Fabbrica Energie Rinnovabili Alternative
GENERAZIONE POSSIBILE

Fabbrica Energie Rinnovabili Alternative S.r.l.
Piazza Cavour, 7 - 20121 Milano
T: +39 02 62690471 F: +39 02 32066804
info@ferasrl.it; www.ferasrl.it
P.IVA 13393960151

Azienda con sistema di gestione qualità
certificato UNI EN ISO 9001:2008
certificatI n. 501008849 e 501008850



Regione **Liguria**
Comune di **Quiliano - Vado**
Proponente **F.E.R.A. S.r.l.**

Parco eolico "Rocche bianche"

Progetto Definitivo

SPE

Studio Potenziale Eolico

Progettisti:

Dott.ssa Giulia Canavero

Data	Rev.	Descrizione	Elaborato	Controllato	Approvato
27.03.2012	B	Nuovo Layout	Picchi	Canavero	Bertuccio
21.12.2009	A	Prima emissione	Picchi	Canavero	Bertuccio

Comm. **Elaborato: QVL-SPE-B_Studio potenziale elettrico.doc**

E' vietata la riproduzione del presente documento, anche parziale, con qualsiasi mezzo, senza l'autorizzazione di F.E.R.A. S.r.l.

Sommario

SOMMARIO **3**

1 DESCRIZIONE SITO **4**

2 STAZIONI DI MISURA **5**

2.1 STRUTTURA "0702" 5

2.1.1 Descrizione anemometro *5*

2.1.2 Analisi dati vento *7*

2.1.3 Profilo verticale della velocità *9*

2.1.4 Turbolenza e velocità estreme *11*

2.2 STRUTTURA "0703" 12

2.2.1 Descrizione anemometro *12*

2.2.2 Analisi dati vento *13*

2.2.3 Profilo verticale della velocità *16*

2.2.4 Turbolenza e velocità estreme *18*

2.2.5 Correlazioni *19*

3 DESCRIZIONE DEL MODELLO DI SIMULAZIONE **20**

4 LAYOUT **21**

5 AEROGENERATORI **22**

6 PRODUCIBILITÀ ELETTRICA **23**

7 CONCLUSIONI **25**

1 DESCRIZIONE SITO

Il sito in esame si trova in Regione Liguria, Provincia di Savona. In Figura 1 è visibile l'orografia circostante il sito a livello generale e di dettaglio.

Il ponente ligure è caratterizzato, come tutta la Regione Liguria, dalla presenza dei rilievi Appenninici, che separano il bacino della Pianura Padana dal Mar Ligure. La particolare conformazione a sacca della pianura Padana, delimitata dalla catena orografica delle Alpi, costituisce un bacino di raccolta a bassa quota delle masse d'aria in arrivo dai settori Settentrionali ed Orientali. L'alta pressione che conseguentemente si crea sulla pianura determina il movimento dell'aria verso il bacino del mar Ligure. A bassa quota questo spostamento avviene con minori ostacoli e quindi minori perdite, solo dove l'Appennino risulta attraversato da ampie valli o l'altezza media dei crinali è moderata. Il crinale in esame risulta posto in corrispondenza dello sbocco sul mare di una di queste zone.

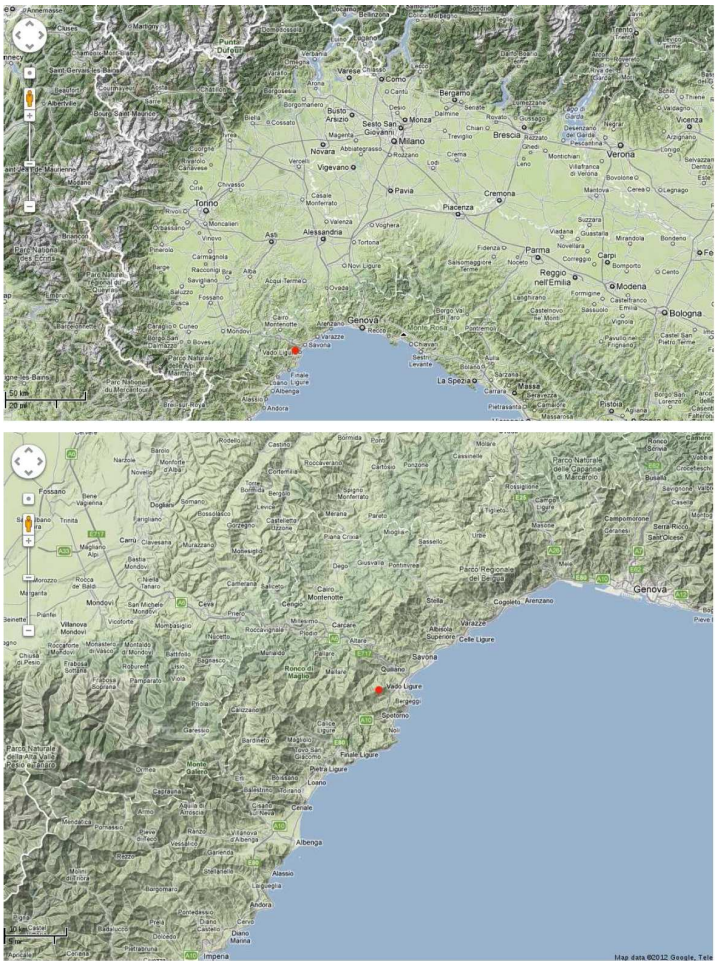


Figura 1: Orografia, quadro generale e di dettaglio.

L'accelerazione della massa d'aria in attraversamento dell'Appennino risulta così massima, avendo sfruttato tutto il gradiente esistente tra il bacino della pianura

Padana ed il Mar Ligure, con perdite minime causate dalla orografia dolce posta direttamente a Nord Nord-Est del sito.

2 STAZIONI DI MISURA

In prossimità del sito si dispone dei dati misurati dalle strutture di misura con codice "0702" e "0703", di seguito descritte. Le due strutture si trovano entrambe sull'area in esame per il layout di parco eolico a progetto e distano fra loro circa 870m.

2.1 STRUTTURA "0702"

La struttura di misura con codice "0702" si trova in Regione Ligura, Provincia di Savona, Comune di Vado Ligure alle coordinate geografiche WGS84 44.261718° di latitudine Nord e 8.363031° di longitudine Est, ad una quota di 601m sul livello del mare.

2.1.1 DESCRIZIONE ANEMOMETRO

La struttura di misurazione è costituita da un sostegno tubolare, provvisto di supporti sensori di lunghezza 1.5m su cui sono montati 2 sensori calibrati di velocità e 2 sensori di direzione. La configurazione della struttura è visibile in Figura 2 ed è in totale accordo con quanto richiesto dalla normativa IEC 61400.

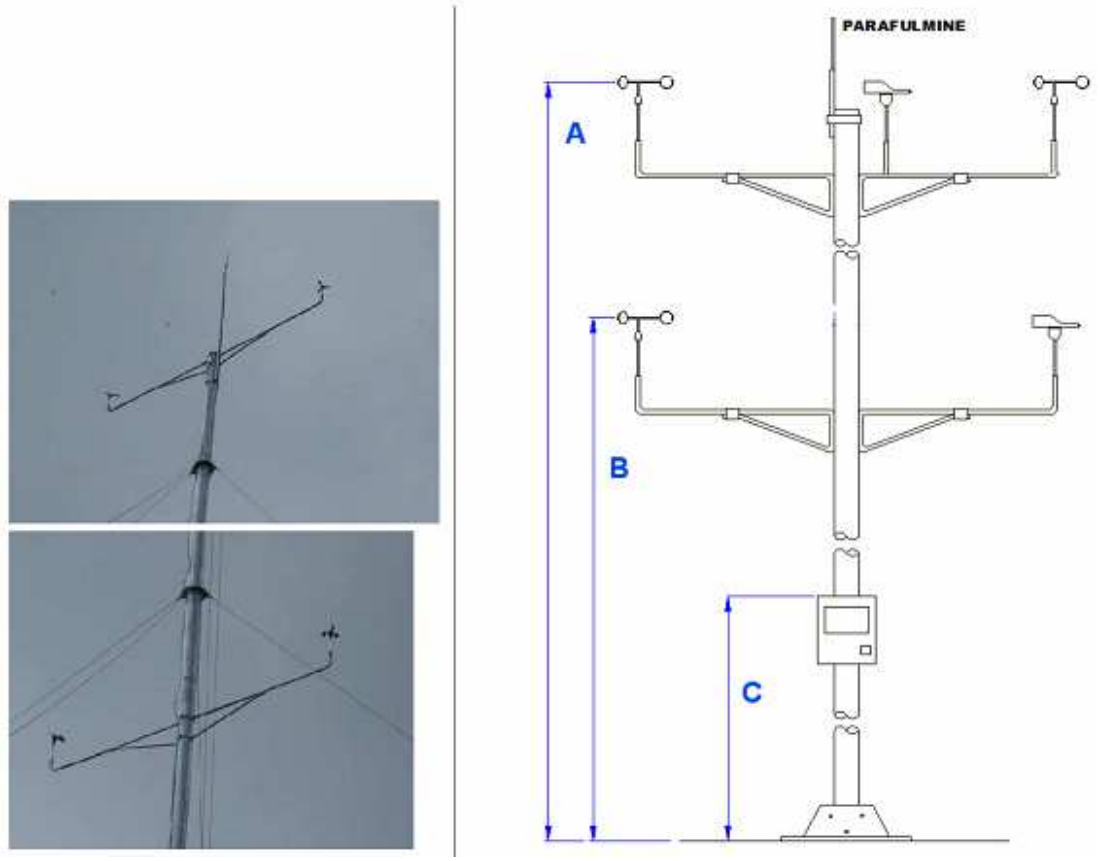


Figura 2: Schema struttura di misura "0702".

I sensori di velocità installati sono del tipo NRG Maximum #40C nuovi e calibrati, i sensori di direzione sono del tipo NRG #200P nuovi (Figura 3). I dati misurati sono registrati tramite Logger NRG su un supporto di memoria non volatile. Vengono calcolate e registrate le seguenti grandezze:

Sensori di velocità: Velocità media sull'intervallo di 10 minuti e deviazione standard sullo stesso intervallo di tempo;

Sensori di direzione: Direzione media sull'intervallo di 10 minuti;

Viene inoltre registrata la temperatura all'interno dell'involucro del Logger.

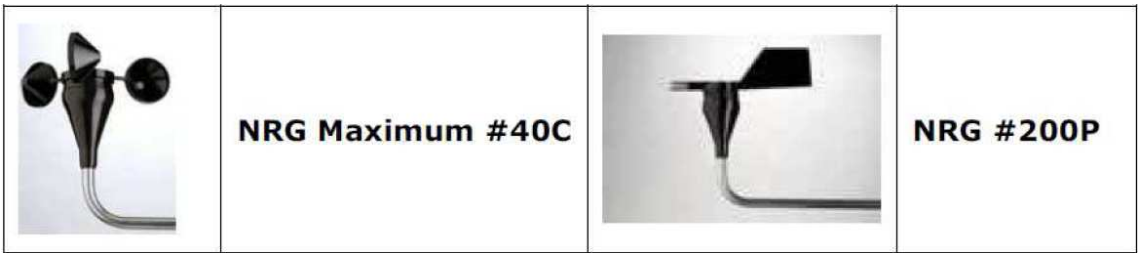


Figura 3: Tipologia sensori installati.

2.1.2 ANALISI DATI VENTO

La struttura con codice "0702" ha iniziato a registrare il giorno 3 Agosto del 2002 ed è stata rimossa il giorno 7 Gennaio 2004. La copertura dei dati è completa.

La disposizione dei sostegni dei sensori è tale da minimizzare gli effetti di ombreggiamento sulle misurazioni da parte della struttura tubolare centrale.

In Tabella 1 e Tabella 2 sono riportate le medie mensili della velocità del vento registrate alle quote di 40m e 20m dal suolo. Sono riportate anche le medie complessive sul periodo di misura.

I valori riportati sono elevati, a prova della bontà del sito in termini di risorsa eolica.

Tabella 1: Velocità mensili alla quota di 40m.

Anno	Mese	Disponibilità %	Media $\frac{m}{s}$	Max 10min	Max Max
2002	Ago	90.7	4.71	15.35	0.00
2002	Set	100.0	5.98	20.12	0.00
2002	Ott	100.0	5.00	20.82	0.00
2002	Nov	100.0	7.35	22.38	0.00
2002	Dic	100.0	9.15	22.02	0.00
2003	Gen	100.0	8.53	23.48	0.00
2003	Feb	100.0	10.56	21.27	0.00
2003	Mar	100.0	5.40	18.72	0.00
2003	Apr	100.0	6.80	24.18	0.00
2003	Mag	66.1	5.29	17.15	0.00
2003	Giu	100.0	3.21	15.31	0.00
2003	Lug	100.0	4.47	19.23	0.00
2003	Ago	100.0	4.13	16.79	0.00
2003	Set	82.8	6.26	19.43	0.00
2003	Ott	100.0	8.26	25.23	0.00
2003	Nov	100.0	8.91	22.74	0.00
2003	Dic	91.3	9.90	24.18	0.00
2004	Gen	22.2	8.08	19.80	0.00
Totale		**96.5**	**6.55**		

Tabella 2: Velocità mensili alla quota di 20m.

Anno	Mese	Disponibilità %	Media $\frac{m}{s}$	Max 10min	Max Max
2002	Ago	90.7	4.52	15.22	0.00
2002	Set	100.0	5.71	17.24	0.00
2002	Ott	100.0	4.77	20.55	0.00
2002	Nov	100.0	6.96	22.02	0.00
2002	Dic	100.0	8.84	22.68	0.00
2003	Gen	100.0	8.16	23.92	0.00
2003	Feb	100.0	9.98	20.01	0.00
2003	Mar	100.0	5.04	18.77	0.00
2003	Apr	100.0	6.20	20.22	0.00
2003	Mag	66.1	5.05	17.57	0.00

2003	Giu	100.0	3.02	15.26	0.00
2003	Lug	100.0	4.18	18.62	0.00
2003	Ago	100.0	3.91	16.01	0.00
2003	Set	82.8	5.98	19.64	0.00
2003	Ott	100.0	7.88	22.68	0.00
2003	Nov	100.0	8.68	22.74	0.00
2003	Dic	91.3	9.53	23.23	0.00
2004	Gen	22.2	7.83	20.39	0.00
Totale		**96.5**	**6.22**		

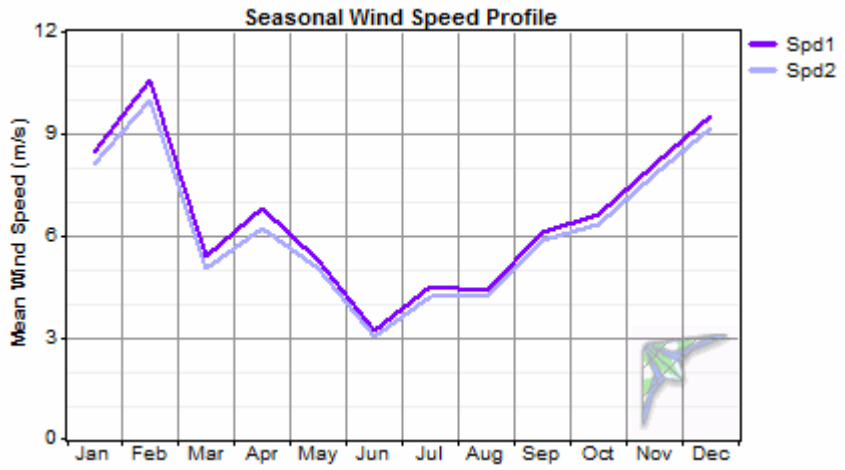


Figura 4: 0702, Andamento stagionale della velocità alle due quote di misura.

In Figura 4 è evidente come il sito sia caratterizzato da una forte stagionalità, con i periodi più ventosi concentrati dall'Autunno alla Primavera. Il preponderante contributo Invernale sottolinea l'importanza delle componenti Settentrionali rispetto alle provenienze del vento Meridionali.

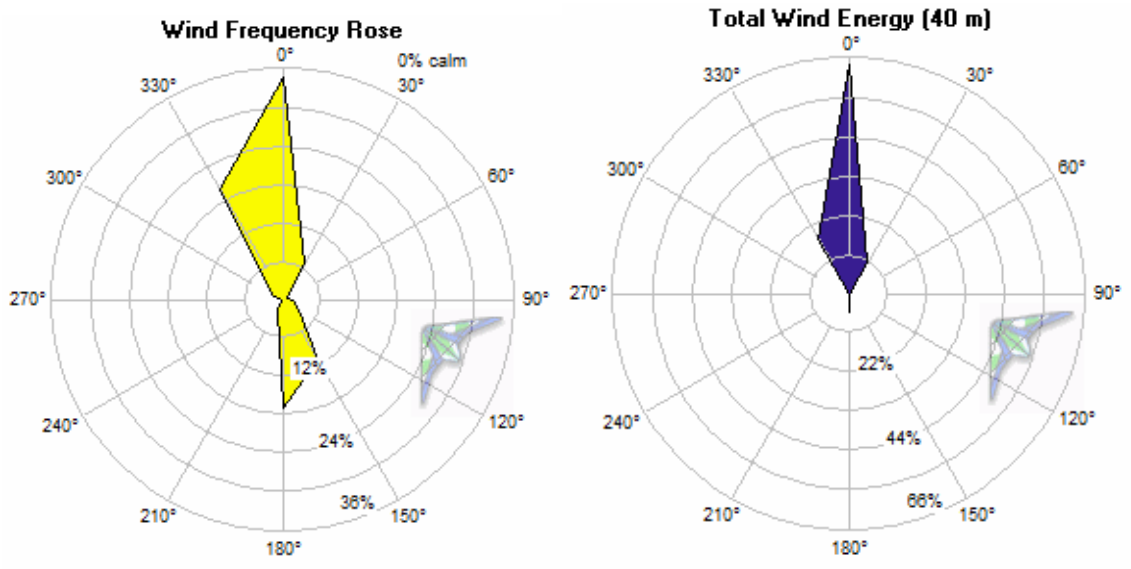


Figura 5: 0702, Rosa del vento in frequenza ed in Energia.

In Figura 5 sono riportate la rosa del vento in frequenza e il contenuto energetico per settore di provenienza del vento per la quota di misura di 40m dal suolo.

Si nota chiaramente come la maggiore frequenza e allo stesso tempo, le maggiori velocità medie, provengano da Nord.

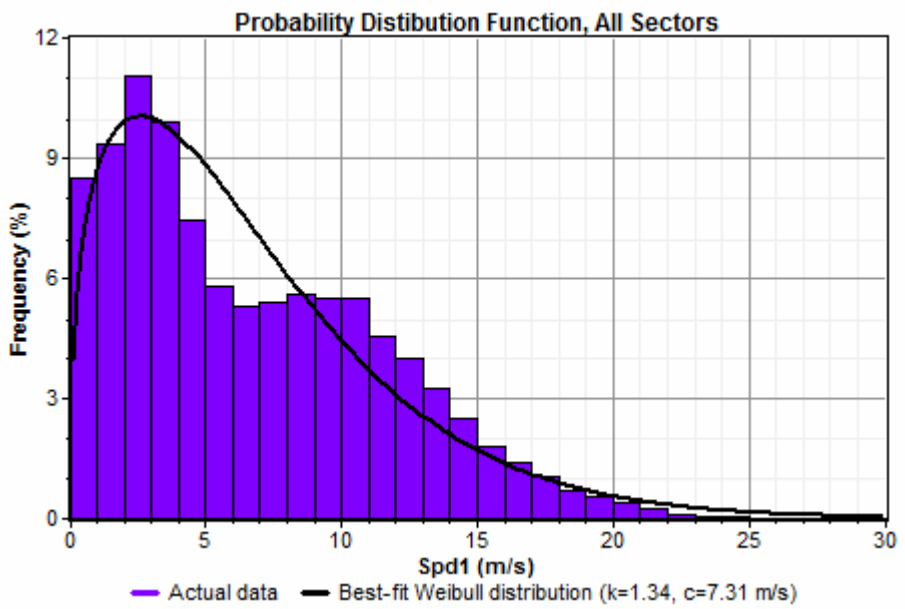


Figura 6: 0702, Distribuzione in frequenza della velocità del vento misurata a 40m dal suolo.

In Figura 6 è riportata la distribuzione in frequenza della velocità media sui 10 minuti, misurata a 40m dal suolo. Si nota una frequenza consistente di velocità del vento con medie inferiori ai 5m/s, da attribuire alle componenti con provenienza meridionale. Il significativo contributo in frequenza centrato intorno alla velocità di 10m/s è invece da attribuire alle provenienze Settentrionali.

2.1.3 PROFILO VERTICALE DELLA VELOCITÀ

In Tabella 3 sono riportate la lunghezza di rugosità e l'esponente per settore di direzione rispettivamente per il profilo logaritmico ed esponenziale che meglio interpolano la velocità misurata alle varie quote.

Si nota come in media il profilo verticale della velocità misurato sia molto verticale, con poco guadagno in quota. Questo andamento risulta caratteristico della conformazione di crinale ben orientato alle direzioni principali come il sito in esame.

In Figura 7 sono riportate la rosa del vento in frequenza e l'andamento dell'esponente del modello di profilo verticale esponenziale per settore di direzione.

Tabella 3: 0702, Interpolazione delle velocità medie misurate per settore di direzione alle varie quote.

Direction Sector	Time Steps	Mean Wind Speed (m/s) C1 40m	C3 20m	Power Law Exp	Surface Roughness (m)
0°	25231	9.47	9.15	0.05	0.00E+000
30°	4777	8.01	7.06	0.18	1.12E-001
60°	838	1.42	1.05	0.44	2.80E+000
90°	1079	1.50	1.14	0.40	2.30E+000
120°	2337	1.94	1.60	0.28	7.71E-001
150°	7826	3.16	2.82	0.16	6.30E-002
180°	12108	4.43	4.09	0.12	5.24E-003
210°	1492	3.51	3.15	0.16	4.62E-002
240°	463	2.72	2.35	0.21	2.28E-001
270°	418	1.56	1.47	0.09	5.37E-004
300°	1391	3.33	3.44	-0.05	
330°	14565	7.76	7.64	0.02	0.00E+000
No direction	**72525**	**6.73**	**6.40**	**0.07**	**2.09E-005**

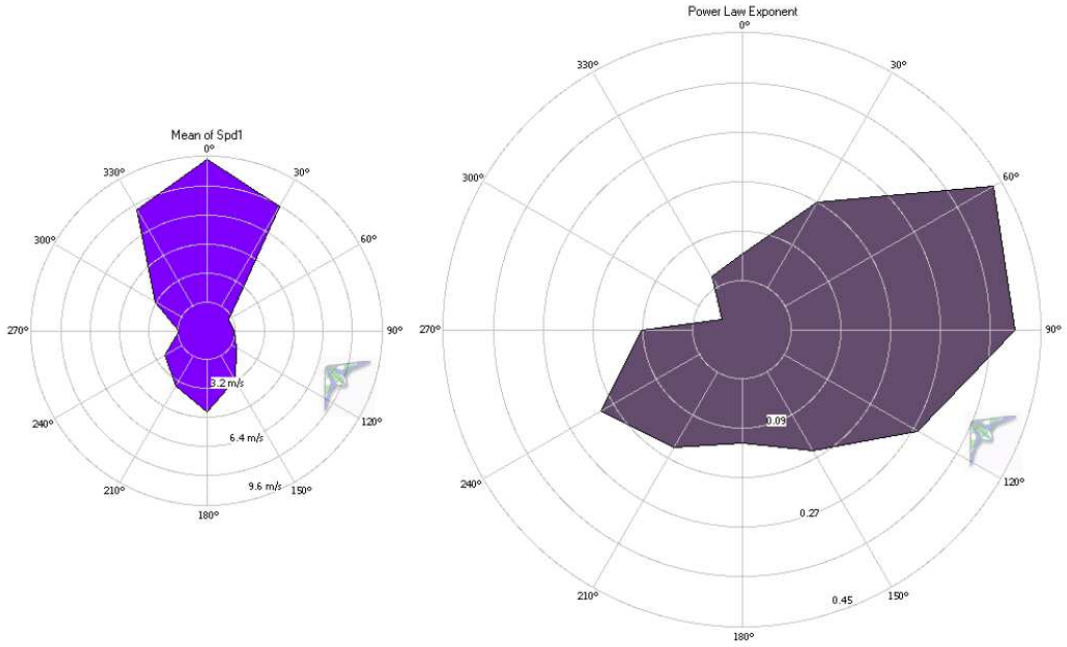


Figura 7: 0702, Rosa del vento in frequenza e esponente del modello di profilo verticale per settore di direzione.

2.1.4 TURBOLENZA E VELOCITÀ ESTREME

La turbolenza misurata sul sito è moderata, tale da fare rientrare nella classe B secondo le norme IEC 61400 3rd Edition.

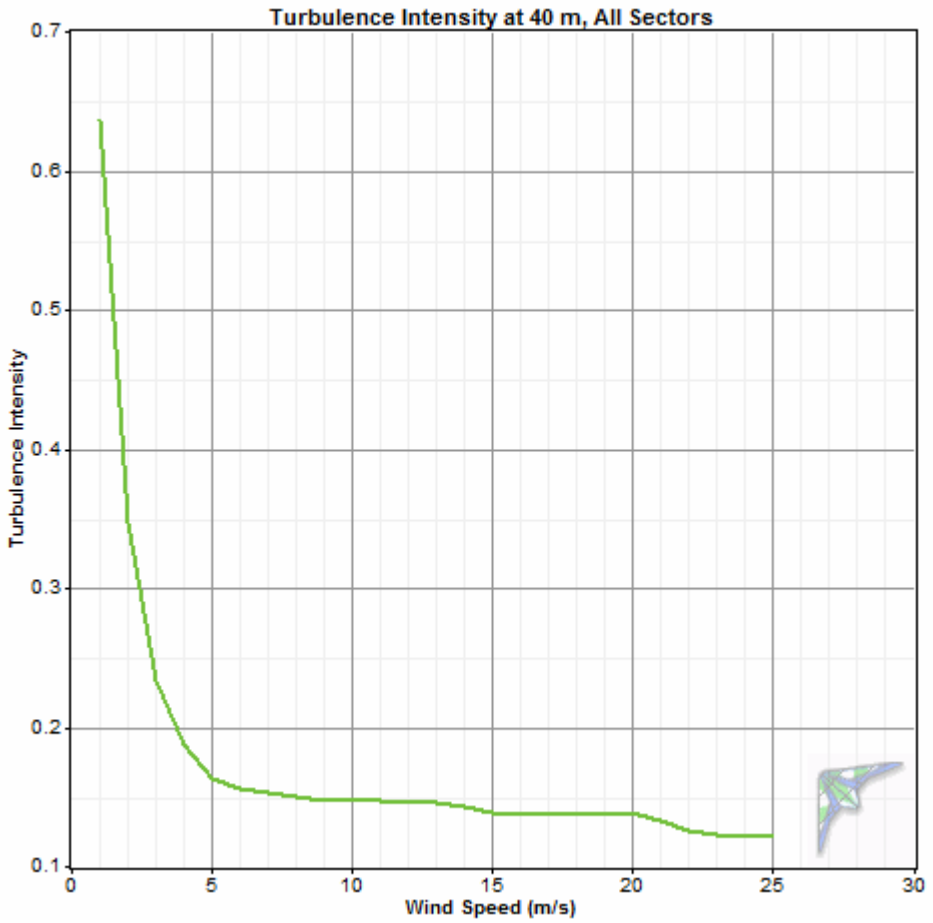


Figura 8: 0702, Andamento dell'intensità della turbolenza per la velocità misurata a 40m dal suolo.

2.2 STRUTTURA "0703"

La struttura di misura con codice "0703" si trova in Regione Ligura, Provincia di Savona, Comune di Vado Ligure alle coordinate geografiche WGS84 44.266038° di latitudine Nord e 8.372231° di longitudine Est, ad una quota di 576m sul livello del mare.

2.2.1 DESCRIZIONE ANEMOMETRO

La struttura di misurazione è costituita da un sostegno tubolare, provvisto di supporti sensori di lunghezza 1,5m su cui sono montati 2 sensori calibrati di velocità e 2 sensori di direzione. La configurazione della struttura è visibile in Figura 9 ed è in totale accordo con quanto richiesto dalla normativa IEC 61400.

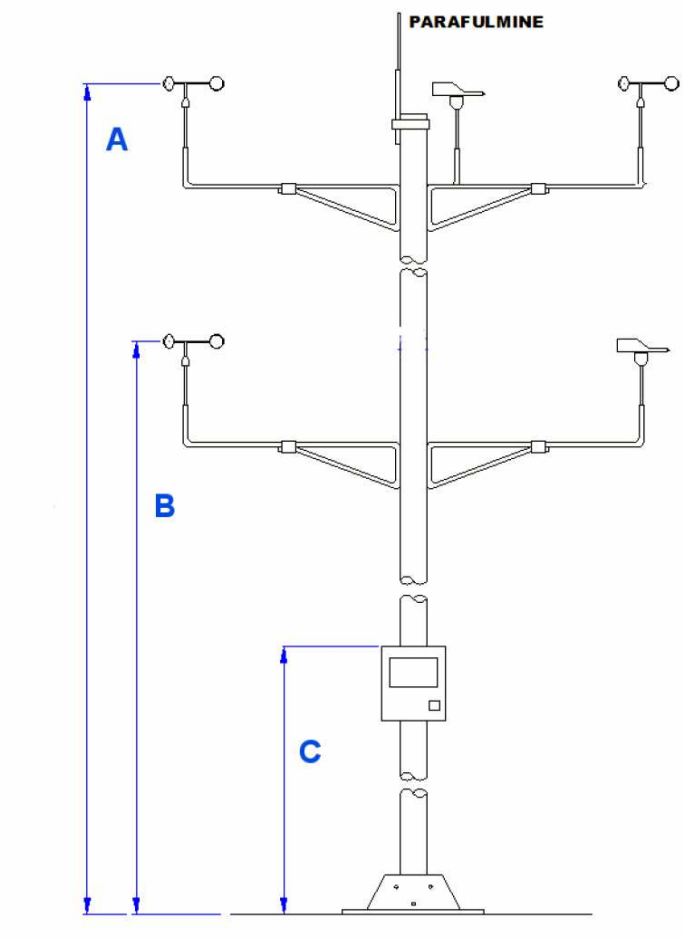


Figura 9: 0703, Schema struttura di misura.

I sensori di velocità installati sono del tipo NRG Maximum #40C nuovi e calibrati, i sensori di direzione sono del tipo NRG #200P nuovi (Figura 3). I dati misurati sono registrati tramite Logger NRG su un supporto di memoria non volatile. Vengono calcolate e registrate le seguenti grandezze:

- **Sensori di velocità:** Velocità media sull'intervallo di 10 minuti e deviazione standard sullo stesso intervallo di tempo;
- **Sensori di direzione:** Direzione media sull'intervallo di 10 minuti;

Viene inoltre registrata la temperatura all'interno dell'involucro del Logger.

2.2.2 ANALISI DATI VENTO

La struttura con codice "0703" ha iniziato a registrare il giorno 4 Agosto del 2002 ed è stata rimossa il giorno 8 Gennaio 2003. La disponibilità delle registrazioni sul periodo di misura è intorno all'85%.

La disposizione dei sostegni dei sensori è tale da minimizzare gli effetti di ombreggiamento sulle misurazioni da parte della struttura tubolare centrale.

Tabella 4: 0703, Velocità mensili alla quota di 40m.

Anno	Mese	Disponibilità %	Media $\frac{m}{s}$	Max 10min	Max Max
2002	Ago	87.8	5.13	16.57	0.00
2002	Set	100.0	6.73	24.05	0.00
2002	Ott	100.0	5.33	23.17	0.00
2002	Nov	64.9	7.66	28.99	0.00
2002	Dic	68.7	8.45	24.31	0.00
2003	Gen	9.5	2.92	22.02	0.00
Totale		**88.4**	**6.77**		

Tabella 5: 0703, Velocità mensili alla quota di 20m.

Anno	Mese	Disponibilità %	Media $\frac{m}{s}$	Max 10min	Max Max
2002	Ago	87.8	4.35	13.88	0.00
2002	Set	100.0	5.41	16.05	0.00
2002	Ott	100.0	4.59	20.49	0.00
2002	Nov	64.9	6.21	19.96	0.00
2002	Dic	69.0	7.45	21.85	0.00
2003	Gen	37.1	9.15	23.98	0.00
Totale		**94.2**	**6.20**		

In Tabella 4 e Tabella 5 sono riportate le medie della velocità del vento misurata a 40m e 20m dal suolo. I valori delle medie mensili sono elevati ed in linea con quanto misurato in corrispondenza della struttura 0703.

In Figura 10 è riportato l'andamento stagionale della velocità per i mesi in cui la struttura ha misurato. Anche in questo caso è evidente l'influenza della stagionalità sulla velocità media misurata.

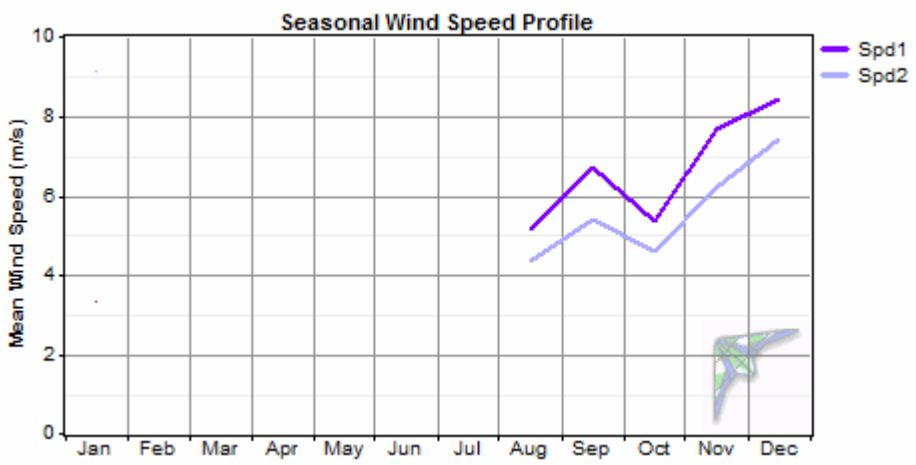


Figura 10: 0703, Andamento stagionale della velocità.

In Figura 11 sono riportate la rosa del vento in frequenza e il contributo energetico per settore di provenienza del vento calcolato per la quota di 40m dal suolo.

Si nota la netta prevalenza del contributo energetico per le provenienze del vento da Nord.

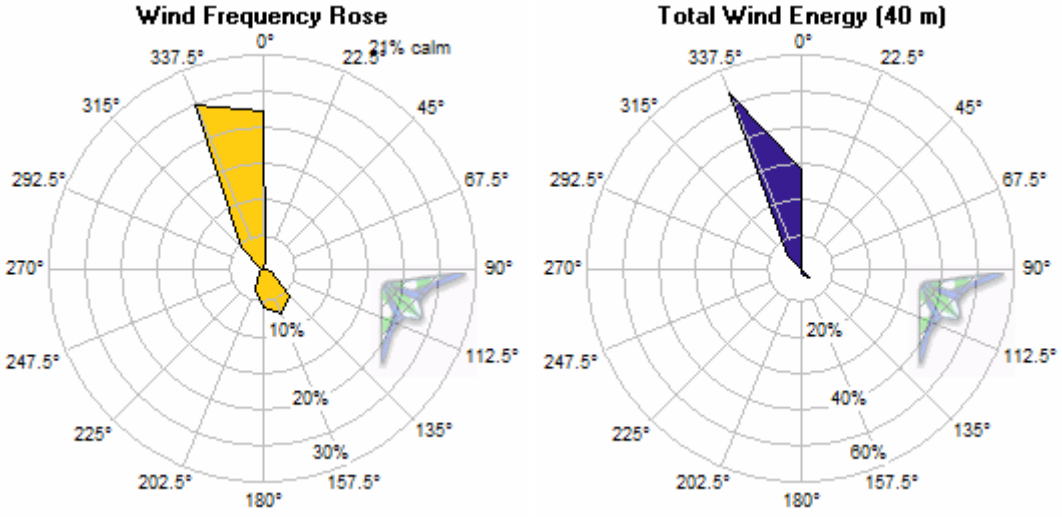


Figura 11: 0703, Rosa del vento in frequenza e contributo energetico per settore di provenienza.

La distribuzione in frequenza della velocità media sui 10 minuti misurata alla quota di 40m dal suolo, evidenzia le differenti caratteristiche del vento proveniente da Sud rispetto alle provenienze da Nord. Nel secondo caso le intensità si attestano intorno ai 10m/s mentre da Sud rimangono in media sotto intorno ai 5 m/s

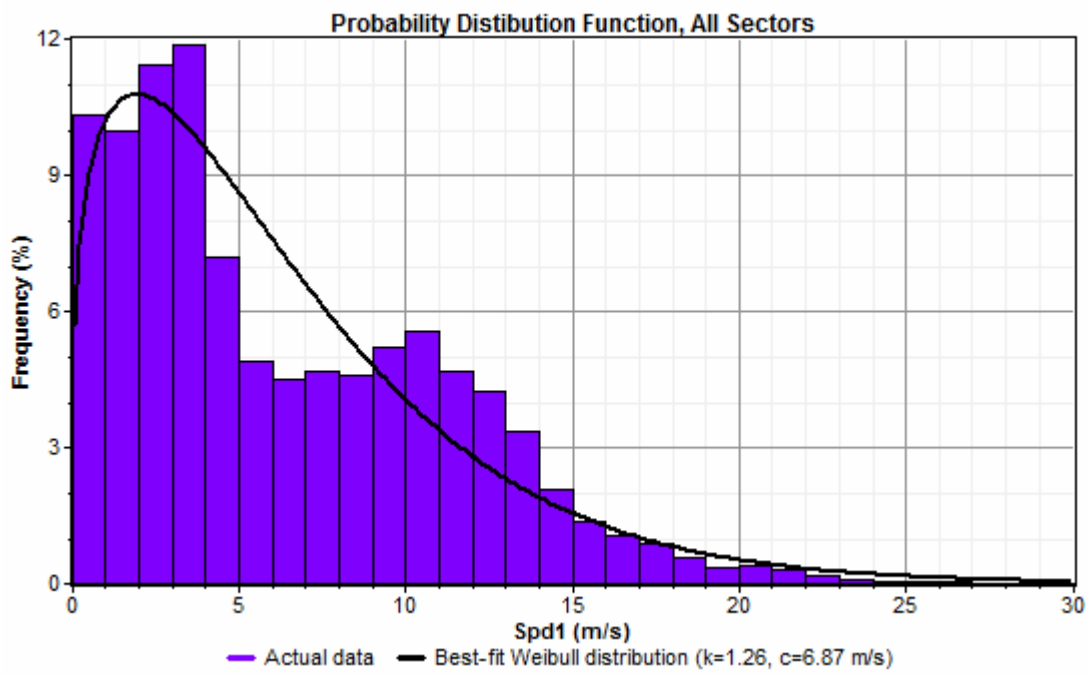


Figura 12: 0703, Distribuzione in frequenza della velocità misurata a 40m dal suolo.

2.2.3 PROFILO VERTICALE DELLA VELOCITÀ

In tabella 6 sono riportate la lunghezza di rugosità e l'esponente per settore di direzione rispettivamente per il profilo logaritmico ed esponenziale che meglio interpolano la velocità misurata alle varie quote.

Si nota come in media il profilo verticale della velocità misurato sia molto verticale, con poco guadagno in quota. Questo andamento risulta caratteristico della conformazione di crinale ben orientato alle direzioni principali come il sito in esame.

In figura **Errore. L'origine riferimento non è stata trovata.** sono riportate la rosa del vento in frequenza e l'andamento dell'esponente del modello di profilo verticale esponenziale per settore di direzione.

Direction Sector	Time Steps	Mean Wind Speed (m/s)		Power Law Exp	Surface Roughness (m)
		C1 40m	C3 20m		
0°	5838	8.24	7.52	0.133	1.53E-002
30°	278	3.43	3.03	0.182	1.16E-001
60°	82	2.68	2.25	0.252	5.31E-001
90°	157	3.26	2.69	0.276	7.46E-001
120°	786	4.62	4.15	0.156	4.72E-002
150°	2264	4.56	4.15	0.134	1.61E-002
180°	1906	2.94	2.69	0.128	1.16E-002
210°	1128	2.68	2.28	0.233	3.84E-001
240°	453	2.03	1.58	0.365	1.81E+000
270°	335	1.81	1.43	0.342	1.50E+000
300°	682	3.02	2.45	0.303	1.03E+000
330°	5081	8.97	7.44	0.27	6.88E-001
No direction	**18990**	**6.40**	**5.60**	**0.193**	**1.56E-001**

Table 6: 0703: Interpolazione delle velocità medie misurate per settore di direzione alle varie quote.

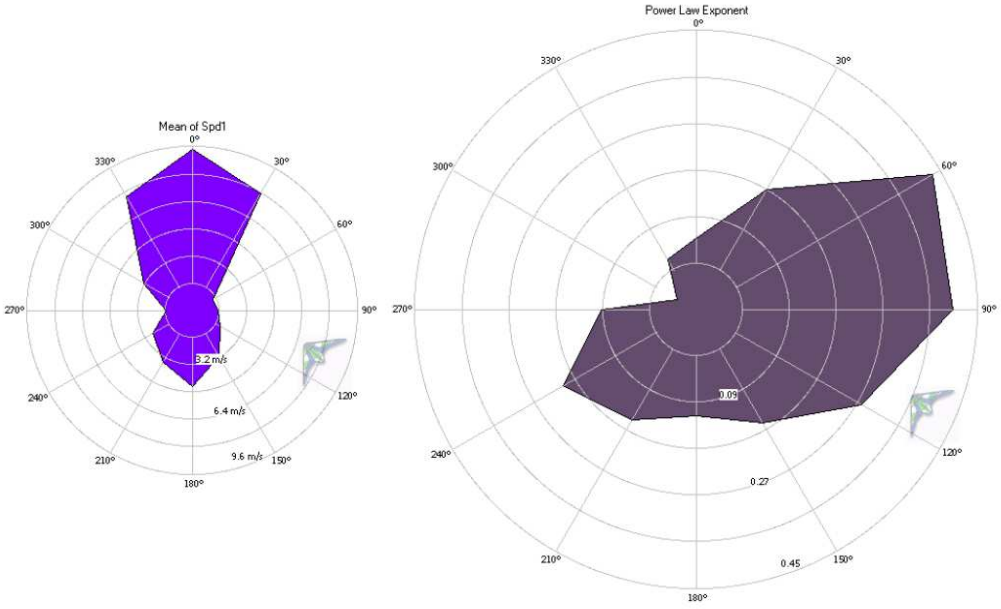


Figura 13: 0703, Rosa del vento in frequenza ed esponente del profilo verticale per settore di direzione

2.2.4 TURBOLENZA E VELOCITÀ ESTREME

Nel periodo di misurazione la turbolenza misurata sul sito è moderata, tale da fare rientrare nella classe B secondo le norme IEC 61400 3rd Edition.

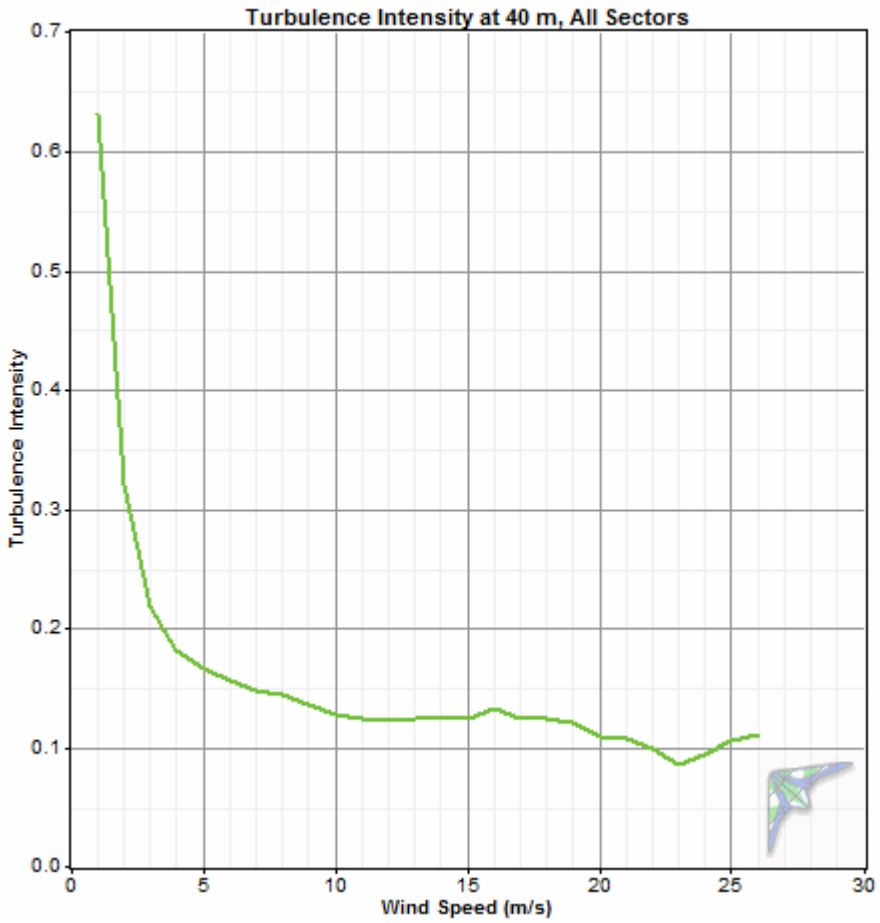


Figura 14: 0703, Andamento dell'intensità della turbolenza in funzione della velocità.

2.2.5 CORRELAZIONI

In Tabella 6 sono riportati i coefficienti ottenuti correlando la velocità del vento misurata a 40m dal suolo utilizzando come riferimento i valori di velocità misurati a 40m dal suolo in corrispondenza della struttura "0702". Il periodo di sovrapposizione copre l'arco di 5 mesi, dall'Estate all'inizio dell'Inverno e si ritiene sufficientemente significativo.

I valori dei coefficienti di correlazione mostrano come la struttura "0703" alla quota di 40m dal suolo misura circa il 10% di velocità in più per le componenti del vento settentrionali, mentre per quelle provenienti dal mare misura circa il 10% in meno rispetto al sensore a 40m sulla struttura "0702". Nel complesso la correlazione mostra come il crinale sia ben esposto su gran parte della sua estensione ad entrambe le componenti principali del vento.

Tabella 6: : Correlazione tra sito Reference "0702" e sito Target "0703". Sovrapposizione dal 04/08/2002 19:00 al 8/1/2003 12:00.

nDirezione	N. Punti	slope	R2	dir off-set
0	4452	1.148	0.31	-17
30	354	1.168	0.41	-45
60	11	1.387	0.64	0
90	14	1.132	0.44	-44
120	140	1.090	0.29	74
150	942	0.979	0.87	4
180	1591	0.888	0.92	-30
210	164	0.857	0.49	-86
240	24	0.964	0.37	-16
270	6	1.286	0.09	0
300	234	1.005	0.26	60
330	4210	1.061	0.74	17
No dir.	**12142**	**1.082**	**0.58**	

3 DESCRIZIONE DEL MODELLO DI SIMULAZIONE

1. La stima della producibilità elettrica relativa al layout di parco eolico proposto è stata ottenuta seguendo i seguenti passi:

2. Le serie temporali delle velocità e direzione misurate dalle strutture "0702" e "0703", sono state analizzate per eliminare malfunzionamenti ed eventuali misurazioni affette da ghiaccio sui sensori.

3. È stata verificata la correlazione tra le misurazioni effettuate dalle due differenti strutture. Ciò ha permesso di approfondire il livello di conoscenza sull'andamento della ventosità lungo il crinale in esame. Inoltre ha permesso di stabilire con maggiore sicurezza la rappresentatività delle misurazioni effettuate da "0702" per tutto il layout previsto nell'analisi.

4. La serie temporale "0702" è stata scelta per ottenere la distribuzione in frequenza annuale della velocità del vento estrapolata alla quota di 80m dal suolo. Tale serie temporale è stata preferita per la maggiore estensione temporale. L'estrapolazione in quota è stata effettuata interpolando con un modello logaritmico, le velocità medie annuali misurate alle due diverse altezze di installazione degli anemometri sulla struttura "0702".

5. La distribuzione in frequenza della velocità del vento unitamente al modello digitale del terreno, con isoipse spaziate ogni 20m in altezza, hanno permesso la modellazione del flusso aerodinamico sull'area interessata dal layout. Il calcolo fluido-dinamico è stato eseguito con il software di simulazione lineare WindFarm.

6. Tramite la curva di potenza dei differenti aerogeneratori, fornita dal costruttore, è stato possibile ottenere la produzione elettrica stimata su un anno per ogni macchina posizionata nel layout. La produzione netta è stata ottenuta da quella lorda prevista al mozzo, aggiungendo un ulteriore 10% di perdite per tenere conto delle perdite elettriche su generatore, trasformatore e cavidotto, perdite per fermo macchina e perdite per degrado del profilo della pala.

4 LAYOUT

Le posizioni definite per gli aerogeneratori sono ottimali dal punto di vista dello sfruttamento energetico delle componenti del vento presenti sul sito, sfruttando al meglio l'effetto orografico generato dal crinale.

In Tabella 7 sono riportate le coordinate previste per gli aerogeneratori in formato UTM WGS84, mentre in figura **Errore. L'origine riferimento non è stata trovata.** sono riportati gli aerogeneratori su una immagine della orografia del sito.

Tabella 7: Coordinate aerogeneratori e strutture di misura in formato UTM WGS84, fuso 32T

ID	Easting	Northing	Altitude
1	449843	4901662	575
2	450301	4901806	556
3	450882	4902132	519
4	451277	4902206	541
5	451526	4902297	528
6	451738	4902397	503
A1 "0702"	449156	4901140	604
A2 "0703"	449895	4901614	578



Figura 15: Layout proposto per l'impianto eolico.

5 AEROGENERATORI

La scelta della tipologia di aerogeneratore scaturisce da considerazioni che coinvolgono vari aspetti, sia tecnologici che ambientali.

Nel caso di progetti di grande eolico la tipologia di aerogeneratore ricade su modelli con rotore sopravento, tripala e a passo variabile.

Oggi la tecnologia permette al generatore elettrico di operare ad un regime di rotazione variabile, in modo da massimizzare l'efficienza di conversione aerodinamica da parte del rotore.

In questo ambito per il progetto in esame si considera ottimale un modello di aerogeneratore con rotore fino a 90m di diametro ed altezza mozzo fino a 80m. Per quanto riguarda la potenza nominale per ciascuna macchina si considera un valore di 1500kW.

Queste sono le dimensioni che meglio si adattano allo sfruttamento eolico sul crinale in esame. Il diametro delle pale permette un lo sfruttamento della risorsa eolica mantenendo basso il numero dei giri del rotore. I singoli aerogeneratori risultano spaziati di oltre 3 diametri in direzioni che non sono prevalenti. La disposizione su unica file evita effetti di interferenza per le direzioni principali del vento.

Si è optato per una torre di tipo tubolare per questioni sia strutturali che estetiche.

6 PRODUCIBILITÀ ELETTRICA

Si riporta in Figura 16 la mappa isovento calcolata dal software per la quota di 80m dal suolo. Sulla stessa immagine sono riportate le posizioni degli aerogeneratori e delle strutture di misura. Si nota come il layout sia posizionato in maniera ottimale rispetto alla disponibilità della risorsa eolica.

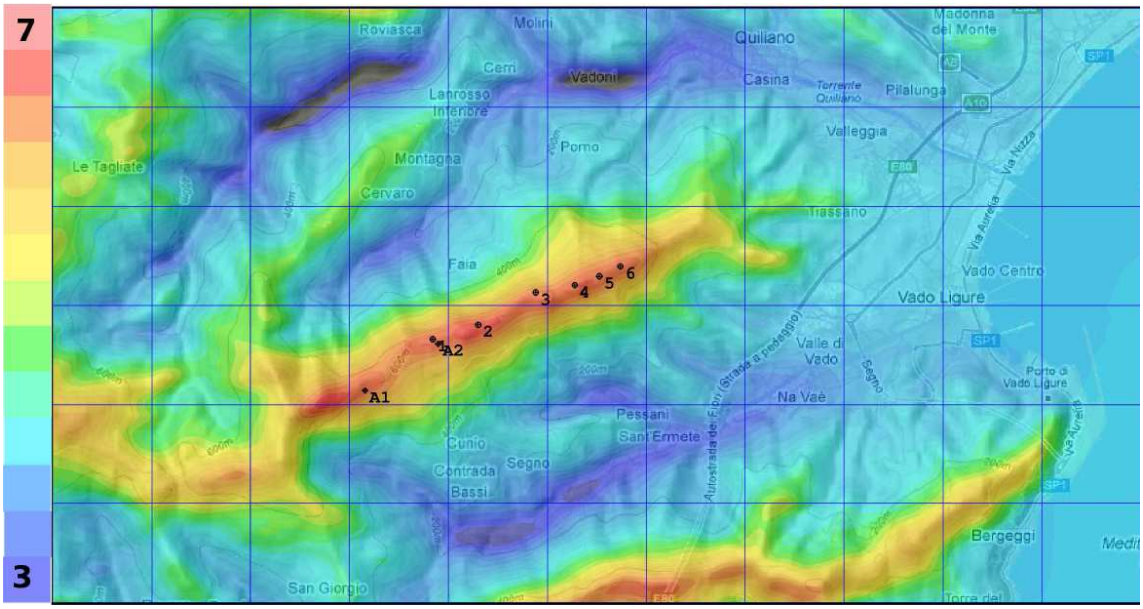


Figura 16: Mappa isovento calcolata per la quota di 80m dal suolo.

In Figura 17 è rappresentata la produzione stimata di energia elettrica in MWh per settore di provenienza del vento e per aerogeneratore. È chiaro il contributo principale legato alla componente settentrionale del vento.

In Tabella 8 è riportata la producibilità elettrica relativa al layout proposto ipotizzando una tipologia di aerogeneratore del tipo descritto al paragrafo precedente. Per ogni turbina del layout vengono riportate le seguenti informazioni:

- La variazione percentuale in energia disponibile rispetto alla stessa quota sulla posizione della struttura di misura 0702.
- La perdita percentuale in energia a causa degli effetti di scia causati dalla presenza degli altri aerogeneratori del layout.
- Il valore di energia elettrica che si prevede produca la singola turbina ai poli del generatore in un anno di funzionamento.
- Il valore di energia elettrica netta che si prevede prodotta dalla singola turbina sottratte le perdite elettriche sul trasformatore e cavidotto, le perdite per degrado del profilo aerodinamico della pala e le perdite per mancato funzionamento a causa di fermo macchina.

- Il valore numerico delle ore equivalenti nette di funzionamento annuo alla potenza nominale tali da produrre lo stesso valore di energia elettrica netta.

Tabella 8: Producibilità elettrica prevista per aerogeneratore.

Numero Turbina	Effetto Topografico %	Perdite Scia %	Energia Lorda GWh	Energia Netta Gwh	Ore Equivalenti nette
1	1.23	-0.01	5.113	4.602	3068
2	3.65	-0.03	5.235	4.711	3141
3	-0.13	-0.04	5.043	4.539	3026
4	1.98	-0.06	5.149	4.634	3089
5	1.5	-0.12	5.122	4.609	3073
6	1.1	-0.1	5.102	4.592	3061
Totale	**1.55**	**-0.06**	**30.762**	**27.686**	**3076**

I valori di produzione elettrica previsti per l'impianto giustificano la bontà del sito in esame e sono in accordo ai valori di velocità media del vento registrati nelle campagne di misura effettuate.

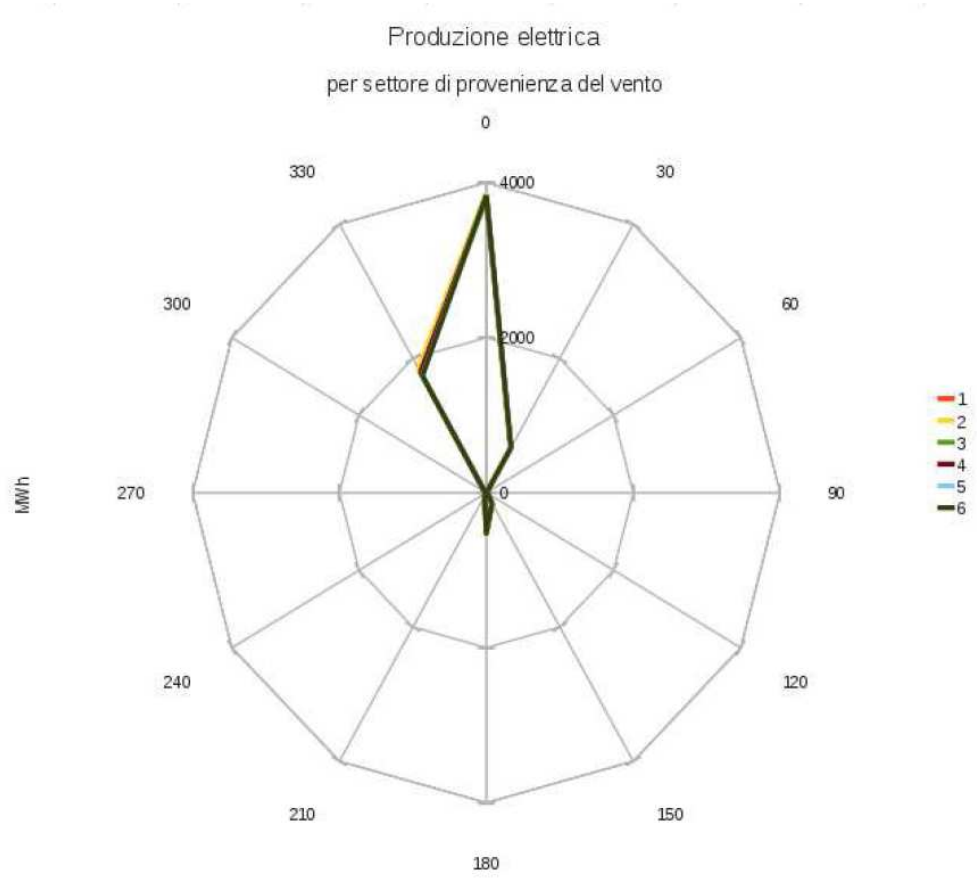


Figura 17: Produzione elettrica in MWh stimata per direzione di provenienza del vento e per aerogeneratore.

7 CONCLUSIONI

Il sito in esame presenta caratteristiche ottimali per lo sfruttamento eolico.

La disposizione proposta per gli aerogeneratori permette di sfruttare la risorsa eolica presente in modo efficiente. Le caratteristiche del progetto rientrano pienamente nei requisiti definiti dalla normativa in termini di risorsa eolica.