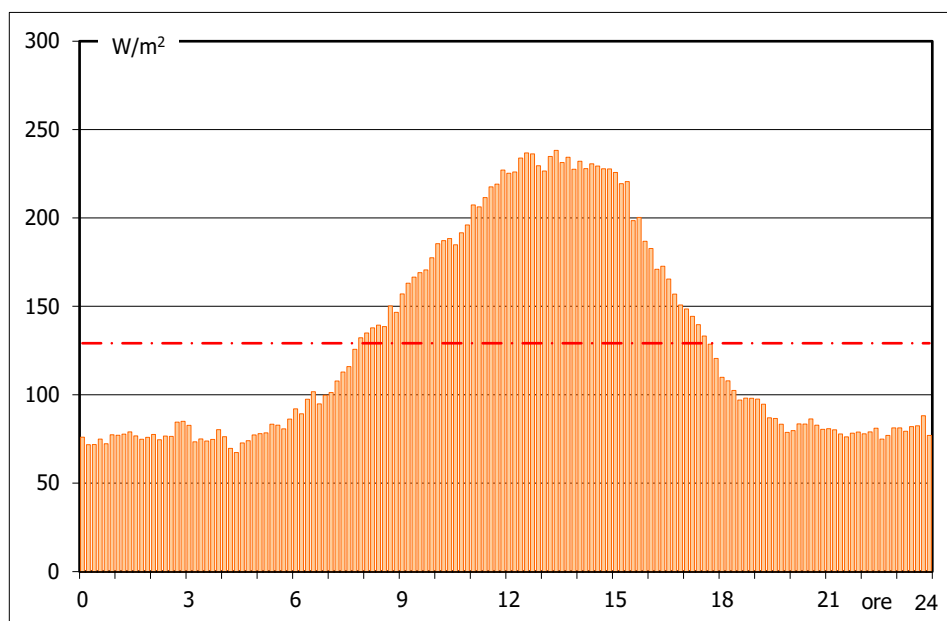


Grafico 8 : POTENZA SPECIFICA MEDIA DELLA VENA FLUIDA IN W/m² NELLE 24 ORE



Grafici 7 e 8

STAZIONE ANEMOMETRICA : RIFERIMENTO 1 - Regione: Puglia (Cod. RIF1)

Periodo di elaborazione: 01/06/2011 - 19/06/2012 (numero giorni: 385)

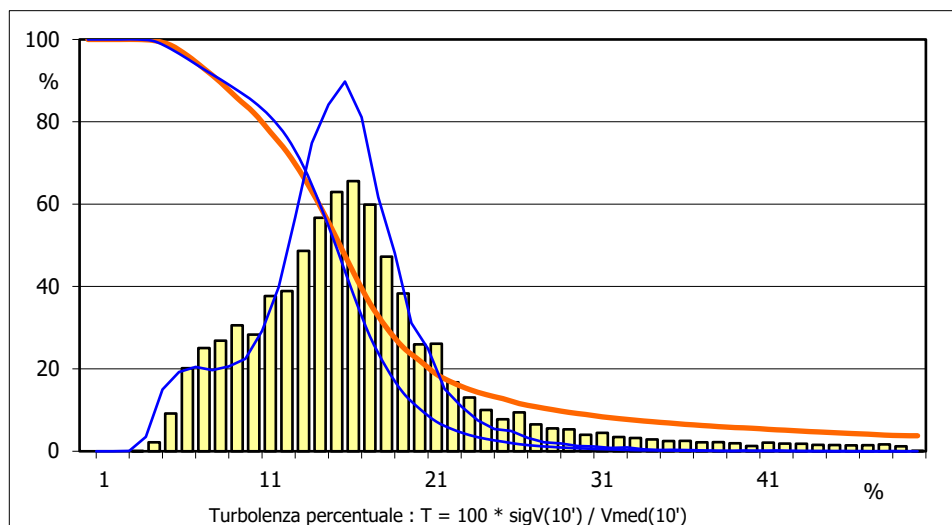
Percentuale dati disponibili = 96.04 % (53114 dati su 55302)

Velocita' del vento V in m/s rilevata a 30 m dal suolo
Tabella D : PARAMETRI DELLA DISTRIBUZIONE DI TURBOLENZA VELOCITA' DEL VENTO

 Turbolenza : $T = 100 * \text{sigV}(10') / V_{\text{med}}(10')$

Settore direzione	%	n	Tmed	sigT	T_5%	T_95%
Nord	29.1	14866	16.5	8.8	6.6	28.8
Nord-NordEst	10.5	5372	19.9	11.6	8.4	42.4
Est-NordEst	2.8	1412	24.4	16.2	8.5	60.8
Est	2.1	1083	23.5	19.0	6.1	65.2
Est-SudEst	3.4	1749	18.5	16.7	5.6	58.7
Sud-SudEst	4.4	2263	18.7	14.9	6.7	52.6
Sud	10.2	5232	18.1	10.2	9.3	35.7
Sud-SudOvest	7.3	3750	19.0	11.9	8.7	44.2
Ovest-SudOvest	4.1	2098	21.6	16.1	7.6	58.5
Ovest	4.7	2393	18.1	15.3	5.7	53.9
Ovest-NordOvest	7.1	3651	16.4	14.7	5.6	50.8
Nord-NordOvest	14.1	7220	14.9	11.4	5.4	33.8
Nessuna Direzione	0.0	0	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
Totale =	96.2	51089	17.8	12.3	6.3	42.5

Classe velocità m/s	%	n	Tmed	sigT	T_5%	T_95%
V < 4	44.6	22811	21.6	16.9	6.5	60.5
4 < V < 8	45.2	23079	14.4	5.1	5.7	22.7
8 < V < 12	8.4	4282	16.0	2.8	12.1	20.6
12 < V < 16	1.6	842	16.0	2.5	12.3	20.5
16 < V < 20	0.1	67	15.4	1.8	12.3	18.3
V > 20	0.0	8	14.4	1.3	12.2	16.6
Totale* =	53.2	28278	14.7	4.8	6.1	22.2

Grafico 9 : DISTRIBUZIONE DELLA TURBOLENZA PERCENTUALE DELLA VELOCITA' DEL VENTO

Tabella D e Grafico 9

STAZIONE ANEMOMETRICA : RIFERIMENTO 1 - Regione: Puglia (Cod. RIF1)

Periodo di elaborazione: 01/06/2011 - 19/06/2012 (numero giorni: 385)

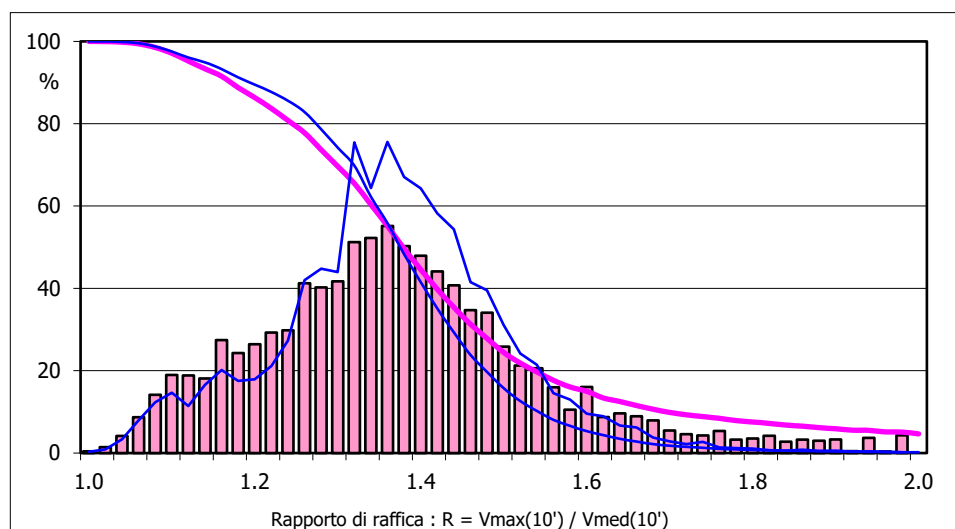
Percentuale dati disponibili = 96.04 % (53114 dati su 55302)

Velocita' del vento V in m/s rilevata a 30 m dal suolo
Tabella E : PARAMETRI DELLA DISTRIBUZIONE DEL RAPPORTO VELOCITA' VENTO MAX / MED

Rapporto di raffica : $R = V_{max}(10') / V_{med}(10')$

Settore direzione	%	n	Rmed	sigR	R_5%	R_95%
Nord	29.1	14866	1.43	0.23	1.13	1.73
Nord-NordEst	10.5	5372	1.51	0.32	1.18	2.00
Est-NordEst	2.8	1412	1.62	0.46	1.15	2.51
Est	2.1	1083	1.59	0.51	1.11	2.57
Est-SudEst	3.4	1749	1.46	0.44	1.10	2.30
Sud-SudEst	4.4	2263	1.49	0.40	1.14	2.25
Sud	10.2	5232	1.47	0.28	1.20	1.86
Sud-SudOvest	7.3	3750	1.50	0.31	1.19	2.00
Ovest-SudOvest	4.1	2098	1.56	0.45	1.15	2.43
Ovest	4.7	2393	1.45	0.39	1.10	2.24
Ovest-NordOvest	7.1	3651	1.41	0.38	1.10	2.08
Nord-NordOvest	14.1	7220	1.39	0.30	1.10	1.82
Nessuna Direzione	0.0	0	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
Totale =	96.2	51089	1.46	0.33	1.12	1.99

Classe velocità m/s	%	n	Rmed	sigR	R_5%	R_95%
V < 4	44.6	22811	1.54	0.46	1.11	2.43
4 < V < 8	45.2	23079	1.39	0.15	1.12	1.62
8 < V < 12	8.4	4282	1.43	0.09	1.28	1.57
12 < V < 16	1.6	842	1.43	0.09	1.29	1.56
16 < V < 20	0.1	67	1.42	0.07	1.29	1.52
V > 20	0.0	8	1.39	0.04	1.32	1.45
Totale* =	53.2	28278	1.40	0.14	1.14	1.61

Grafico 10 : DISTRIBUZIONE DEL RAPPORTO DI RAFFICA DELLA VELOCITA' DEL VENTO

Tabella E e Grafico 10

STAZIONE ANEMOMETRICA : RIFERIMENTO 1 - Regione: Puglia (Cod. RIF1)

Periodo di elaborazione: 01/06/2011 - 19/06/2012 (numero giorni: 385)

Percentuale dati disponibili = 96.04 % (53114 dati su 55302)

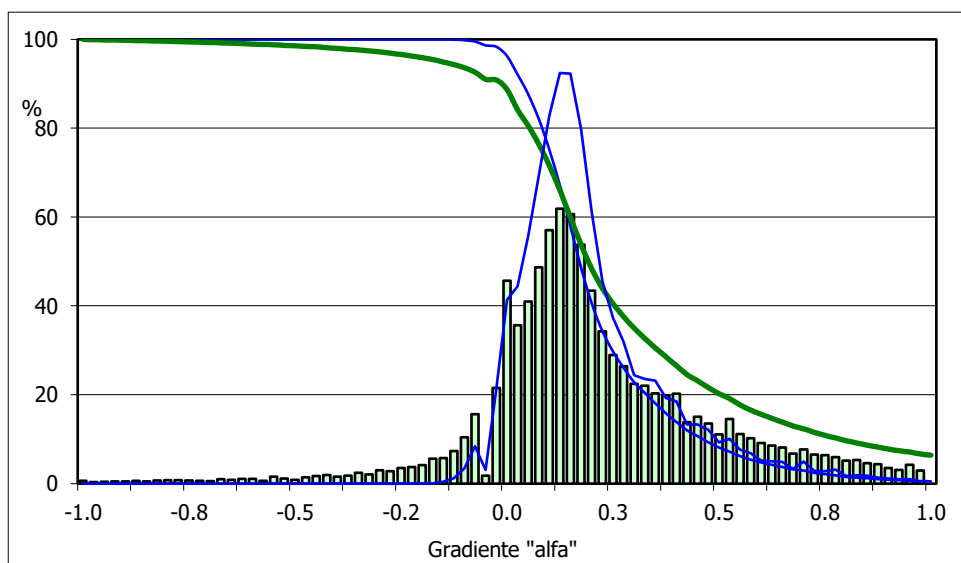
Velocita' del vento V in m/s rilevata a 30 m dal suolo
Tabella F : PARAMETRI DISTRIBUZIONE DEL GRADIENTE AL SUOLO DELLA VELOCITA' VENTO

alfa = Gradiente al suolo della velocità del vento rilevato tra 30 e 20 m dal suolo

Settore direzione	%	n	Amed	sigA	A_5%	A_95%
Nord	29.4	14746	0.289	0.330	-0.020	0.827
Nord-NordEst	10.6	5313	0.185	0.347	-0.175	0.698
Est-NordEst	2.7	1377	0.281	0.500	-0.401	1.152
Est	2.1	1049	0.295	0.552	-0.630	1.094
Est-SudEst	3.3	1677	0.390	0.568	-0.470	1.346
Sud-SudEst	4.2	2129	0.321	0.547	-0.261	1.382
Sud	10.2	5110	0.258	0.429	-0.113	1.027
Sud-SudOvest	7.3	3684	0.224	0.431	-0.179	0.986
Ovest-SudOvest	4.1	2051	0.254	0.577	-0.531	1.202
Ovest	4.6	2332	0.334	0.526	-0.415	1.121
Ovest-NordOvest	7.1	3569	0.399	0.553	-0.421	1.311
Nord-NordOvest	14.2	7147	0.414	0.504	-0.172	1.253
Nessuna Direzione	0.0	0	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
Totale =	94.5	50184	0.301	0.451	-0.197	1.042

Classe velocità m/s	%	n	Amed	sigA	A_5%	A_95%
V < 4	43.7	21906	0.378	0.640	-0.526	1.469

4 < V < 8	46.0	23079	0.256	0.203	0.002	0.632
8 < V < 12	8.5	4282	0.180	0.051	0.076	0.243
12 < V < 16	1.7	842	0.176	0.041	0.078	0.218
16 < V < 20	0.1	67	0.179	0.031	0.104	0.214
V > 20	0.0	8	0.170	0.018	0.128	0.190
Totale* =	53.2	28278	0.242	0.187	0.008	0.590

Grafico 11 : DISTRIBUZIONE DEL GRADIENTE "alfa" DELLA VELOCITA' DEL VENTO AL SUOLO

Tabella F e Grafico 11

STAZIONE ANEMOMETRICA : RIFERIMENTO 1 - Regione: Puglia (Cod. RIF1)

Periodo di elaborazione: 01/06/2011 - 19/06/2012 (numero giorni: 385)

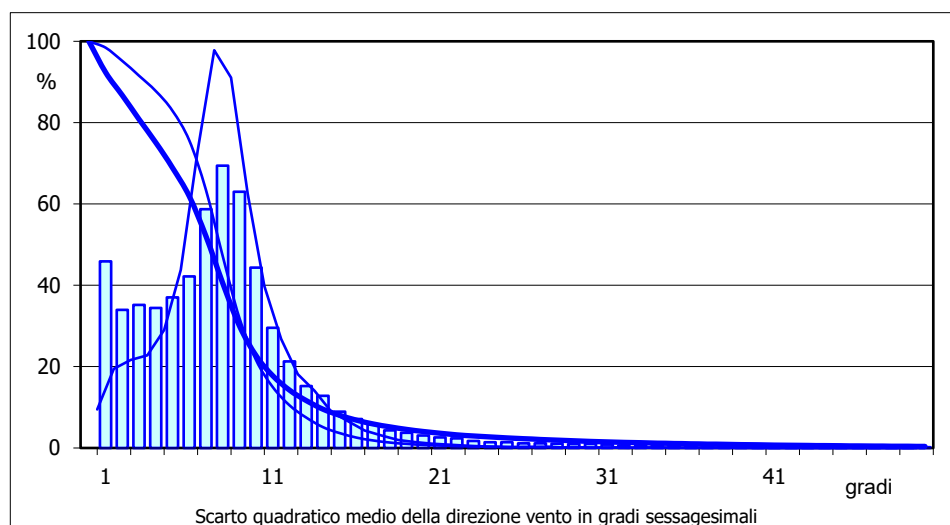
Percentuale dati disponibili = 96.04 % (53114 dati su 55302)

Velocità del vento V in m/s rilevata a 30 m dal suolo
Tabella G : PARAMETRI DELLA DISTRIBUZIONE DELLO SCARTO Q. M. DELLA DIREZIONE VENTO

D = Scarto quadratico medio della direzione vento in ° nei 10 minuti

Settore direzione	%	n	Dmed	sigD	D_5%	D_95%
Nord	29.1	14866	8.4	4.6	0.9	14.4
Nord-NordEst	10.5	5372	10.7	6.9	1.3	21.1
Est-NordEst	2.8	1412	11.5	10.0	0.7	30.3
Est	2.1	1083	10.1	10.8	0.4	31.2
Est-SudEst	3.4	1749	7.0	8.8	0.3	24.1
Sud-SudEst	4.4	2263	7.5	7.7	0.5	19.7
Sud	10.2	5232	9.1	5.7	1.4	16.7
Sud-SudOvest	7.3	3750	9.6	6.7	1.0	19.7
Ovest-SudOvest	4.1	2098	9.9	8.8	0.6	26.7
Ovest	4.7	2393	7.6	8.2	0.5	21.7
Ovest-NordOvest	7.1	3651	6.5	7.4	0.4	18.0
Nord-NordOvest	14.1	7220	6.0	5.7	0.4	13.1
Nessuna Direzione	0.0	0	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
Totale =	96.2	51089	8.4	6.8	0.7	18.3

Classe velocità m/s	%	n	Dmed	sigD	D_5%	D_95%
V < 4	44.6	22811	8.3	9.2	0.3	25.6
4 < V < 8	45.2	23079	8.4	4.0	1.8	14.7
8 < V < 12	8.4	4282	9.0	1.6	6.1	11.4
12 < V < 16	1.6	842	8.8	1.4	6.0	10.6
16 < V < 20	0.1	67	8.4	1.1	6.2	10.0
V > 20	0.0	8	8.0	0.7	6.2	8.8
Totale* =	53.2	28278	8.5	3.7	2.0	14.1

Grafico 12 : DISTRIBUZIONE DELLO SCARTO QUADRATICO MEDIO DELLA DIREZIONE VENTO

Tabella G e Grafico 12

STAZIONE ANEMOMETRICA : RIFERIMENTO 1 - Regione: Puglia (Cod. RIF1)

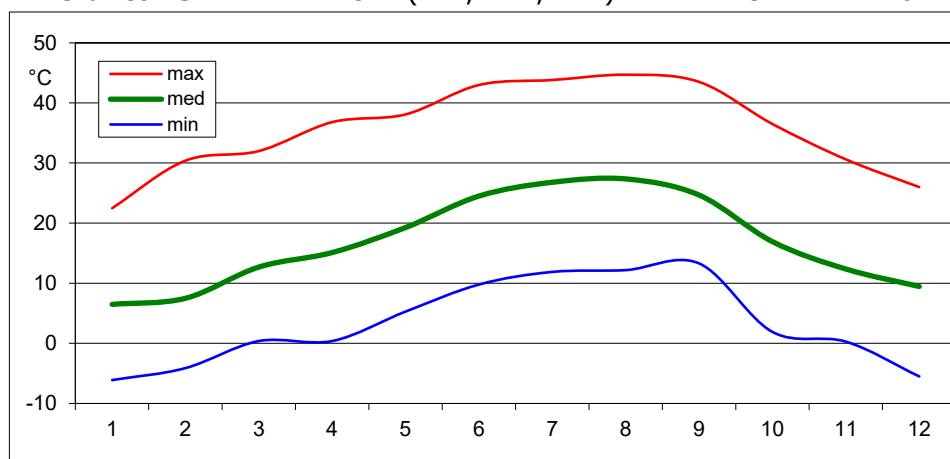
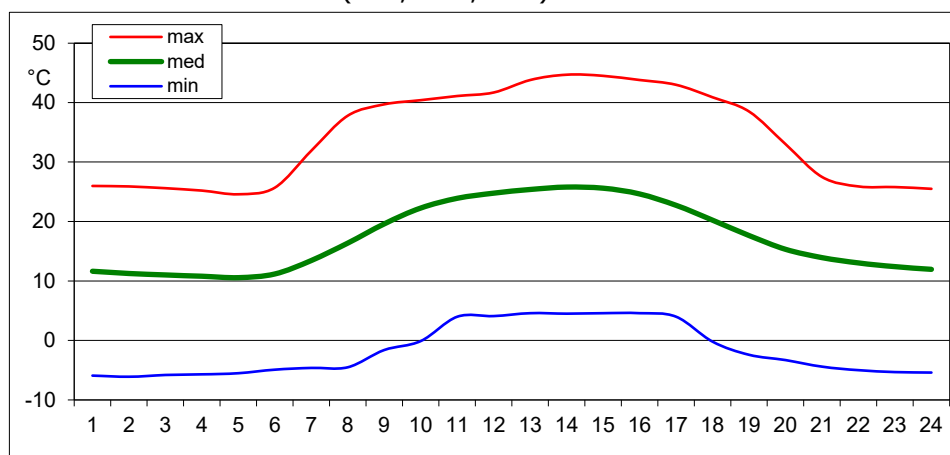
Periodo di elaborazione: 01/06/2011 - 19/06/2012 (numero giorni: 385)

Percentuale dati disponibili = 96.04 % (53114 dati su 55302)

Velocita' del vento V in m/s rilevata a 30 m dal suolo
Tabella H : TEMPERATURE MINIME MEDIE E MASSIME NEI MESI DELL'ANNO

Mese	Meq.	n° misure	Tmin (°C)	Tmed (°C)	Tmax (°C)
Gen	1.00	4464	-6.1	6.5	22.5
Feb	1.04	4176	-4.1	7.5	30.4
Mar	1.00	4464	0.4	12.7	32.0
Apr	1.00	4320	0.4	15.1	36.8
Mag	1.00	4464	5.3	19.3	38.1
Giu	1.53	6629	9.8	24.5	43.0
Lug	1.00	4464	11.9	26.8	43.8
Ago	1.00	4464	12.2	27.4	44.7
Set	1.00	4320	13.3	24.7	43.5
Ott	1.00	4320	1.9	16.9	36.5
Nov	1.00	4320	0.3	12.4	30.6
Dic	0.94	4176	-5.5	9.5	26.0
Anno		54581	-6.1	17.3	44.7

Nota : Meq.= Numero equivalente di mesi con rilevazione di dati

Grafico 13 : TEMPERATURE (MIN, MED, MAX) NEI 12 MESI DELL'ANNO

Grafico 14 : TEMPERATURE (MIN, MED, MAX) NELLE 24 ORE DEL GIORNO MEDIO

Tabella H e Grafici 13 e 14

ALLEGATO A4

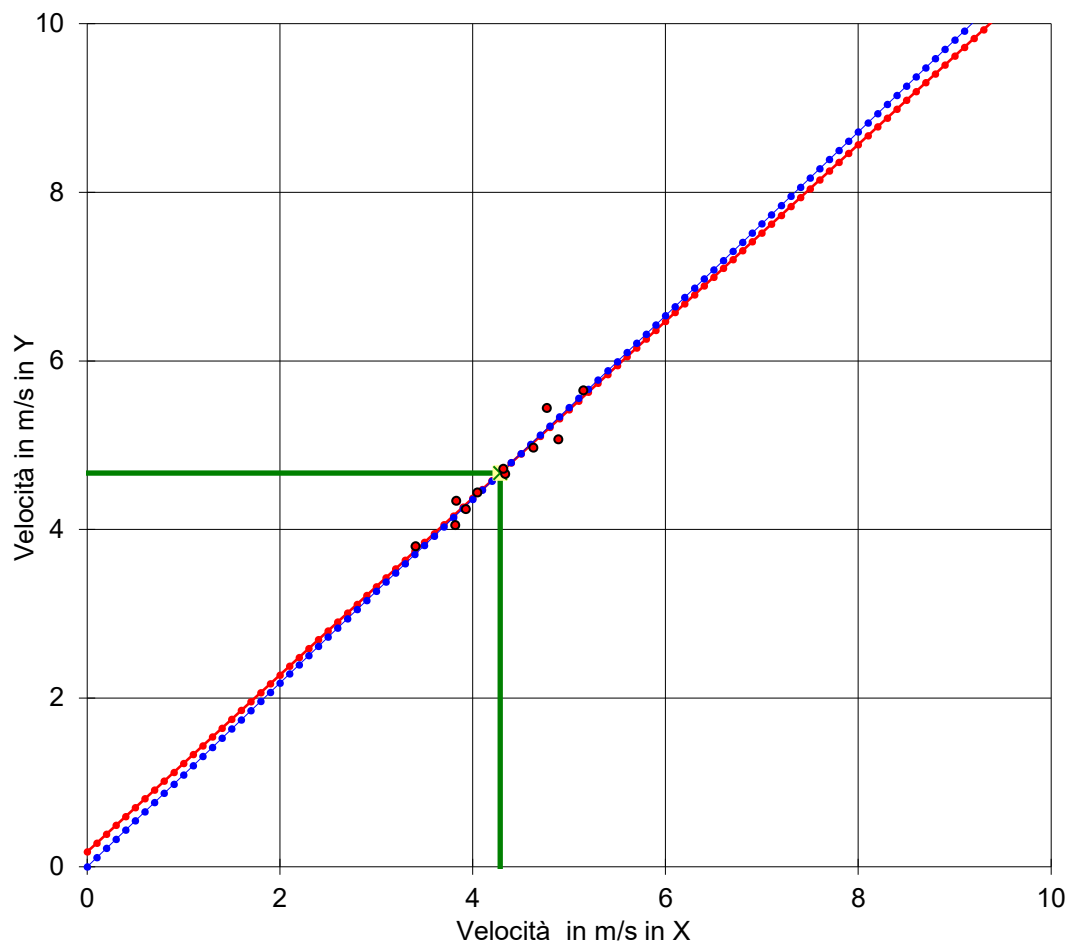
CORRELAZIONE TRA LE VELOCITA' MEDIE MENSILI RILEVATE A:

Variabile X: TA di STORICA 1 (codice: ST01) a 20 m dal suolo
Variabile Y: TA di RIFERIMENTO 1 (codice: RIF1) a 30 m dal suolo

Coefficiente di correlazione = 0.971 (Regressione lineare con 11 punti)

($Y = A * X + B$) : $A = 1.049$; $B = 0.177$ ($Y = C * X$) : $C = 1.090$

V media(X) = 4.285 ; V media(Y) = 4.671 ($Y_m = R * X_m$) : $R = 1.090$



Valore Storico in (X) = 4.230 m/s Valore Misurato in (Y) = 4.571 m/s

Valore Storico in Y ($Y=A * X + B$) = 4.613 m/s $k_s = 1.009$

Valore Storico in Y ($Y=C * X$) = 4.609 m/s $k_s = 1.008$

Valore Storico in Y ($Y_m = R * X_m$) = 4.611 m/s $k_s = 1.009$

$k_s = \text{Valore Storico in (Y)} / \text{Valore Misurato in (Y)}$

Figura 1