REGIONE LIGURIA

Comuni:

Quiliano (SV) – Altare (SV)

LOCALITA' MONTE BUROT - MONTE BARACCONE - ACQUE - ISOLA GRANDE – LE GREPPIE

PROGETTO DEFINITIVO PER LA REALIZZAZIONE DI UN IMPIANTO DI PRODUZIONE DI ENERGIA ELETTRICA DA FONTE EOLICA
3 AEROGENERATORI

Sezione 10:

SCREENING AMBIENTALE

Titolo Elaborato:

STUDIO DELLE POTENZIALITÀ ANEMOLOGICHE E DI FATTIBILITÀ TECNICO ECONOMICA

N. Elaborato CN.SIA01

Data: FEBBRAIO 2010

Committente

Via Nazionale, 2
25052 Piancogno (BS)
p.iva 00814870986

Rappresentante Legale
Dott. Elio Rosario Gheza

Progettazione

Via A. De Gasperi, 34
82018 San Giorgio del Sannio (BN)
p.iva 01269320626

Progettista
Dott. Ing. Vittorio Iacono

00	FEB. 2010	DF		M.E.D.	ML		Screening Ambientale
REV.	DATA	sigla	firma	responsabile	sigla	firma	DESCRIZIONE
		REDAZIONE		CONTROLLO-EMISSIONE			

Nome file sorgente	QUI1.PD.CN.SIA01.doc	Nome File stampa	QUI1.PD.CN.SIA01.pdf

INDICE

INTRODUZIONE 3
CARATTERISTICHE DELLA STAZIONE DI MISURA 3
STAZIONE DI MISURA NEL COMUNE DI Quiliano (SV) – Loc. m. Burotto 3
ANALISI DEI DATI ANEMOMETRICI 6
DISTRIBUZIONE STATISTICA DELLA VELOCITA' MEDIA AL CENTRO DELLA WIND FARM 6
CLASSIFICAZIONE DEL SITO SECONDO NORMATIVA CEI ENV 61400-1 IIIed. 9
STIMA DI PRODUCIBILITA' 10
CONCLUSIONI 12

INTRODUZIONE

Lo scopo di tale documento è mostrare una sintesi delle caratteristiche anemologiche ed una stima di produzione media annua di energia della wind farm prevista nel comune di Quiliano (SV) in località M.Burotto – M.Baraccone. Lo studio è stato eseguito utilizzando i dati anemometrici a 40, 30 e 20 m sul livello del suolo delle torre anemometrica installata in sito in località M.Burotto.

CARATTERISTICHE DELLA STAZIONE DI MISURA

Di seguito sono riportate le caratteristiche principali relative alla stazione anemometrica utilizzata per stimare la risorsa eolica del sito posto nel comune di Quiliano (SV).

STAZIONE DI MISURA NEL COMUNE DI Quiliano (SV) – Loc. m. Burotto

Data di installazione torre anemometrica: 13/04/2007

Posizione geografica:

COORDINATE GB fuso Ovest	
Latitudine Nord	4906509
Longitudine Est	1447289
Altitudine	760 m s.l.m.

Il sensore utilizzato per la misura della velocità del vento ad altezza 40 m è calibrato e certificato e la sua altezza rispetta il requisito di essere almeno pari ad un terzo dell'altezza delle turbine che si vogliono installare.

I dati dello studio, la cui elaborazione ai fini della stima di produzione energetica avviene attraverso calcoli su base annua, sono relativi ad un periodo di misura che ha inizio in data 13/04/2007 a seguito dell'installazione in sito di una stazione anemometrica di altezza 40 m che ha dato il via alla campagna anemologica.

L'immagine seguente mostra la posizione della stazione anemometrica in questione su cartografia IGM 1:25.000.

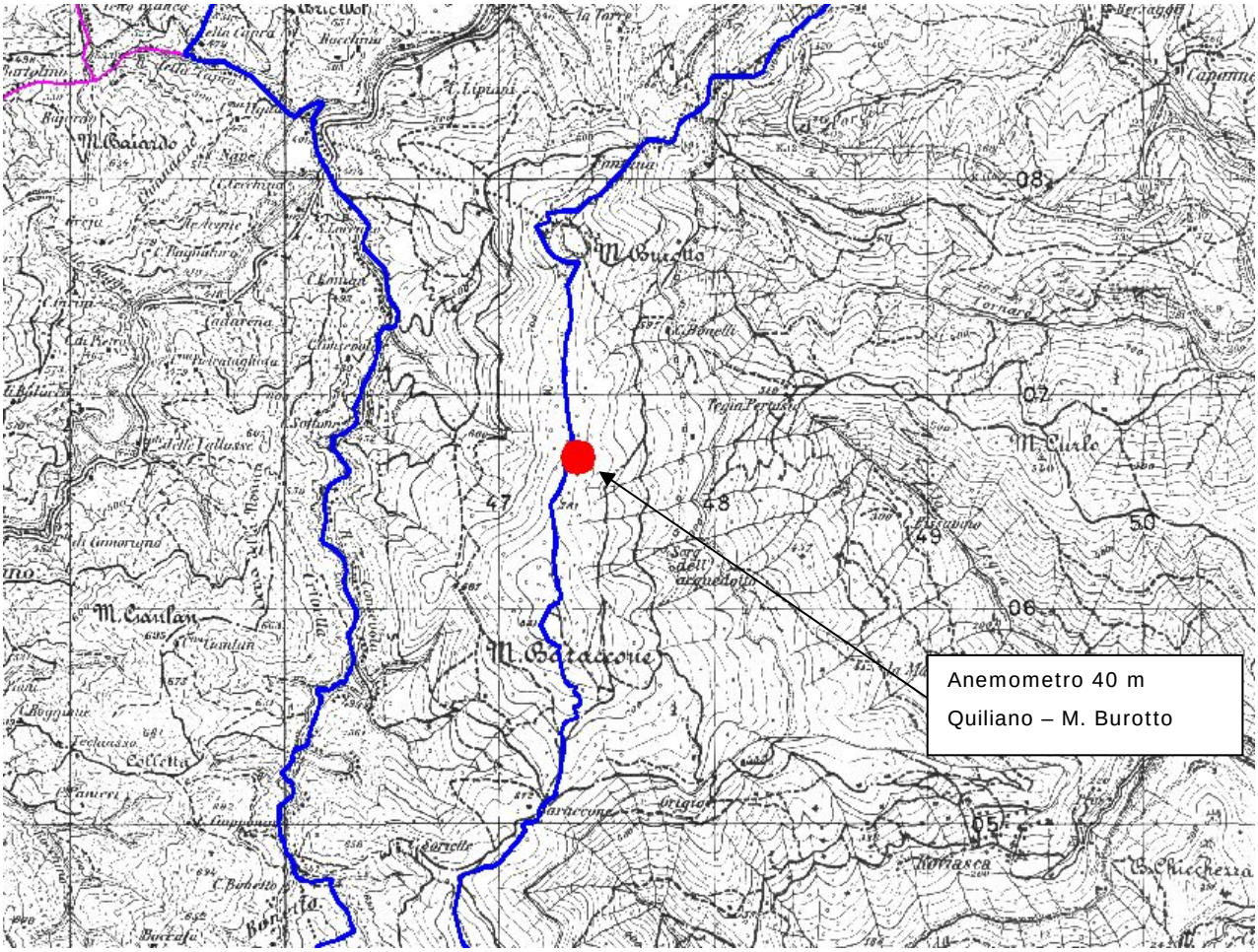


Figura 1: Posizione della stazione anemometrica di Quiliano (SV).

La tabella seguente mostra invece le caratteristiche tecniche della strumentazione di cui è dotata la stazioni anemometrica di Quiliano (SV).

Tabella 1: Caratteristiche tecniche della torre anemometrica di 40 di Quiliano (M. Burotto)

Caratteristiche tecniche della stazione di rilevamento	
Descrizione	Tipo
Anemometro 40 m	NRG Maximum Anemometer Calibrated
Anemometro 30 m	NRG Maximum Anemometer
Anemometro 20 m	NRG Maximum Anemometer
Banderuola 40 m	NRG #200P Wind Direction Vane 10 K
Banderuola 30 m	NRG #200P Wind Direction Vane 10 K
Data Logger	NRG – Mod Symphonie Logger
Data Card	MMC
Torre	ES 40
Cavo schermato tripolare	sensor cable 3C 20 ga
Cavo schermato bipolare	sensor cable 2C 20 ga
Calata in rame per scarico a terra	giallo verde d= 16 mm
Captatore di fulmini	ES
Dispersore di terra	Acciaio ramato

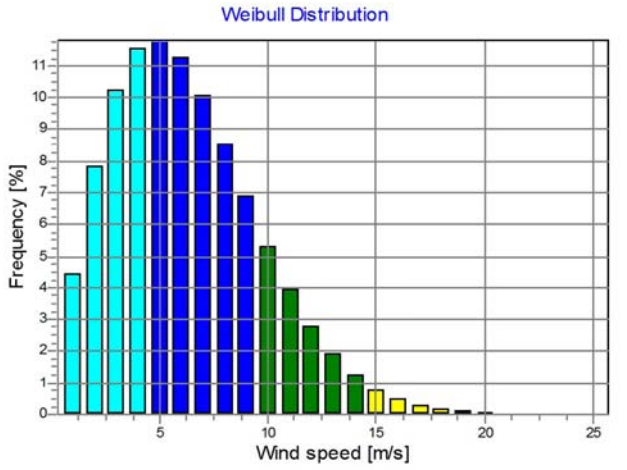
Le velocità del vento vengono registrate con un intervallo di campionamento di 2 s e ogni 10 minuti vengono calcolati e memorizzati la velocità media, minima, massima e la deviazione standard. Ciò consente una corretta stima della distribuzione statistica dei dati e una approfondita analisi della turbolenza del vento che è un parametro importante per la corretta scelta delle macchine e della loro disposizione nel layout della Wind Farm.

ANALISI DEI DATI ANEMOMETRICI

DISTRIBUZIONE STATISTICA DELLA VELOCITA' MEDIA AL CENTRO DELLA WIND FARM

I dati a disposizione sono stati analizzati ed elaborati al fine di stimare le caratteristiche della risorsa eolica nella località di sviluppo della Wind Farm. A tale scopo è stata calcolata la statistica del vento su base annua con il software WindPRO utilizzando i dati di velocità e direzione dei sensori a 40, a 30 e 20 m della stazione anemometrica di Quiliano – Loc. M.Burotto.

Di seguito è sinteticamente riportata la distribuzione statistica della velocità media del vento e l'analisi delle direzioni di provenienza al centro della Wind farm ad un'altezza di 50 m.



Weibull Data

Sector	A-parameter	Wind speed	k- parameter	Frequency
	[m/s]	[m/s]		[%]
0 N	3,27	2,91	1,766	7,0
1 NNE	3,14	2,78	1,940	2,8
2 ENE	2,31	2,09	1,472	0,7
3 E	3,51	3,17	1,519	1,1
4 ESE	6,83	6,12	3,271	21,6
5 SSE	5,97	5,30	2,556	15,6
6 S	3,44	3,07	1,692	4,3
7 SSW	3,27	2,94	1,533	1,0
8 WSW	2,46	2,20	1,601	0,3
9 W	3,66	3,28	1,634	1,1
10 WNW	9,44	8,37	2,432	32,1
11 NNW	8,10	7,18	2,405	12,5
All	7,06	6,26	1,918	100,0

Figura 2: Distribuzione in frequenza della velocità con i dati rilevati in tutti i settori di direzione.

I parametri caratteristici nella tabella sopra sono i valori stimati della distribuzione Weibull per ogni settore di direzione:

A = parametro di scala

K = parametro di forma

U = velocità media rilevata che coincide con la media della distribuzione.

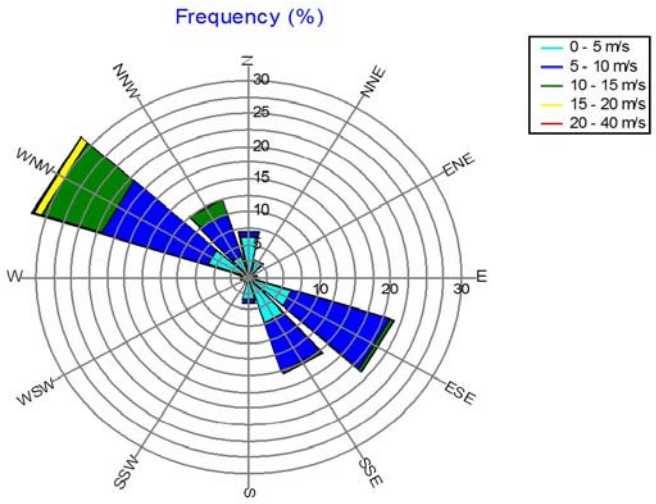


Figura 3: Frequenza percentuale dei dati nei diversi settori della rosa dei venti

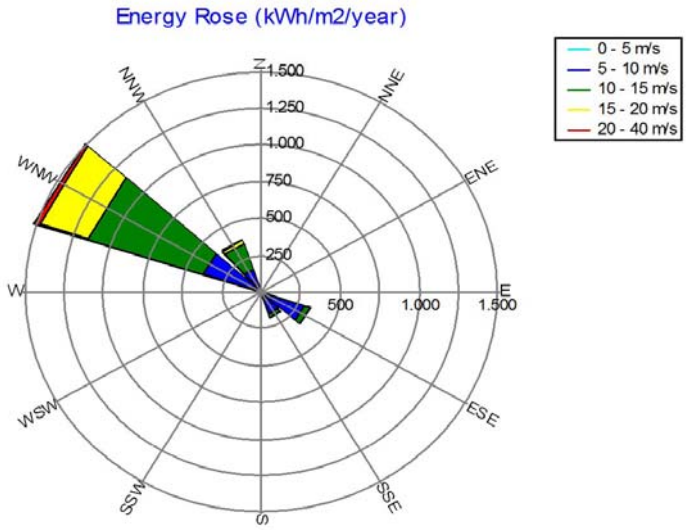


Figura 4: Rosa dei venti in termini di Energia, indica le vere direzioni dominanti di produzione.

Come si può notare, i dati indicano che il settore più energetico risulta essere indubbiamente quello relativo al quadrante nord-occidentale.

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

L'analisi anemometrica evidenzia una velocità media del sito che, al centro della zona di impianto, arriva a **6.26 m/s a 50 m** sul livello del terreno (s.l.t.) nel punto più esposto.

La turbolenza è un parametro che fornisce un'informazione importante sulle caratteristiche fluidodinamiche della vena fluida in quanto restituisce la variabilità relativa della velocità del vento entro l'intervallo considerato. Ad esempio, un valore di turbolenza (TI) superiore a 0,18 (o equivalentemente 18%), indica un fenomeno ventoso piuttosto disturbato che potrebbe sollecitare eccessivamente le macchine per la produzione di energia eolica ed inficiarne la produttività. In genere la turbolenza diminuisce man mano che ci si allontana dalla superficie terrestre in quanto gli ostacoli e l'orografia alterano il profilo fluidodinamico.

Per il sito in esame si riscontrano i seguenti valori, diagrammati in funzione della velocità media e delle direzioni di provenienza:

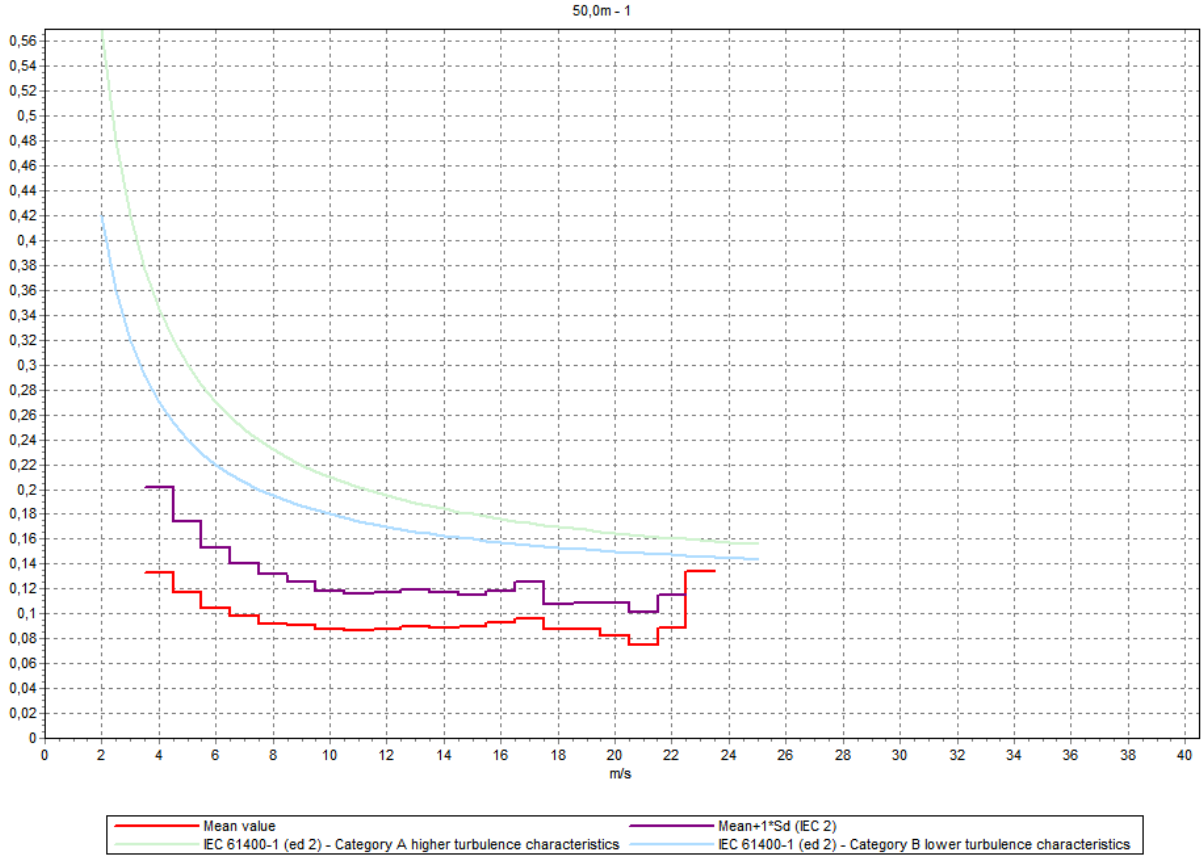


Figura 5: Raffronto dei valori percentuali della turbolenza calcolata in sito con i principali parametri di rispetto delle diverse edizioni della Norma di riferimento IEC 61400.

I parametri di turbolenza sono fortemente legati alla velocità del fluido e devono essere studiati approfonditamente per comprenderne gli effetti sull'impianto. E' però già indicativo il fatto che il valore medio totale calcolato su tutti i dati, per le diverse velocità, sia inferiore al 13.5 %.

CLASSIFICAZIONE DEL SITO SECONDO NORMATIVA CEI ENV 61400-1 IIIed.

Per scegliere correttamente il tipo di aerogeneratore, bisogna tener conto che le turbine per installazioni "on-shore" vengono classificate in quattro differenti classi con robustezza che diminuisce al crescere del numero identificativo della classe.

Un parametro fondamentale, indicato nella normativa, che definisce tali classi di aerogeneratori è la Vref (velocità di riferimento del vento) definito come parametro base della velocità estrema del vento che è la velocità del vento con un periodo di ritorno di 50 anni calcolata su un intervallo base di 10 minuti.

La tabella che segue specifica i valori della Vref che definiscono le quattro classi degli aerogeneratori.

Tabella 2: Classificazione degli aerogeneratori secondo i valori della Vref.

Parametro	Classi di aerogeneratori			
	I	II	III	IV
Vref (m/s)	50	42,5	37,5	30

È importante sottolineare che i valori sopra indicati si applicano all'altezza del mozzo della turbina.

Per esempio un aerogeneratore progettato per la classe I, definita dalla velocità di riferimento Vref di 50 m/s, è dimensionato per resistere a climi per cui il valore estremo della velocità media (su 10 minuti) del vento all'altezza del mozzo dell'aerogeneratore, con un periodo di ricorrenza di 50 anni è inferiore o uguale alla relativa Vref di 50 m/s.

Si comprende quindi che, una volta individuato il sito di installazione, una opportuna scelta dell'aerogeneratore può essere effettuata solamente dopo il calcolo della velocità di riferimento Vref (all'altezza del mozzo della turbina) relativa al sito stesso.

Per la stima statistica della velocità di riferimento Vref di un sito occorre conoscere la distribuzione statistica della massima velocità media annuale in intervalli di dieci minuti. Tale procedura è fortemente raccomandata per la installazione di strutture speciali soprattutto laddove non ne esistano di precedenti. Per farsi un'idea di quale sia la classe del vento del sito in esame si può applicare una procedura abbreviata, anch'essa suggerita da una norma IEC [Wind Energy Handbook Wiley], che consiste nel moltiplicare per 5 la velocità media annuale del sito all'altezza del mozzo.

Dai dati a disposizione, il sito in oggetto può ritenersi un sito di classe II; tale dato risulta confermato anche da diverse simulazioni effettuate con il software Wasp e da altri studi più accurati eseguiti nella stessa provincia.

Le turbine prese in considerazione nel progetto consistono in 5 aerogeneratori; nello specifico trattasi di turbine Enercon E-70; macchine di nuova generazione che possono essere installate in classe II con potenza nominale 2.0 MW.

Nella stima di producibilità, è stata presa in considerazione la curva di potenza con potenza nominale di 2 MW.

STIMA DI PRODUCIBILITA'

Con i dati anemometrici a disposizione, è stata elaborata una stima di producibilità utilizzando il software WindPRO che rappresenta uno dei principali e più completi strumenti di analisi del vento attualmente disponibili sul mercato.

La Wind farm prevista nel progetto è situata in località Monte Burotto – Monte Baraccone, ed è costituita da un totale di 5 aerogeneratori da 2.0 MW.

Per la simulazione sono state utilizzate 5 turbine Enercon E-70 con altezza del mozzo posto a 64,0 m s.l.t.

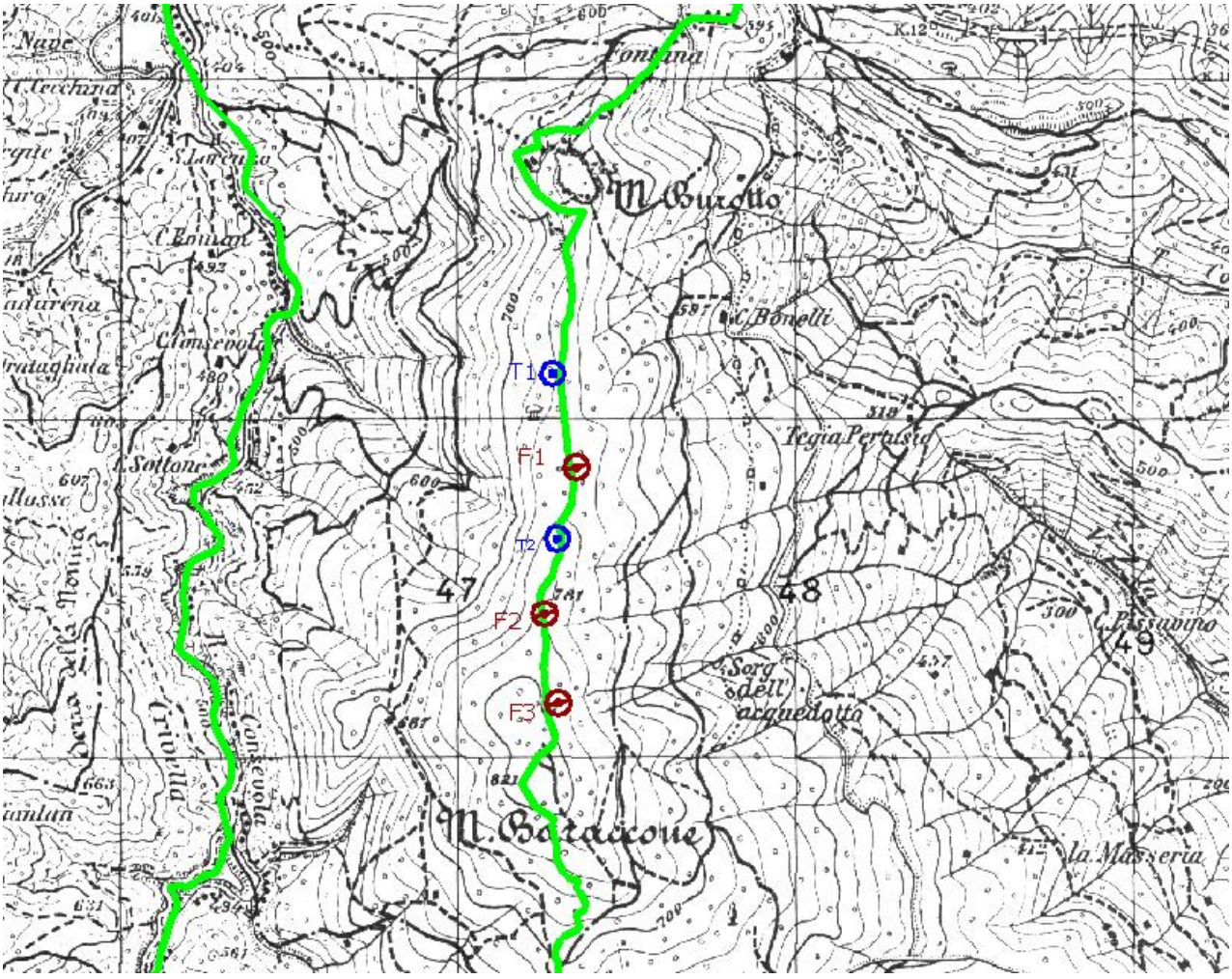


Figura 6: Layout del parco eolico previsto su stralcio cartografia IGM 1:25000

La seguente tabella mostra i risultati della stima di producibilità della Wind Farm riportando la producibilità annua di ogni singola macchina, i valori medi e totali.

Il parametro NET AEP è la stima di producibilità annua che si ottiene tenendo in conto le perdite di scia dovute alle mutue interferenze delle turbine e il deficit produttivo dovuto alla densità dell'aria che diminuisce all'aumentare della quota.

Site	*Loc. Est [m]*	*Loc. Nord [m]*	*Turbine Type*	*Power [KW]*	*Elevation a.s.l. [m]*	*Hub Height a.g.l. [m]*	*Net AEP [GWh]*	*Wake loss [%]*	*Mean Wind Speed*	*Full Load Hours [MWh/MW]*
FEN 01	1447316	4906671	ENERCON E-70	2000	750,0	64,0	1,735	6,50	6,40	1914
FEN 02	1447223	4906239	ENERCON E-70	2000	770,0	64,0	1,719	6,00	6,70	2146
FEN 03	1447263	4905977	ENERCON E-70	2000	787,9	64,0	1,791	4,90	6,70	2157
TER 01	1447247	4906948	ENERCON E-70	2000	735,0	64,0	1,953	3,60	6,20	1874
TER 02	1447261	4906459	ENERCON E-70	2000	762,2	64,0	2,053	5,20	6,50	2064
MEAN VALUES								**5,24**		**2031**
TOTAL							**20,310**			

Tabella 3: Valori di producibilità annua del parco eolico di progetto

I dati relativi alla produzione delle singole macchine evidenziano una buona scelta della disposizione delle turbine in quanto le perdite medie annue dovute all'effetto scia sono dell'ordine del **5.24%**, sensibilmente inferiori al 10%.

La media di ore di funzionamento annue alla potenza nominale è stimata in **è di 2031 ore/anno**, valore che conferma ottime caratteristiche di produzione degli aerogeneratori e quindi un buon ritorno economico dell'investimento. Questi valori, associati ai parametri di turbolenza specifici del sito d'installazione, garantiscono sia una buona produzione dell'impianto, sia ottime caratteristiche strutturali attinenti al fenomeno di sollecitazione a fatica su lungo periodo.

CONCLUSIONI

La stazione anemometrica evidenzia **una velocità media al sito che, al centro della zona di impianto, arriva mediamente a 6.26 m/s** a **50 m** sul livello del terreno nel punto più esposto.

Come si evince dai dati di producibilità del sito, con l'installazione di aerogeneratori Enercon E-70 da 2.0 MW, le turbine evidenziano una produzione media di **2031** ore equivalenti di funzionamento all'anno ed un'energia netta di **20,310 GWh**, rendendo molto valida la realizzazione del parco eolico da un punto di vista tecnico-economico. L'alto valore di producibilità dell'impianto è da imputare anche alla scelta degli aerogeneratori, tutti appartenenti alla nuova generazione di macchine di "High output in modest winds".

Dai dati puntuali rilevati dai sensori risulta inoltre che l'impianto entra in funzione quasi tutti giorni dell'anno, infatti i dati della stazione anemometrica, indicano che per tutti i giorni esiste un intervallo di tempo sufficiente all'avvio ed al funzionamento delle macchine.

Allegato 1

Certificato di calibrazione anemometro 40 m

OTECH ENGINEERING, Inc.
630 Peña Drive, Suite 200
Davis, CA 95616-7726

Phone/Fax: (530) 757-2264
Email: johnobermeier@davis.com

ANEMOMETER CALIBRATION REPORT

This document reports that a wind tunnel calibration was performed for the cup anemometer listed below and that this anemometer performs within ±1% of the manufacturing control specifications.

Model No: NRG #40
Serial No: 24852
Test Date: 9/9/05 11:15 AM

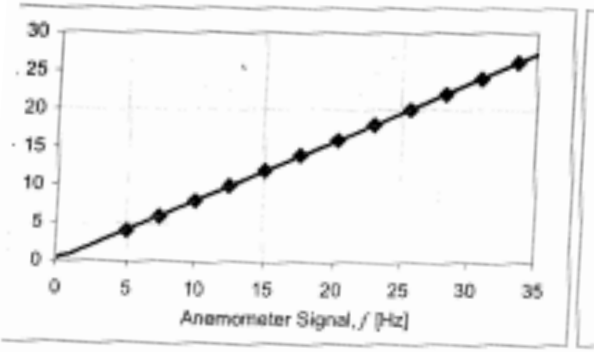
IUT Range: 4 - 26 m/s
IUT Output: 0 - 10V (TTL Signal)
IUT Power Supply: 14 VDC

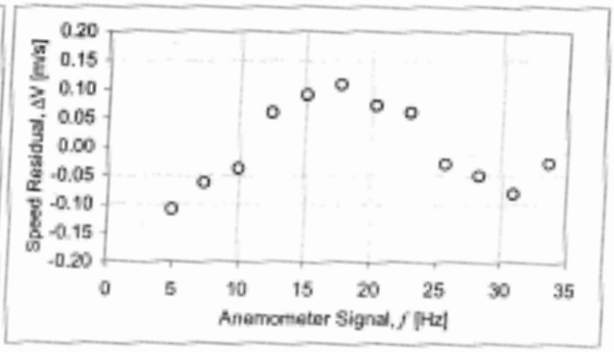
d Tunnel Test Facility
r: Eiffel (open circuit, suction)
Section Size: 0.61 m x 0.61 m
ufacturer: Engineering Laboratory Design, Inc.

suring Equipment
rence Speed: United Sensor Type PA Pitot-Static Tube with MKS Barotron Type 220D Differential Pressure Transducer (calibrated by and traceable to NIST)
ient Pressure: Setra Model 270 Barometer
ient Temperature: OMEGA HX94 SS RH Probe
tive Humidity: OMEGA HX94 SS RH Probe

Data Acquisition
Hardware: National Instruments PCI-MIO-16E-4 A/D Board with SC-2345
Software: National Instruments LabVIEW 7.1

Test Conditions
Diff Pressure Correction: $\Delta p_c = 1.0522\ \Delta p + 1.6801$
Blockage Coefficient: 1.004
Mean Ambient Pressure = 101043 Pa
Mean Ambient Temperature = 25.4 deg C
Mean Relative Humidity = 47.3% RH
Mean Density = 1.1727 kg/cubic meter

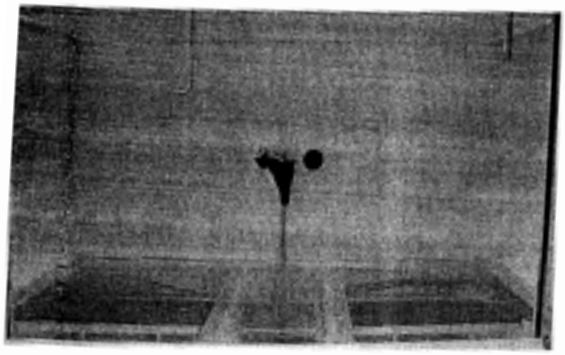




alibration Transfer Function:

V [m/s] = 0.7715 f [Hz] + 0.3118

. err slope = 0.0025 r = 0.9999
. err. intercept = 0.0526 std. err. estimate = 0.279 m/s



Manufacturer's Certification

Slope+k value = 0.7699 m/s per Hz
Fixed intercept, k = 0.35 m/s

% deviation from consensus 'slope+k' value = 0.65%

Reference Speed [m/s]	Anemometer Output [Hz]	Residual [m/s]	Speed Uncertainty
4.028	4.957	-0.108	3.31%
5.926	7.357	-0.062	2.05%
7.969	9.974	-0.038	1.73%
9.981	12.454	0.061	1.63%
12.020	15.057	0.092	1.60%
14.023	17.630	0.110	1.58%
16.049	20.303	0.073	1.57%
18.063	22.928	0.061	1.55%
20.061	25.636	-0.029	1.56%
22.071	28.266	-0.050	1.56%
24.097	30.932	-0.080	1.57%
26.212	33.605	-0.028	1.57%

' references available upon request

Allegato 2

Certificato di installazione torre 40 m

ENERGY SYSTEM S.R.L.
L'energia del vento

Energy System S.r.l. di Palumbo M. e Lombardi L. - Via Roma, 95 - 71025 Castelluccio dei Sauri (FG) – Italy
Tel. & Fax. +39 0881 962759 - E – mail: info@plsystem.it -Internet: http://www.plsystem.it
Partita IVA N. 03392580712

CHECK LIST MONTAGGIO STAZIONE ANEMOMETRICA

1. *Identificazione del sito*

Stazione anemometrica in località	STUPA (BISACCIA)
Coordinate Gauss Boaga (Roma 40) – Fuso Est	N 4538695 E 1467914 (FUSO
Altitudine (s.l.m.)	709 mt
Cliente	F.V. - ENERGIA

2. *Stazione anemometrica*

Codice palo	—
Altezza complessiva torre	80 MT

3. *Montaggio apparecchiature*

Anemometri

Tipo sensore	*N° di serie*	*Altezza*	*Azimuth*
NRG 40#S	24852	80 MT	SUD 180°
NRG 40#S	non calib.	30 MT	" "
NRG 40#S	non calib.	20 MT	" "

Banderuole

Tipo sensore	*N° di serie*	*Altezza*	*Azimuth*
NRG	2007	80 MT.	NORD 0°
NRG	2007	20 MT.	NORD 0°

Sensori di temperatura e pressione

Tipo sensore	*N° di serie*	*Altezza*	*Azimuth*

Data logger

Modello data logger	*Matricola*
SYMPHONIE	SN 3090711981

Kit GSM

Modello modem	*N. Telefonia*	*Note*

Si consegna il lavoro finito in data 13-04-07

Per la Energy System S.r.l. .....*Mescia Rocco*..... .....

Il Committente ....

ENERGY SYSTEM S.R.L.
L'energia del vento

Energy System S.r.l. di Palumbo M. e Lombardi L. - Via Roma, 95 - 71025 Castelluccio dei Sauri (FG) – Italy
Tel. & Fax: +39 0881 962759 - E – mail: info@plsystem.it -Internet: http://www.plsystem.it
Partita IVA N. 03392580712

FORNITURA MATERIALI/APPARECCHIATURE STAZIONE ANEMOMETRICA

Stazione anemometrica in località	SAVIANO						
Cliente							
STAZIONE ANEMOMETRICA DA		30 mt		40 mt		50 mt	60 mt

Componenti struttura:	**Quantità**	**P&L**	**Cliente**
Tubo in Al da diam. 90 mm	1	✓	
Tubo in Al da diam. 100 mm	1	✓	
Tubo in Al da diam. 110 mm	1	✓	
Tubo in Al da diam. 120 mm	1	✓	
Tubo in Al da diam. 130 mm	1	✓	
Tubo in Al da diam. 140 mm	1	✓	
Tubo in Al da diam. 150 mm	1	✓	
tubo in Al da diam. 160 mm	1	✓	
Piastra di base completa di bicchiere e spinotto per ancoraggio torre anemometrica	1	✓	
Picchetti per fissaggio base	4	✓	
Picchetti di ancoraggio torre (formato T80) da mt. 1,50 adeguatamente appuntiti e forati	9	–	
Morsetti da 5 mm	150	–	
Grilli da 10 mm	16	–	
Serie di corde in acciaio zincato mm. 3 lunghezza (circa 760,00 ml) complete di flange	8	–	
Serie di bulloni per fissaggio tubi	1	✓	
Supporti sensori	3	–	
Cavo di rame per messa a terra	40 mt	–	
Picchetto per messa a terra	2	–	
Parafulmine in rame	1	–	
Componenti elettrici:			
Data logger ..... STATION 1C	1		—
Anemometro ..... NRG 40H3	3		—
Banderuola ..... NRG 200HP	2		—
Cappuccio in gomma per sensore	3		—
RAM Card da 32 MB	1		—
Cavo 3x0,75 schermato per sensore	150 mt	—	

Per la Energy System S.r.l. .....*Mescia Rocco*..... .....

Il Committente ....

Allegato 3

Rapporto manutenzione torre 40 m

GIERRET S.R.L. via Alcide de Gasperi n°44, 82018 S.Giorgio del Sannio (BN)					
SCHEDA SITO EOLICO					
Numero di sito	**603**	Progetto numero		**0603**	
Nome del sito	**Monte Burotto**		Nome del progetto:		
Ubicazione sito	**Quiliano - Prov. (SV)**				
N. foglio catastale			Proprietario		
N. particella					
Latitudine Gauss Boaga W	**Nord 4906509**		Fuso Orario		
Latitudine Gauss Boaga W	**Est 1447289**		Declinazione magnetica		
Altitudine	**760 m s.l.m.**		Vento prevalente		
Descrizione del sito (tipi di alberi, colline, ecc.)					
Caratteristiche della zona (ostruzioni e distanze dalla torre)					
Tipologia del suolo					
Incarico di installazione, firma	**Energy System Srl**	**Data di installazione**		**13 aprile 2007**	

Data logger serie N° 309011981 tipo Symphonie					
	anemometro 1	**anemometro 2**	**anemometro 3**	**banderuola 1**	**banderuola 2**
Altezza di monitoraggio	**40 m**	**30 m**	**20 m**	**40 m**	**30 m**
Principale o ridondante	Principale	Ridondante	Ridondante	Principale	Ridondante
Orientamento di installazione (Gradi - Magnetico)	180° da nord	180° da nord	180° da nord	0° nord	0° nord
Lunghezza supporto	1,2 mt	1,2 mt	1,2 mt	1,2 mt	1,2 mt
Orientamento supporto	180° da nord	180° da nord	180° da nord	0° nord	0° nord
Certificato di calibrazione- numero	**24852**				
Data di calibrazione					
Offset	0,3118	0,35	0,35	0	0
Unità di misura	m/s	m/s	m/s	deg	deg
Fattore di scala	0,7715	0,765	0,765	0,351	0,351
N. canale del data logger	1	2	3	7	8

Quiliano - Località Monte Burotto			
Data sopralluogo	**NOTE**	**Manutenzione ordinaria**	**Manutenzione straordinaria**
13 aprile 2007	**Prima installazione**		
29 maggio 2007	Prelievo dati	Controllo Tiranti	
18 luglio 2007	Prelievo dati	Controllo Tiranti	
13 agosto 2007	Prelievo dati	Controllo Tiranti	
13 novembre 2007	Prelievo dati	Controllo Tiranti	
4 aprile 2008	Prelievo dati	Controllo Tiranti	
14 maggio 2008	Prelievo dati	Controllo Tiranti	
20 novembre 2008	Prelievo dati	Controllo Tiranti	
20 febbraio 2009	Prelievo dati	Controllo Tiranti	
6 aprile 2009	Prelievo dati	Controllo Tiranti	