



Green Power

Engineering & Construction



WE ENGINEERING

GRE CODE

GRE.EEC.R.73.IT.W.15235.00.013.00

PAGE

1 di/of 20

TITLE:

AVAILABLE LANGUAGE: IT

**MPIANTO EOLICO
"ACQUAVIVA COLLECROCE"**
Comuni di Acquaviva Collecroce (CB), San Felice del Molise (CB),
Castelmauro (CB), Palata (CB), Tavenna (CB) e Montecilfone (CB)

Relazione sulla valutazione della risorsa Eolica ed analisi della producibilità

Il Tecnico
Ing. Leonardo Sblendido



File: GRE.EEC.R.73.IT.W.15235.00.013.00 Relazione sulla valutazione della risorsa eolica ed analisi della producibilità

| | | | | | |
|-------------|-------------------|---|--------------------|-------------------|--------------------|
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| 00 | 26/02/2021 | Emissione per iter autorizzativo | G.Migliazza | E.Speranza | L.Sblendido |
| REV. | DATE | DESCRIPTION | PREPARED | VERIFIED | APPROVED |

GRE VALIDATION

| | | |
|---------------|-------------|--------------|
| | Durante | PE |
| COLLABORATORS | VERIFIED BY | VALIDATED BY |

| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|--|-----------------|------------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|-------------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|
| PROJECT / PLANT ACQUAVIVA COLLECROCE EO | GRE CODE | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | GROUP | FUNCTION | TYPE | ISSUER | COUNTRY | TEC | PLANT | | | SYSTEM | PROGRESSIVE | REVISION | | | | | | | |
| | GRE | EEC | R | 7 | 3 | I | T | W | 1 | 5 | 2 | 3 | 5 | 0 | 0 | 0 | 1 | 3 | 0 |

| | |
|--------------------------------|--------------------------|
| CLASSIFICATION: COMPANY | UTILIZATION SCOPE |
|--------------------------------|--------------------------|

This document is property of Enel Green Power S.p.a. It is strictly forbidden to reproduce this document, in whole or in part, and to provide to others any related information without the previous written consent by Enel Green Power Spa.



Engineering & Construction



GRE CODE

GRE.EEC.R.73.IT.W.15235.00.013.00

PAGE

2 di/of 20

INDICE

| | | |
|----------|--|-----------|
| 1 | INTRODUZIONE | 3 |
| 2 | DESCRIZIONE DELL'AEROGENERATORE..... | 4 |
| 2.1 | AEROGENERATORI | 4 |
| 3 | POTENZIALE EOLICO DELL'AREA DI PROGETTO | 7 |
| 3.1 | CARATTERISTICHE DELLA FONTE UTILIZZATA | 7 |
| 3.2 | CARATTERISTICHE ANEMOMETRICHE DEL SITO | 9 |
| 4 | STIMA DI PRODUCIBILITA' | 20 |

1 INTRODUZIONE

La presente relazione costituisce relazione sulla valutazione della risorsa eolica ed analisi della producibilità della centrale per la produzione di energia da fonte eolica proposta da Enel Green Power S.p.A., e riferita al Parco Eolico costituito da n.10 aerogeneratori, ricadenti nei territori comunali di Acquaviva Collecroce (CB), San Felice del Molise (CB), Palata (CB) e Castelmauro (CB), di potenza nominale complessiva pari a 60 MW. Le opere di connessione correlate all'impianto interesseranno anche i comuni di Tavenna (CB) e Montecilfone (CB).

La finalità di questo report è quella di caratterizzare le condizioni anemologiche e determinare la stima del rendimento energetico dell'impianto su base annuale.

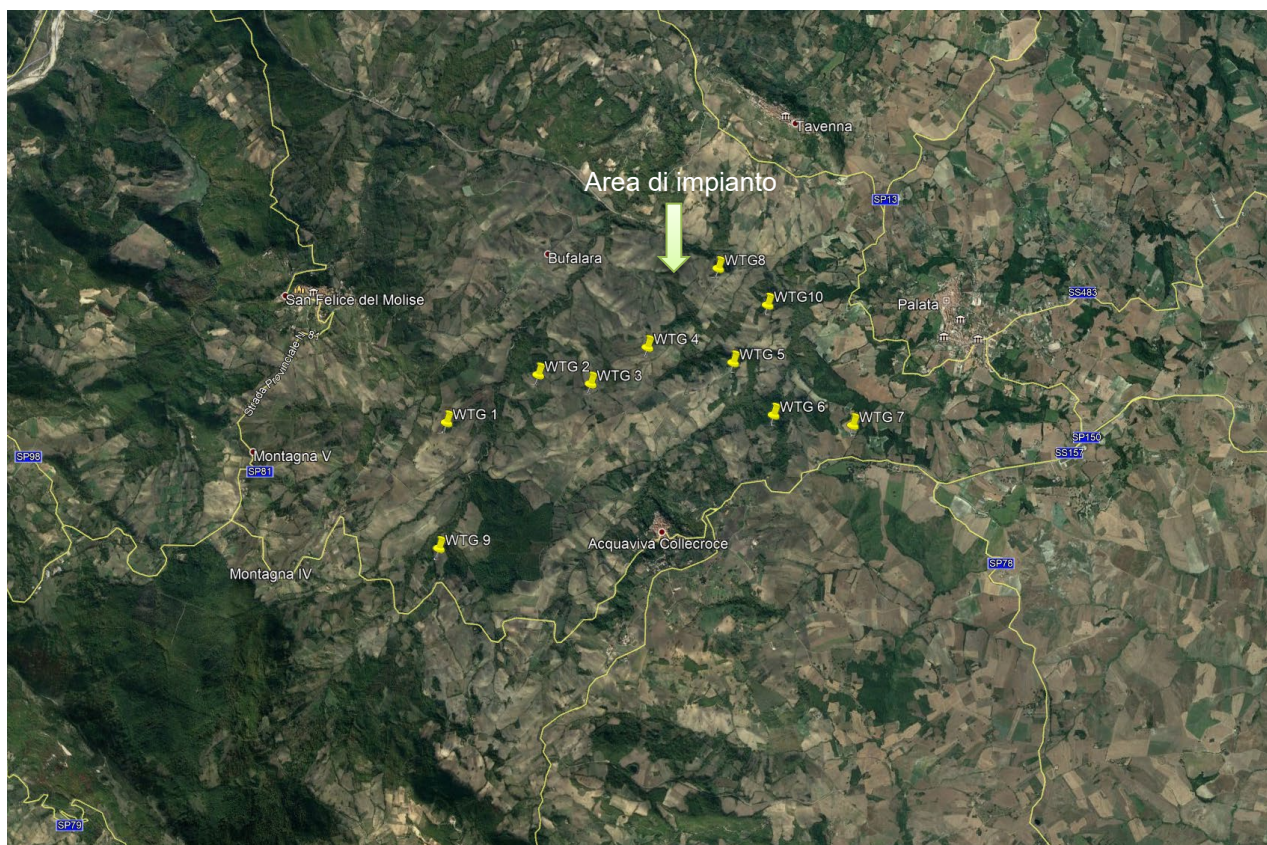


Figura 1. Inquadramento territoriale dell'area di impianto (Fonte: Google earth)

Per l'identificazione univoca di ogni singolo aerogeneratore e per una più dettagliata descrizione del progetto, si riportano in tabella le coordinate relative all'ubicazione di ognuno di essi nel sistema di riferimento WGS84 in proiezione UTM ed in gradi, minuti e secondi.

| | UTM-WGS84 | | UTM WGS84 - GMS | | Q.slm |
|-------|-----------|------------|-----------------|---------------|-------|
| | EST | NORD | LAT | LONG | |
| WTG1 | 476568.18 | 4636167.40 | 1°52'37.48"N | 14°43'3.39"E | 345 |
| WTG2 | 477592.33 | 4636696.63 | 41°52'54.74"N | 14°43'47.74"E | 328 |
| WTG3 | 478178.42 | 4636591.10 | 41°52'51.39"N | 14°44'13.18"E | 365 |
| WTG4 | 478812.38 | 4636995.49 | 41°53'4.56"N | 14°44'40.64"E | 360 |
| WTG5 | 479767.76 | 4636823.50 | 41°52'59.07"N | 14°45'22.10"E | 367 |
| WTG6 | 480219.71 | 4636241.66 | 41°52'40.24"N | 14°45'41.78"E | 348 |
| WTG7 | 481095.39 | 4636122.32 | 41°52'36.46"N | 14°46'19.80"E | 379 |
| WTG8 | 479608.00 | 4637878.00 | 41°53'33.26"N | 14°45'15.07"E | 303 |
| WTG9 | 476483.08 | 4634771.44 | 41°51'52.21"N | 14°42'59.90"E | 365 |
| WTG10 | 480157.08 | 4637465.03 | 41°53'19.92"N | 14°45'38.94"E | 314 |

Dalla tabella si evince che l'altezza delle posizioni interessate dagli aerogeneratori varia fra 303 e 379 m.s.l.m.

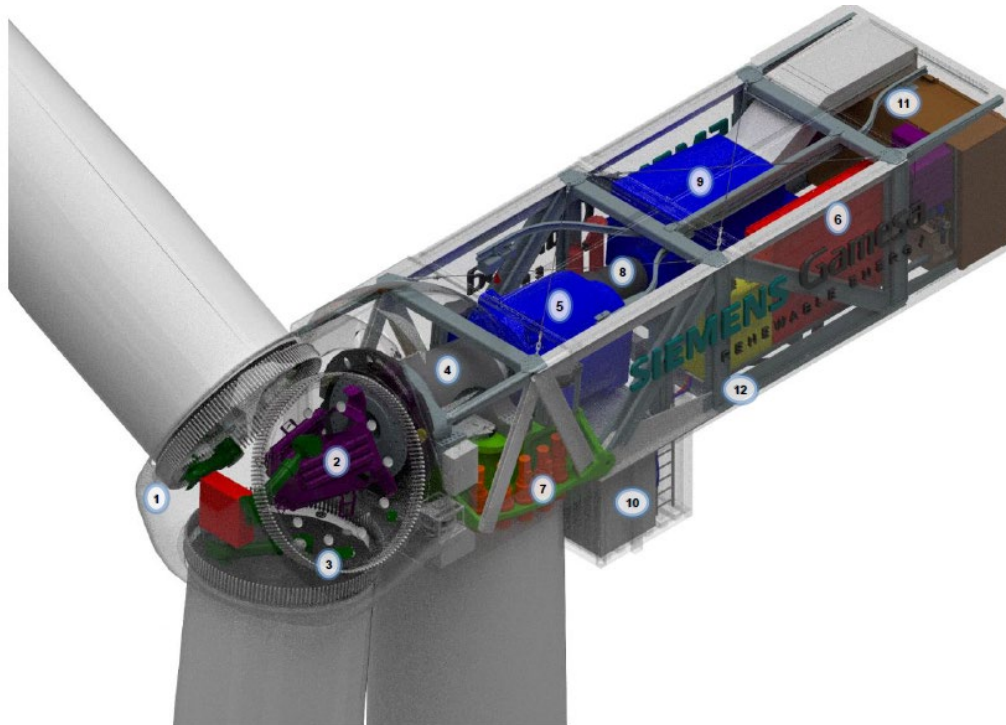
L'impianto sarà destinato a funzionare in parallelo alla rete elettrica nazionale in modo da immettere energia da fonte rinnovabile in rete; l'iniziativa contribuirà al potenziamento della produzione di energia elettrica da fonte rinnovabile su territorio nazionale.

Ciascun aerogeneratore è montato su una torre tubolare di altezza pari a 115m. All'interno del tubolare sono ubicate le apparecchiature per il sezionamento e la protezione dell'impianto ed i relativi quadri elettrici. L'energia elettrica prodotta sarà convogliata, dall'impianto, mediante cavi interrati di tensione 33 kV fino alla Sottostazione utente di trasformazione 150/33 kV, ubicata nel Comune di Montecilfone.

2 DESCRIZIONE DELL'AEROGENERATORE

2.1 Aerogeneratori

Gli aerogeneratori costituenti il parco eolico hanno tutti lo stesso numero di pale (tre) e la stessa altezza. Si riportano a seguire le caratteristiche tecniche riferite all'aerogeneratore considerato nella progettazione definitiva.



| | |
|-----------------------|--------------------|
| 1 Hub | 7 Yaw system |
| 2 Pitch system | 8 High speed shaft |
| 3 Blade bearings | 9 Generator |
| 4 Low speed shaft | 10 Transformer |
| 5 Gearbox | 11 Cooling system |
| 6 Electrical cabinets | 12 Rear Structure |

Figura 2. Allestimento navicella dell'aerogeneratore

2.1.1 Rotore

Il rotore è costituito da un mozzo (hub) realizzato in ghisa sferoidale, montato sull'albero a bassa velocità della trasmissione con attacco a flangia. Il rotore è sufficientemente grande da fornire spazio ai tecnici dell'assistenza durante la manutenzione delle pale e dei cuscinetti all'interno della struttura.

Diametro: 170 m

Superficie massima spazzata dal rotore: 22.697 m²

Numero di pale: 3

Velocità: variabile per massimizzare la potenza erogata nel rispetto dei carichi e dei livelli di rumore.

2.1.2 Torre

La torre sarà di tipo tubolare in acciaio e/o in cemento armato.

2.1.3 Pale

Il materiale di cui risulta costituita la pala è composto da una matrice in fibra di vetro e carbonio pultrusi. La pala utilizza un design basato su profili alari. La lunghezza della singola pala è pari a 83,33 m.

| | |
|-------------------------------------|-------|
| Altezza della punta (Tip height) | 200 m |
| Altezza del mozzo (Hub height) | 115 m |
| Diametro del rotore (Rotor ϕ) | 170 m |

Tabella 1. Dimensioni aerogeneratore

3 POTENZIALE EOLICO DELL'AREA DI PROGETTO

3.1 Caratteristiche della fonte utilizzata

Dal punto di vista geomorfologico, il sito presenta un'altezza sul livello del mare compresa tra 303 e 379 m.s.l.m. La morfologia risulta piuttosto irregolare e dai fianchi ripidi.

La società pubblica di ricerca RSE (Ricerca Sistema Energetico), società per azioni il cui unico socio è la società Gse (Gestore dei Servizi Energetici), controllata dal ministero Sviluppo Economico specializzata nella ricerca nel settore elettrico-energetico, ha implementato l'Atlante eolico d'Italia (Figure c-d-e) nell'ambito della Ricerca di Sistema (<http://atlanteeolico.rse-web.it/>), che consiste in una serie di mappe di velocità del vento: le mappe di velocità del vento sono state redatte su tre serie di 27 tavole, con scala a nove colori. Ciascun colore identifica una classe di velocità i cui estremi, in m/s, sono indicati in calce alla tavola stessa. Ad esempio il colore giallo indica aree con valori stimati di velocità del vento comprese tra 5 e 6 m/s; l'assenza di colore indica velocità medie inferiori a 3 m/s. Secondo quanto emerge dallo studio della RSE, l'Italia risulta una nazione con buone potenzialità in termini di risorsa per lo sviluppo dell'eolico. La risorsa eolica in Italia è prevalentemente concentrata nel Centro-Sud e nelle isole maggiori.

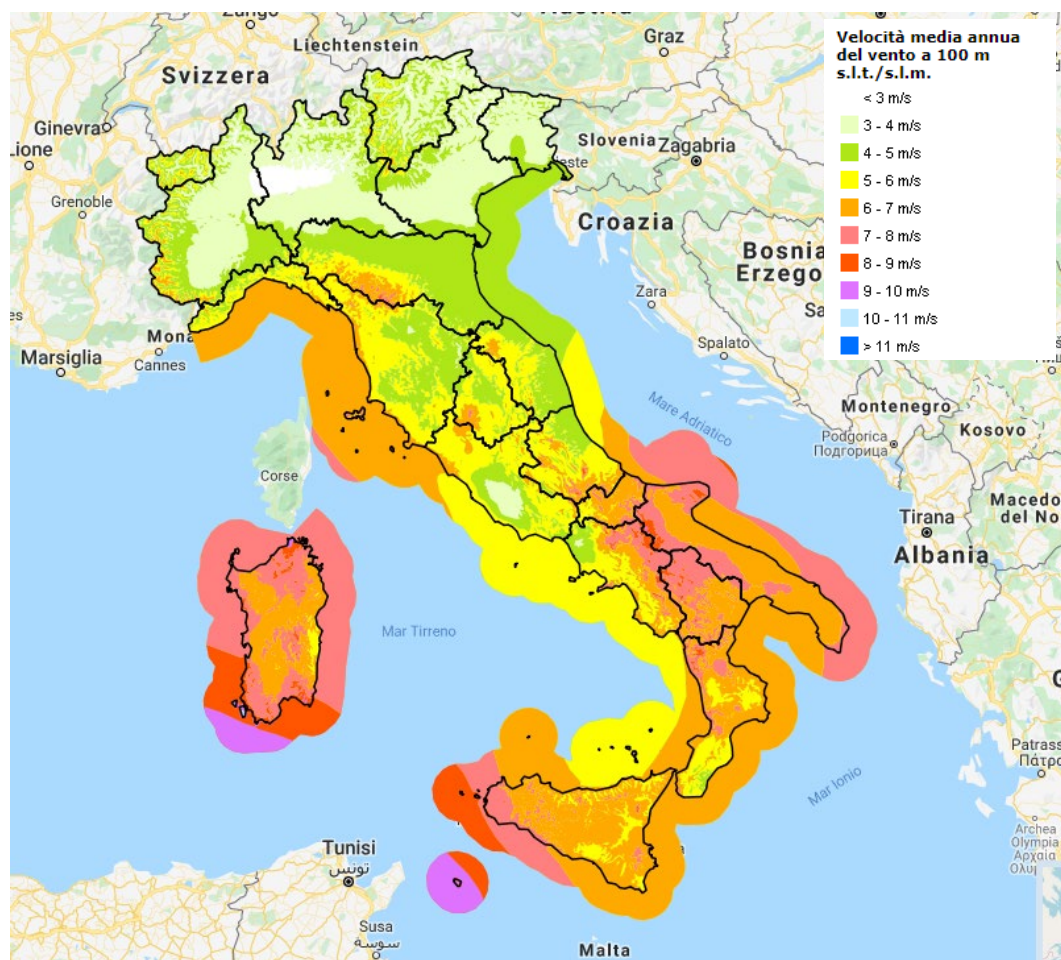


Figura 3. Atlante Eolico d'Italia –Velocità media annua del vento a 100 m s.l.t./s.l.m. Fonte: RSE-Web

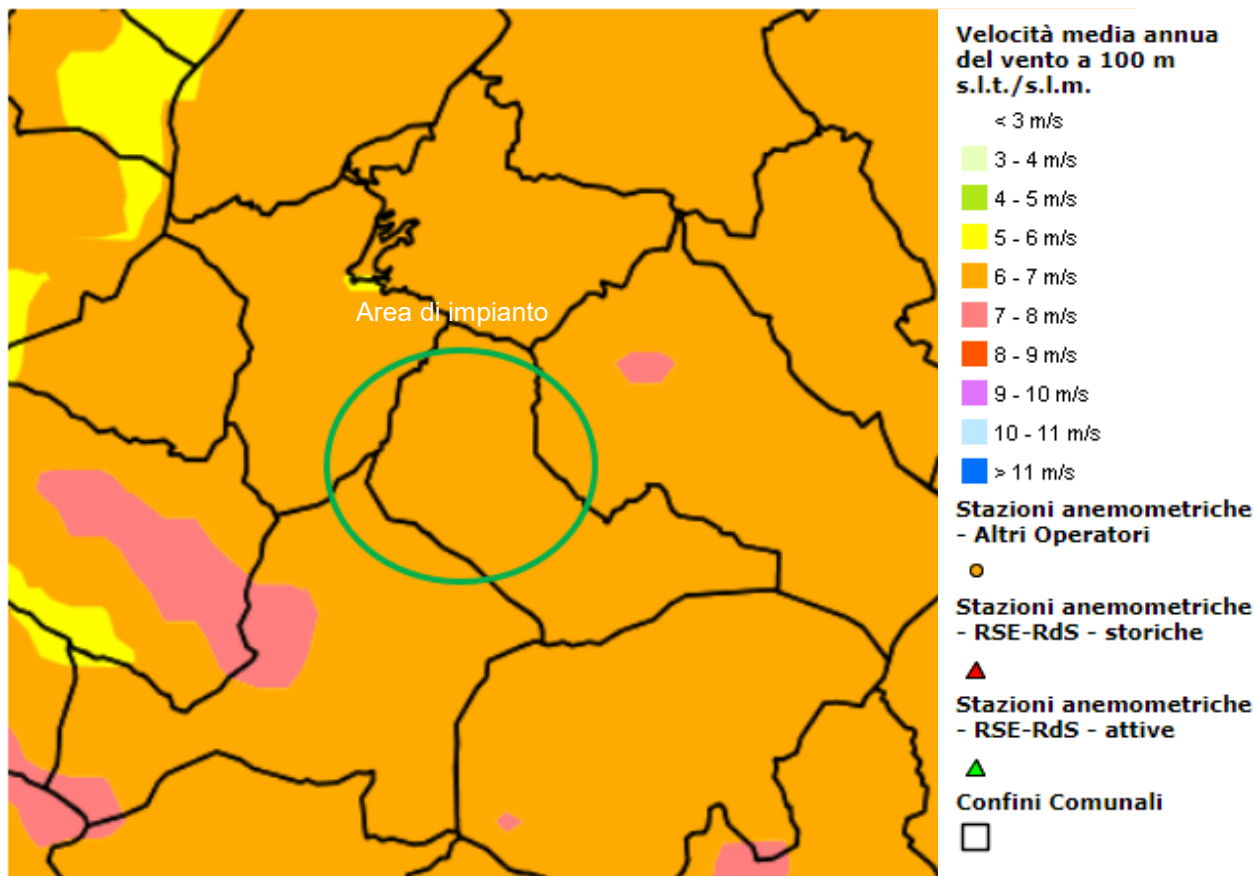


Figura 4. Localizzazione sito di intervento (in verde) sull'Atlante Eolico d'Italia – Velocità media annua del vento a 100 m s.l.t./s.l.m. Fonte: RSE-Web

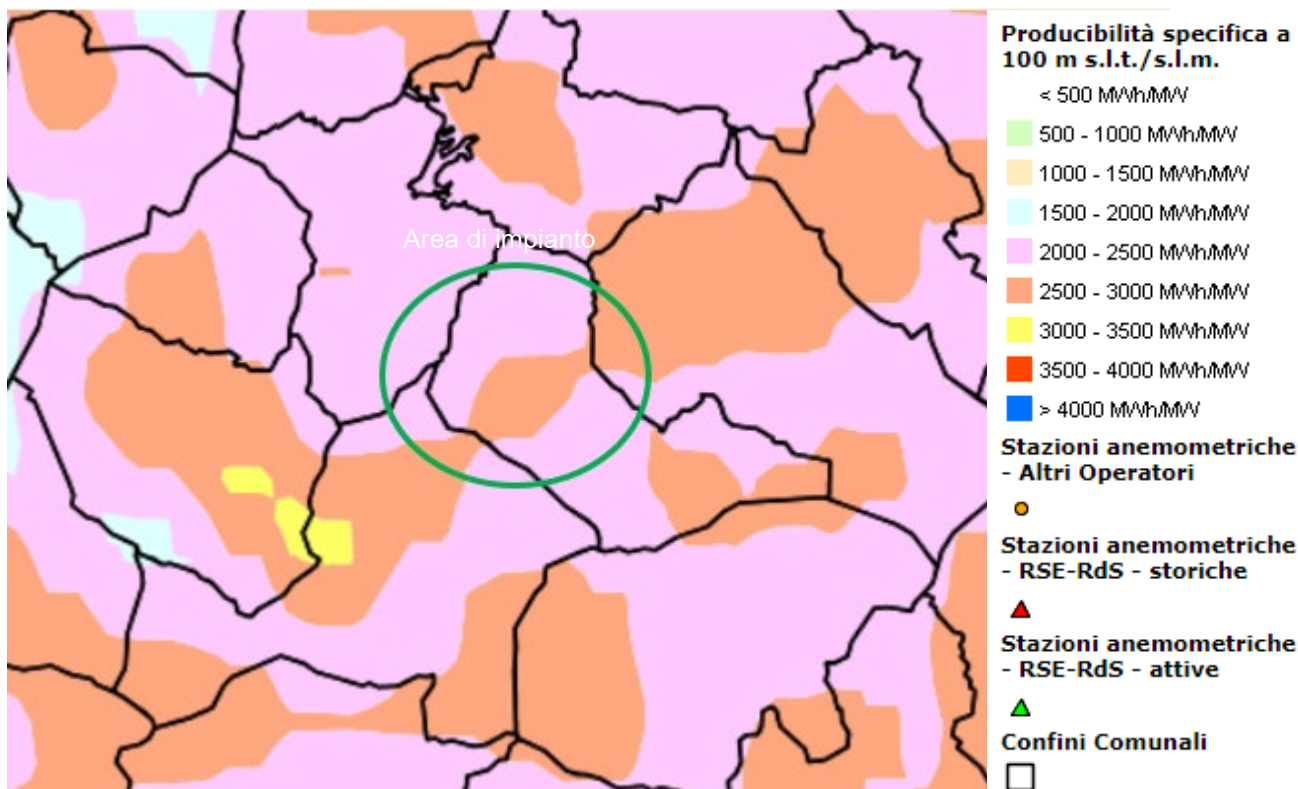


Figura 5. Localizzazione sito di intervento (in verde) sull'Atlante Eolico d'Italia – Producibilità specifica a 100 m s.l.t./s.l.m. Fonte: RSE-Web

L'impianto interessa un'area con discreta ventosità, caratterizzata da velocità medie annue comprese tra 6 e 7 m/s (valori rilevati a 100 m di altezza), con un potenziale eolico compresa tra 2000 e 2500 ore equivalenti per l'area di colore rosa e 2500 e 3000 ore equivalenti per l'area di colore arancione (Figura 5. Localizzazione sito di intervento (in verde) sull'Atlante Eolico d'Italia – Producibilità specifica a 100 m s.l.t./s.l.m. Fonte: RSE-Web). Questi dati, individuati considerando l'Atlante eolico, vengono approfonditi nei paragrafi a seguire attraverso l'analisi anemologica in sito, riportando le analisi effettuate sulla base di rilevazioni anemologiche effettuate da alcuni anemometri nella zona di interesse.

3.2 Caratteristiche anemometriche del sito

Per la caratterizzazione anemologica dell'area sono stati utilizzati i dati provenienti da una torre di misurazione anemometrica, installata nel territorio comunale di Civitacampomariano ad una distanza di circa 13 km dall'impianto in esame, per un periodo di rilevazione di circa 2 anni (inizio rilevazione 01/11/2005, fine rilevazione 01/11/2007). Gli esiti della caratterizzazione sono riportati sotto forma di diagrammi e tabelle.

Sono stati considerati per le misurazioni due differenti casi: extrapolated heights e measurement heights, variando i parametri di calcolo di densità media dell'aria, densità di potenza a 50m, classe di potenza del vento, esponente della legge di potenza, rugosità della superficie e classe di densità.

Nei due casi, nota la distribuzione di Weibull (funzione densità di probabilità) del sito, l'andamento del fattore di potenza e la curva di potenza dell'aerogeneratore che si vuole installare, è possibile determinare il numero di ore/anno in cui la macchina è in grado di funzionare e la quantità di energia elettrica prodotta. Le producibilità in MWh/anno stimate tengono conto delle perdite dovute alla scia degli aerogeneratori, già considerate nelle curve di potenza.

3.2.1 Extrapolated Heights

Di seguito sono riportati in forma tabellare i parametri di calcolo per lo scenario considerato:

| Variable | Value | Variable | Value |
|---------------------|------------------|----------------------|-------------------------|
| Latitude | 41.794905 | Mean temperature | |
| Longitude | 14.642370 | Mean pressure | |
| Elevation | 896 m | Mean air density | 1.107 kg/m ³ |
| Start date | 01/11/2005 00:00 | Power density at 50m | 192 W/m ² |
| End date | 01/11/2007 00:00 | Wind power class | 1 (Poor) |
| Duration | 24 months | Power law exponent | 0.235 |
| Length of time step | 10 minutes | Surface roughness | 0.413 m |
| Calm threshold | 0 m/s | Roughness class | 3.18 |

Figura 6. Tabella dei parametri di calcolo

I risultati di calcolo, in relazione a velocità del vento e direzione principale, sono:

Wind Speed and Direction

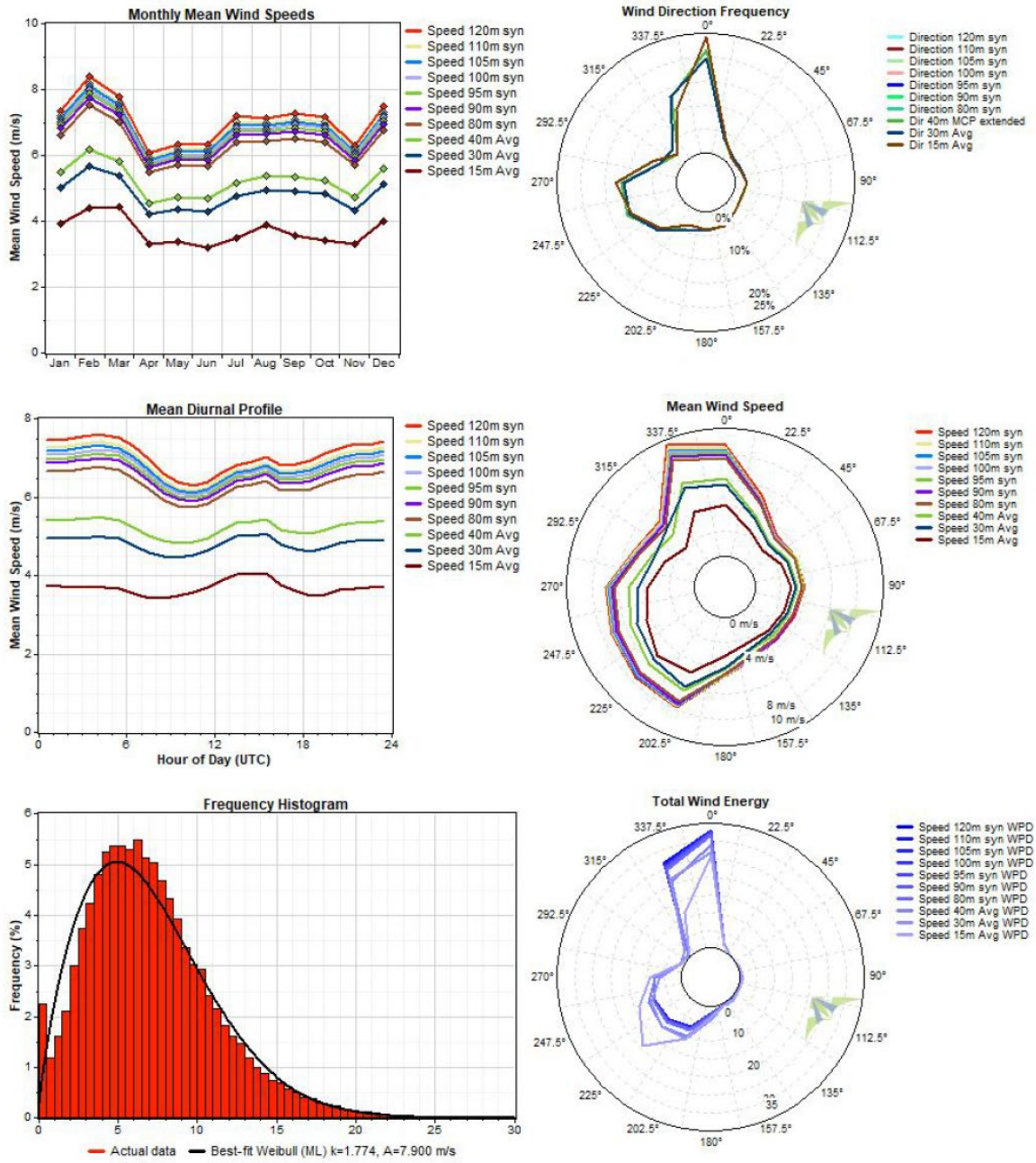


Figura 7. Wind speed and direction

Di seguito i risultati di calcolo per quanto riguarda il gradiente del vento:

Wind Shear

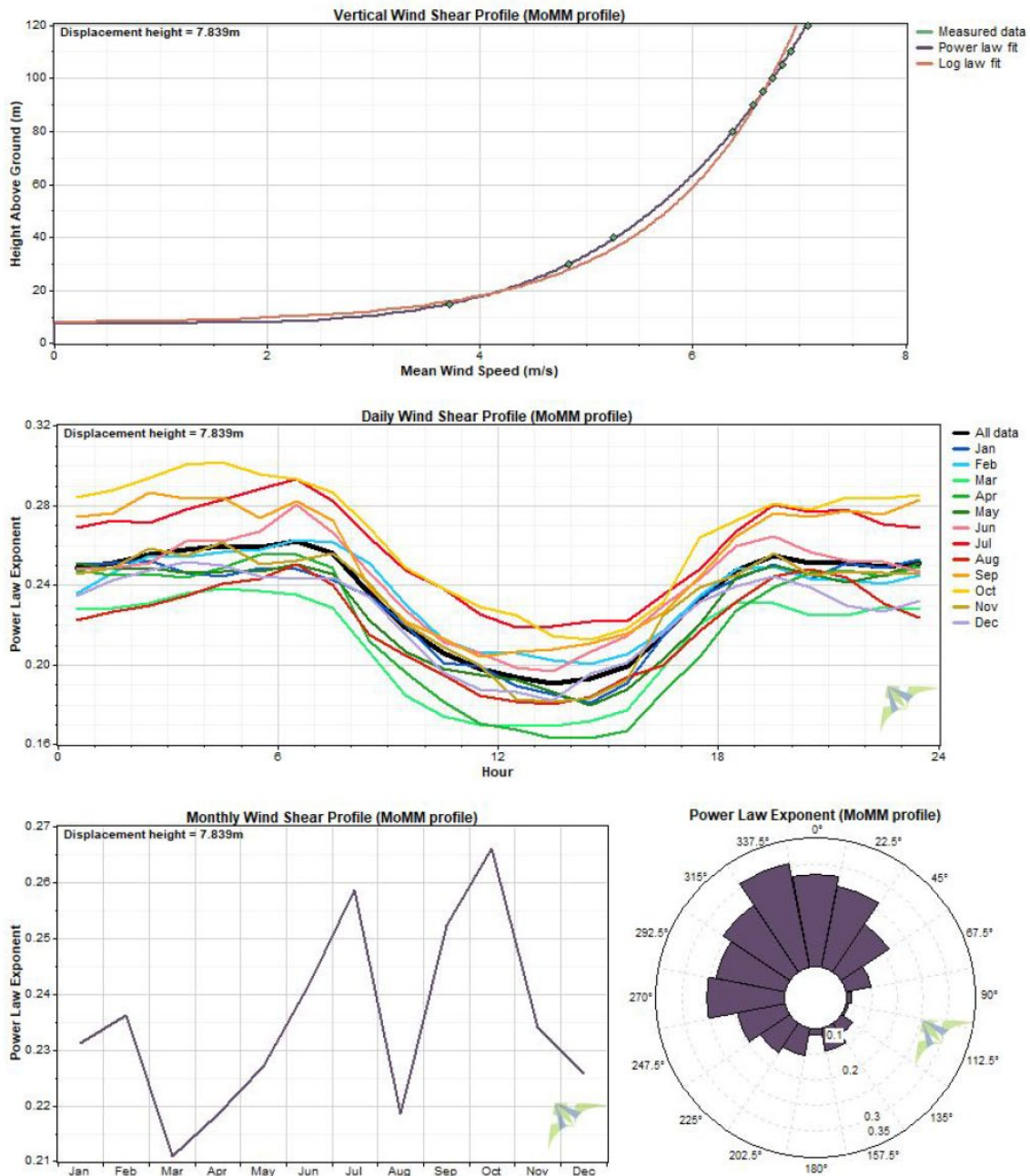


Figura 8. Wind Shear

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

Di rilevante importanza è inoltre la turbolenza, un parametro che fornisce un'informazione importante sulle caratteristiche fluidodinamiche della risorsa eolica in quanto restituisce la

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

Turbulence Intensity

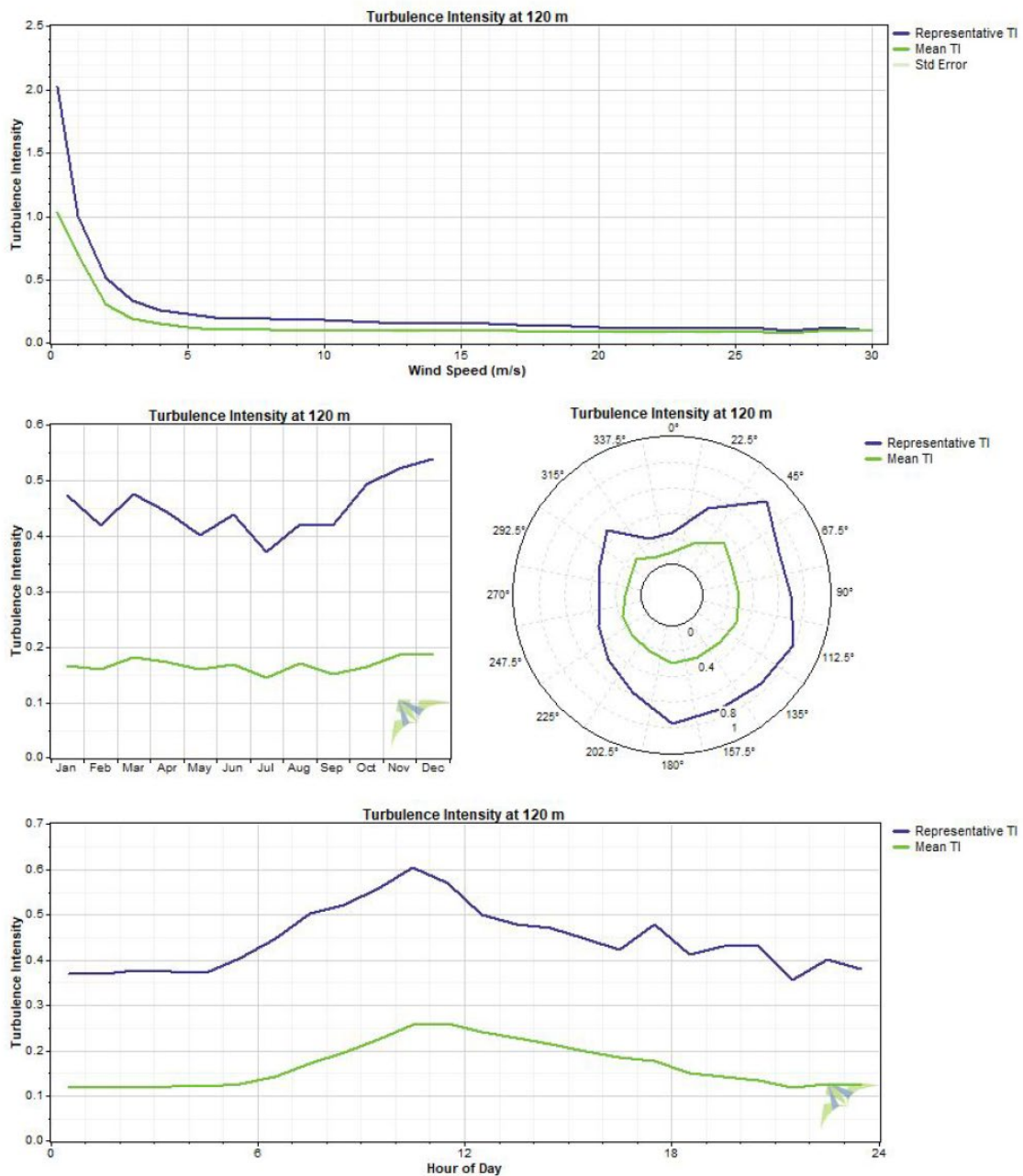


Figura 9. Turbulence intensity

Sono quindi riportati i risultati di calcolo in forma tabellare:



GRE CODE

GRE.EEC.R.73.IT.W.15235.00.013.00

PAGE

14 di/of 20

Engineering & Construction

| # | Label | Units | Height | Possible | Valid | DRR | Mean | MoMM | Median | Min | Max | Std. Dev |
|----|----------------------|-------|--------|-------------|-------------|--------|-------|-------|--------|-------|--------|----------|
| | | | | Data Points | Data Points | (%) | | | | | | |
| 1 | Speed 40m Avg | m/s | 40 m | 105,120 | 103,147 | 98.12 | 5.251 | 5.254 | 4.889 | 0.000 | 23.975 | 2.902 |
| 2 | Speed 40m Max | m/s | 40 m | 105,120 | 58,411 | 55.57 | 7.505 | 7.483 | 6.621 | 0.000 | 30.151 | 4.028 |
| 3 | Speed 40m Min | m/s | 40 m | 105,120 | 0 | 0.00 | | | | | | |
| 4 | Speed 40m STD | m/s | 40 m | 105,120 | 103,147 | 98.12 | 0.884 | 0.885 | 0.808 | 0.000 | 4.787 | 0.556 |
| 5 | Speed 30m Avg | m/s | 30 m | 105,120 | 103,147 | 98.12 | 4.828 | 4.831 | 4.482 | 0.000 | 22.308 | 2.628 |
| 6 | Speed 30m Max | m/s | 30 m | 105,120 | 101,798 | 96.84 | 7.326 | 7.330 | 6.621 | 0.000 | 30.049 | 3.959 |
| 7 | Speed 30m Min | m/s | 30 m | 105,120 | 0 | 0.00 | | | | | | |
| 8 | Speed 30m STD | m/s | 30 m | 105,120 | 103,147 | 98.12 | 0.909 | 0.909 | 0.815 | 0.000 | 4.787 | 0.549 |
| 9 | Speed 15m Avg | m/s | 15 m | 105,120 | 103,147 | 98.12 | 3.711 | 3.713 | 3.411 | 0.000 | 18.946 | 2.034 |
| 10 | Speed 15m Max | m/s | 15 m | 105,120 | 86,054 | 81.86 | 6.528 | 6.482 | 5.806 | 0.000 | 29.030 | 3.569 |
| 11 | Speed 15m Min | m/s | 15 m | 105,120 | 0 | 0.00 | | | | | | |
| 12 | Speed 15m STD | m/s | 15 m | 105,120 | 103,147 | 98.12 | 0.981 | 0.981 | 0.917 | 0.000 | 4.380 | 0.515 |
| 13 | Dir 40m Avg | ° | | 105,120 | 57,741 | 54.93 | 203.2 | 203.9 | 245.0 | 0.0 | 360.0 | 121.2 |
| 14 | Dir 40m STD | ° | 40 m | 105,120 | 57,741 | 54.93 | 10.7 | 10.8 | 9.0 | 0.0 | 80.0 | 8.7 |
| 15 | Dir 30m Avg | ° | 30 m | 105,120 | 100,210 | 95.33 | 302.8 | 222.4 | 248.0 | 0.0 | 360.0 | 78.5 |
| 16 | Dir 30m STD | ° | 30 m | 105,120 | 100,210 | 95.33 | 11.3 | 11.3 | 9.0 | 0.0 | 80.0 | 8.6 |
| 17 | Dir 15m Avg | ° | 15 m | 105,120 | 100,680 | 95.78 | 300.8 | 220.8 | 252.0 | 0.0 | 360.0 | 77.0 |
| 18 | Dir 15m STD | ° | 15 m | 105,120 | 100,680 | 95.78 | 13.2 | 13.2 | 12.0 | 0.0 | 80.0 | 9.1 |
| 19 | Temp Avg | °C | 2 m | 105,120 | 0 | 0.00 | | | | | | |
| 20 | 12V Avg | V | | 105,120 | 0 | 0.00 | | | | | | |
| 21 | Dir 40m MCP extended | ° | 40 m | 105,120 | 100,210 | 95.33 | 303.1 | 223.3 | 249.0 | 0.0 | 360.0 | 78.5 |
| 22 | Speed 80m syn | m/s | 80 m | 105,120 | 99,954 | 95.09 | 6.357 | 6.369 | 5.893 | 0.000 | 27.439 | 3.558 |
| 23 | Speed 80m syn SD | m/s | 80 m | 105,120 | 99,954 | 95.09 | 0.849 | 0.851 | 0.742 | 0.000 | 4.842 | 0.560 |
| 24 | Speed 90m syn | m/s | 90 m | 105,120 | 99,954 | 95.09 | 6.558 | 6.570 | 6.070 | 0.000 | 28.040 | 3.686 |
| 25 | Speed 90m syn SD | m/s | 90 m | 105,120 | 99,954 | 95.09 | 0.843 | 0.845 | 0.732 | 0.000 | 4.851 | 0.561 |
| 26 | Speed 95m syn | m/s | 95 m | 105,120 | 99,954 | 95.09 | 6.651 | 6.663 | 6.155 | 0.000 | 28.318 | 3.745 |
| 27 | Speed 95m syn SD | m/s | 95 m | 105,120 | 99,954 | 95.09 | 0.841 | 0.842 | 0.727 | 0.000 | 4.855 | 0.562 |
| 28 | Speed 100m syn | m/s | 100 m | 105,120 | 99,954 | 95.09 | 6.741 | 6.753 | 6.235 | 0.000 | 28.583 | 3.803 |
| 29 | Speed 100m syn SD | m/s | 100 m | 105,120 | 99,954 | 95.09 | 0.838 | 0.840 | 0.724 | 0.000 | 4.859 | 0.563 |
| 30 | Speed 105m syn | m/s | 105 m | 105,120 | 99,954 | 95.09 | 6.827 | 6.839 | 6.312 | 0.000 | 28.837 | 3.859 |
| 31 | Speed 105m syn SD | m/s | 105 m | 105,120 | 99,954 | 95.09 | 0.836 | 0.838 | 0.720 | 0.000 | 4.862 | 0.563 |
| 32 | Speed 110m syn | m/s | 110 m | 105,120 | 99,954 | 95.09 | 6.910 | 6.922 | 6.386 | 0.000 | 29.079 | 3.912 |
| 33 | Speed 110m syn SD | m/s | 110 m | 105,120 | 99,954 | 95.09 | 0.834 | 0.836 | 0.716 | 0.000 | 4.866 | 0.564 |
| 34 | Speed 120m syn | m/s | 120 m | 105,120 | 99,954 | 95.09 | 7.067 | 7.080 | 6.528 | 0.000 | 29.537 | 4.014 |
| 35 | Speed 120m syn SD | m/s | 120 m | 105,120 | 99,954 | 95.09 | 0.830 | 0.832 | 0.708 | 0.000 | 4.872 | 0.565 |
| 36 | Direction 80m syn | ° | 80 m | 105,120 | 100,210 | 95.33 | 307.6 | 220.8 | 248.0 | 0.0 | 359.5 | 78.5 |
| 37 | Direction 90m syn | ° | 90 m | 105,120 | 100,210 | 95.33 | 308.2 | 220.8 | 248.0 | 0.0 | 359.5 | 78.5 |
| 38 | Direction 95m syn | ° | 95 m | 105,120 | 100,210 | 95.33 | 308.4 | 220.8 | 248.0 | 0.0 | 359.5 | 78.5 |
| 39 | Direction 100m syn | ° | 100 m | 105,120 | 100,210 | 95.33 | 308.6 | 220.8 | 248.0 | 0.0 | 359.5 | 78.5 |
| 40 | Direction 105m syn | ° | 105 m | 105,120 | 100,210 | 95.33 | 308.8 | 220.8 | 248.0 | 0.0 | 359.5 | 78.5 |
| 41 | Direction 110m syn | ° | 110 m | 105,120 | 100,210 | 95.33 | 309.0 | 220.8 | 248.0 | 0.0 | 359.5 | 78.5 |
| 42 | Direction 120m syn | ° | 120 m | 105,120 | 100,210 | 95.33 | 309.4 | 220.8 | 248.0 | 0.0 | 359.5 | 78.5 |
| 43 | Temperature 80m syn | °C | 80 m | 105,120 | 0 | 0.00 | | | | | | |
| 44 | Temperature 90m syn | °C | 90 m | 105,120 | 0 | 0.00 | | | | | | |
| 45 | Temperature 95m syn | °C | 95 m | 105,120 | 0 | 0.00 | | | | | | |
| 46 | Temperature 100m syn | °C | 100 m | 105,120 | 0 | 0.00 | | | | | | |
| 47 | Temperature 105m syn | °C | 105 m | 105,120 | 0 | 0.00 | | | | | | |
| 48 | Temperature 110m syn | °C | 110 m | 105,120 | 0 | 0.00 | | | | | | |
| 49 | Temperature 120m syn | °C | 120 m | 105,120 | 0 | 0.00 | | | | | | |
| 50 | Temperature 40m syn | °C | 40 m | 105,120 | 0 | 0.00 | | | | | | |
| 51 | Temperature 30m syn | °C | 30 m | 105,120 | 0 | 0.00 | | | | | | |
| 52 | Temperature 15m syn | °C | 15 m | 105,120 | 0 | 0.00 | | | | | | |
| 53 | Air Density 120m | kg/m3 | 120 m | 105,120 | 105,120 | 100.00 | 1.107 | 1.107 | 1.107 | 1.107 | 1.107 | 0.000 |
| 54 | Speed 40m Avg TI | | | 105,120 | 103,147 | 98.12 | 0.23 | 0.23 | 0.16 | 0.00 | 5.51 | 0.30 |
| 55 | Speed 30m Avg TI | | | 105,120 | 103,147 | 98.12 | 0.25 | 0.25 | 0.18 | 0.00 | 6.00 | 0.30 |

| # | Label | Units | Height | Possible | Valid | DRR | Mean | MoMM | Median | Min | Max | Std. Dev |
|----|--------------------|------------------|--------|-------------|-------------|-------|------|------|--------|------|--------|----------|
| | | | | Data Points | Data Points | | | | | | | |
| 56 | Speed 15m Avg TI | | | 105,120 | 103,147 | 98.12 | 0.34 | 0.34 | 0.26 | 0.00 | 5.48 | 0.35 |
| 57 | Speed 80m syn TI | | | 105,120 | 99,954 | 95.09 | 0.19 | 0.19 | 0.13 | 0.00 | 4.10 | 0.24 |
| 58 | Speed 90m syn TI | | | 105,120 | 99,954 | 95.09 | 0.18 | 0.18 | 0.12 | 0.00 | 3.91 | 0.24 |
| 59 | Speed 95m syn TI | | | 105,120 | 99,954 | 95.09 | 0.18 | 0.18 | 0.12 | 0.00 | 3.82 | 0.23 |
| 60 | Speed 100m syn TI | | | 105,120 | 99,954 | 95.09 | 0.18 | 0.18 | 0.12 | 0.00 | 3.74 | 0.23 |
| 61 | Speed 105m syn TI | | | 105,120 | 99,954 | 95.09 | 0.17 | 0.17 | 0.11 | 0.00 | 3.67 | 0.23 |
| 62 | Speed 110m syn TI | | | 105,120 | 99,954 | 95.09 | 0.17 | 0.17 | 0.11 | 0.00 | 3.61 | 0.23 |
| 63 | Speed 120m syn TI | | | 105,120 | 99,954 | 95.09 | 0.17 | 0.17 | 0.11 | 0.00 | 3.48 | 0.22 |
| 64 | Speed 40m Avg WPD | W/m ² | | 105,120 | 103,147 | 98.12 | 165 | 165 | 65 | 0 | 7,630 | 306 |
| 65 | Speed 30m Avg WPD | W/m ² | | 105,120 | 103,147 | 98.12 | 127 | 127 | 50 | 0 | 6,146 | 238 |
| 66 | Speed 15m Avg WPD | W/m ² | | 105,120 | 103,147 | 98.12 | 59 | 59 | 22 | 0 | 3,765 | 127 |
| 67 | Speed 80m syn WPD | W/m ² | | 105,120 | 99,954 | 95.09 | 297 | 299 | 113 | 0 | 11,438 | 548 |
| 68 | Speed 90m syn WPD | W/m ² | | 105,120 | 99,954 | 95.09 | 328 | 330 | 124 | 0 | 12,206 | 605 |
| 69 | Speed 95m syn WPD | W/m ² | | 105,120 | 99,954 | 95.09 | 343 | 345 | 129 | 0 | 12,573 | 634 |
| 70 | Speed 100m syn WPD | W/m ² | | 105,120 | 99,954 | 95.09 | 358 | 360 | 134 | 0 | 12,929 | 662 |
| 71 | Speed 105m syn WPD | W/m ² | | 105,120 | 99,954 | 95.09 | 372 | 375 | 139 | 0 | 13,276 | 690 |
| 72 | Speed 110m syn WPD | W/m ² | | 105,120 | 99,954 | 95.09 | 387 | 390 | 144 | 0 | 13,614 | 718 |
| 73 | Speed 120m syn WPD | W/m ² | | 105,120 | 99,954 | 95.09 | 416 | 418 | 154 | 0 | 14,266 | 774 |

3.2.2 Measurement heights

Di seguito sono riportati in forma tabellare i parametri di calcolo per il secondo scenario considerato:

| Variable | Value | Variable | Value |
|---------------------|------------------|----------------------|-------------------------|
| Latitude | 41.794905 | Mean temperature | |
| Longitude | 14.642370 | Mean pressure | |
| Elevation | 896 m | Mean air density | 1.120 kg/m ³ |
| Start date | 01/11/2005 00:00 | Power density at 50m | 204 W/m ² |
| End date | 01/11/2007 00:00 | Wind power class | 2 (Marginal) |
| Duration | 24 months | Power law exponent | 0.359 |
| Length of time step | 10 minutes | Surface roughness | 1.42 m |
| Calm threshold | 0 m/s | Roughness class | 4.21 |

Figura 10. Tabella dei parametri di calcolo

I risultati di calcolo, in relazione a velocità del vento e direzione principale, sono:

Wind Speed and Direction

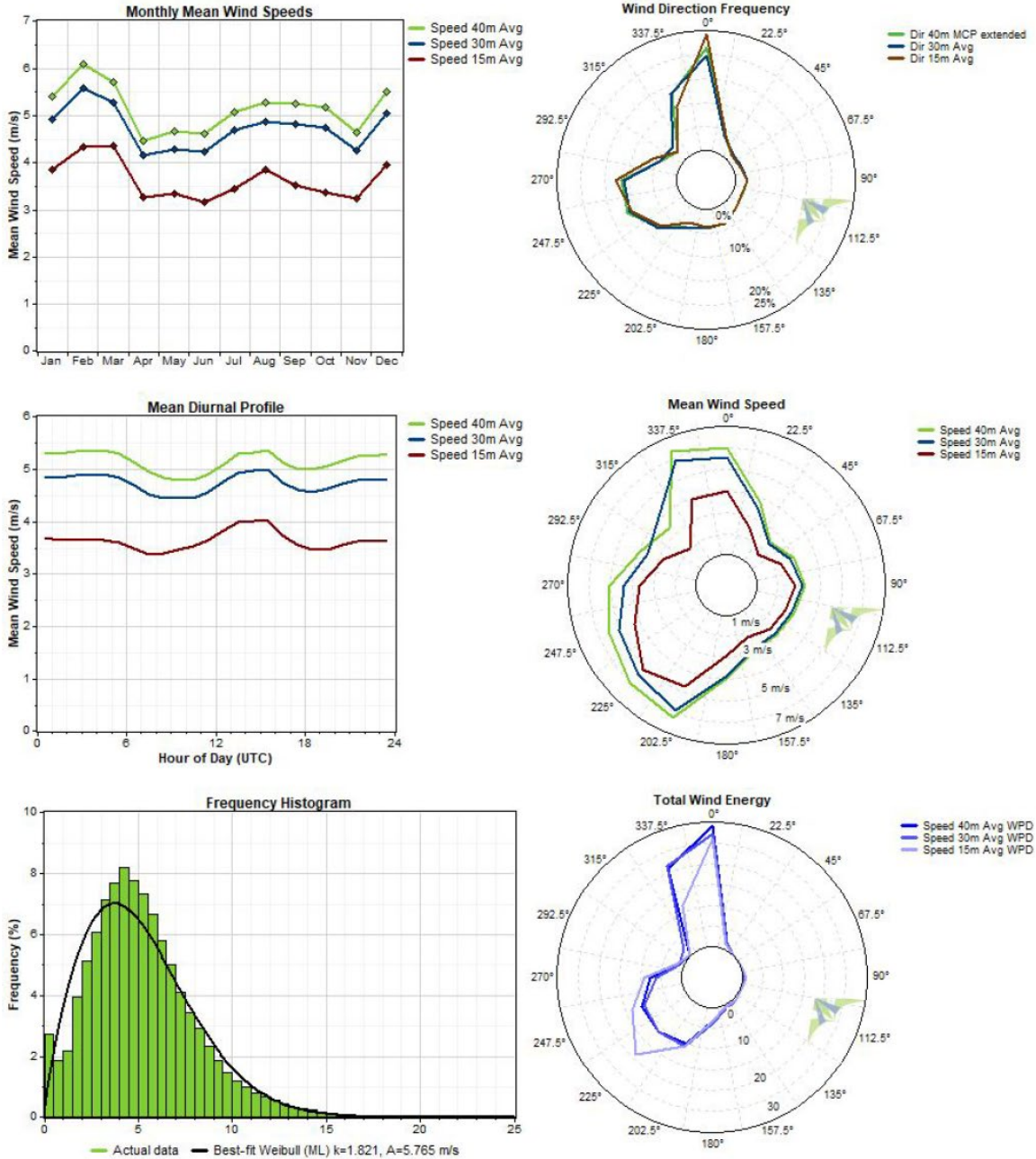


Figura 11. Wind speed and direction

Di seguito i risultati di calcolo per quanto riguarda il gradiente del vento:

Wind Shear

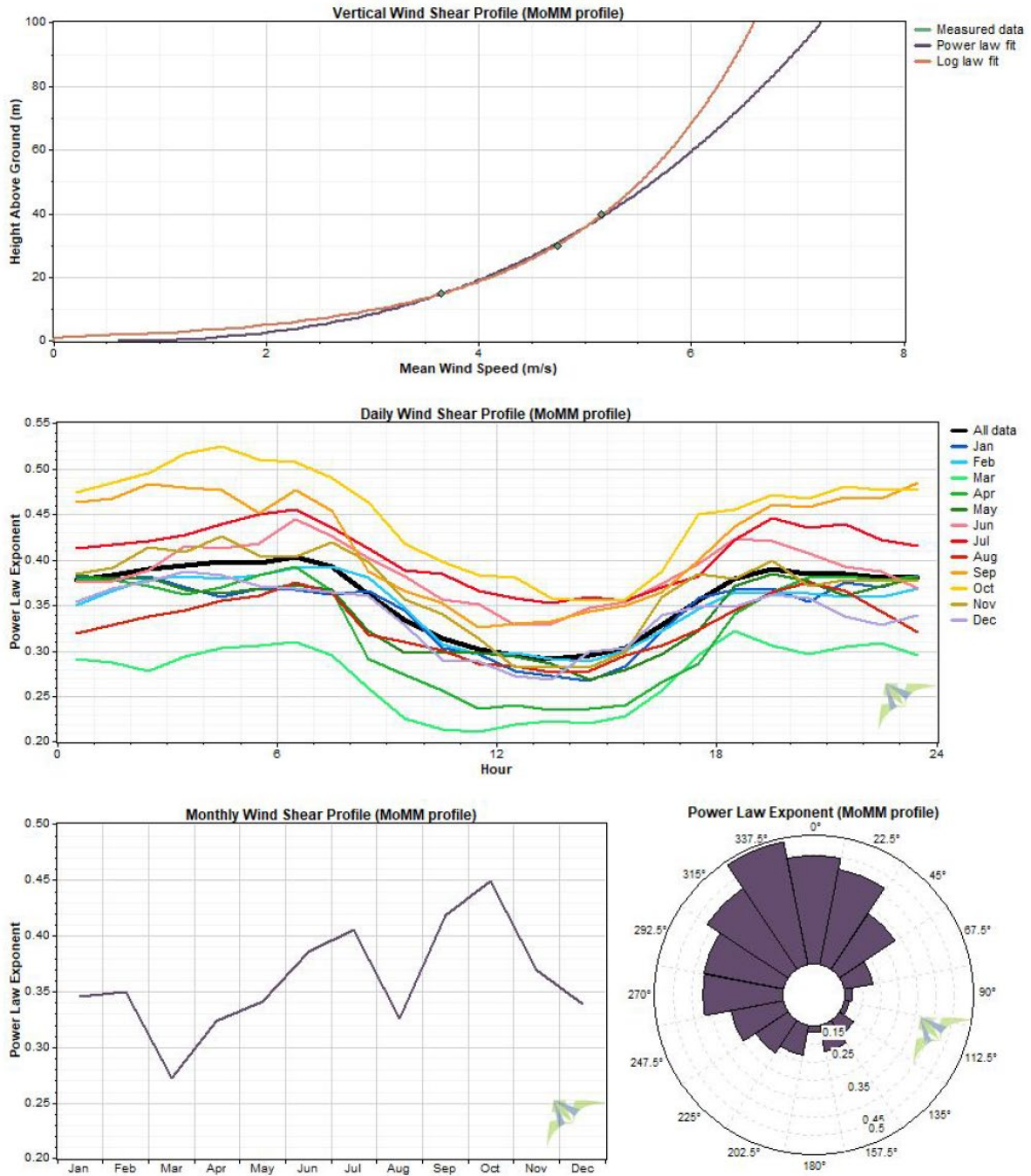


Figura 12. Wind Shear

Come nel caso precedente, per quanto riguarda la turbolenza avremo:

Turbulence Intensity

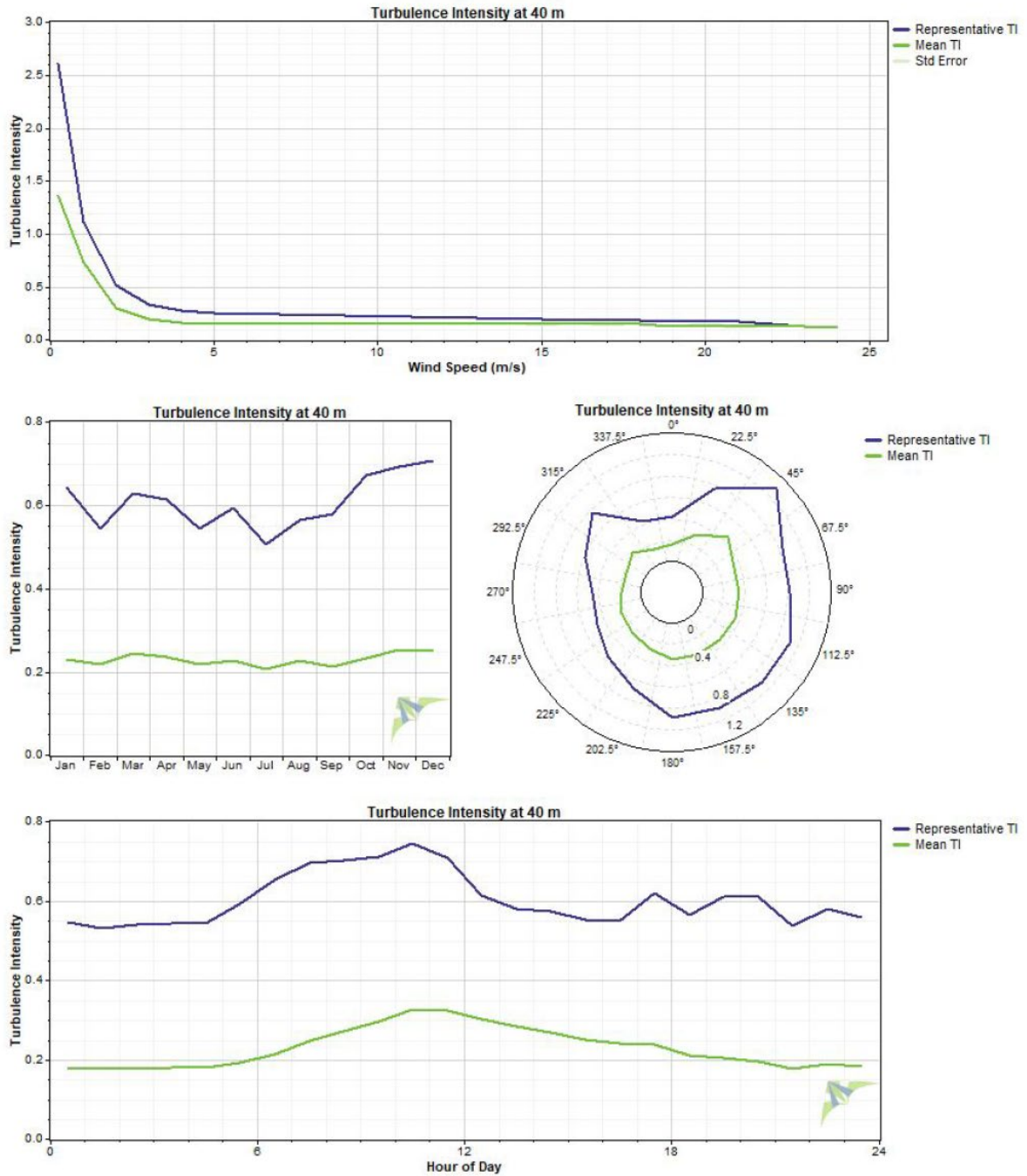


Figura 13. Turbulence intensity

Sono quindi riportati i risultati di calcolo in forma tabellare:

| # | Label | Units | Height | Possible | Valid | DRR | Mean | MoMM | Median | Min | Max | Std. Dev |
|----|----------------------|-------------------|--------|-------------|-------------|--------|-------|-------|--------|-------|--------|----------|
| | | | | Data Points | Data Points | | | | | | | |
| 1 | Speed 40m Avg | m/s | 40 m | 105,120 | 103,147 | 98.12 | 5.155 | 5.158 | 4.800 | 0.000 | 23.537 | 2.849 |
| 2 | Speed 40m Max | m/s | 40 m | 105,120 | 58,411 | 55.57 | 7.368 | 7.347 | 6.500 | 0.000 | 29.600 | 3.954 |
| 3 | Speed 40m Min | m/s | 40 m | 105,120 | 0 | 0.00 | | | | | | |
| 4 | Speed 40m STD | m/s | 40 m | 105,120 | 103,147 | 98.12 | 0.868 | 0.868 | 0.793 | 0.000 | 4.700 | 0.546 |
| 5 | Speed 30m Avg | m/s | 30 m | 105,120 | 103,147 | 98.12 | 4.740 | 4.742 | 4.400 | 0.000 | 21.900 | 2.580 |
| 6 | Speed 30m Max | m/s | 30 m | 105,120 | 101,798 | 96.84 | 7.192 | 7.196 | 6.500 | 0.000 | 29.500 | 3.886 |
| 7 | Speed 30m Min | m/s | 30 m | 105,120 | 0 | 0.00 | | | | | | |
| 8 | Speed 30m STD | m/s | 30 m | 105,120 | 103,147 | 98.12 | 0.892 | 0.893 | 0.800 | 0.000 | 4.700 | 0.539 |
| 9 | Speed 15m Avg | m/s | 15 m | 105,120 | 103,147 | 98.12 | 3.643 | 3.646 | 3.349 | 0.000 | 18.600 | 1.997 |
| 10 | Speed 15m Max | m/s | 15 m | 105,120 | 86,054 | 81.86 | 6.409 | 6.364 | 5.700 | 0.000 | 28.500 | 3.504 |
| 11 | Speed 15m Min | m/s | 15 m | 105,120 | 0 | 0.00 | | | | | | |
| 12 | Speed 15m STD | m/s | 15 m | 105,120 | 103,147 | 98.12 | 0.963 | 0.963 | 0.900 | 0.000 | 4.300 | 0.505 |
| 13 | Dir 40m Avg | ° | | 105,120 | 57,741 | 54.93 | 203.2 | 203.9 | 245.0 | 0.0 | 360.0 | 121.2 |
| 14 | Dir 40m STD | ° | 40 m | 105,120 | 57,741 | 54.93 | 10.7 | 10.8 | 9.0 | 0.0 | 80.0 | 8.7 |
| 15 | Dir 30m Avg | ° | 30 m | 105,120 | 100,210 | 95.33 | 302.8 | 222.4 | 248.0 | 0.0 | 360.0 | 78.5 |
| 16 | Dir 30m STD | ° | 30 m | 105,120 | 100,210 | 95.33 | 11.3 | 11.3 | 9.0 | 0.0 | 80.0 | 8.6 |
| 17 | Dir 15m Avg | ° | 15 m | 105,120 | 100,680 | 95.78 | 300.8 | 220.8 | 252.0 | 0.0 | 360.0 | 77.0 |
| 18 | Dir 15m STD | ° | 15 m | 105,120 | 100,680 | 95.78 | 13.2 | 13.2 | 12.0 | 0.0 | 80.0 | 9.1 |
| 19 | Temp Avg | °C | 2 m | 105,120 | 0 | 0.00 | | | | | | |
| 20 | 12V Avg | V | | 105,120 | 0 | 0.00 | | | | | | |
| 21 | Dir 40m MCP extended | ° | 40 m | 105,120 | 100,210 | 95.33 | 303.1 | 223.3 | 249.0 | 0.0 | 360.0 | 78.5 |
| 22 | Air Density 2m | kg/m ³ | 2 m | 105,120 | 105,120 | 100.00 | 1.120 | 1.120 | 1.120 | 1.120 | 1.120 | 0.001 |
| 23 | Speed 40m Avg TI | | | 105,120 | 103,147 | 98.12 | 0.23 | 0.23 | 0.16 | 0.00 | 5.51 | 0.30 |
| 24 | Speed 30m Avg TI | | | 105,120 | 103,147 | 98.12 | 0.25 | 0.25 | 0.18 | 0.00 | 6.00 | 0.30 |
| 25 | Speed 15m Avg TI | | | 105,120 | 103,147 | 98.12 | 0.34 | 0.34 | 0.26 | 0.00 | 5.48 | 0.35 |
| 26 | Speed 40m Avg WPD | W/m ² | | 105,120 | 103,147 | 98.12 | 158 | 158 | 62 | 0 | 7,302 | 292 |
| 27 | Speed 30m Avg WPD | W/m ² | | 105,120 | 103,147 | 98.12 | 121 | 122 | 48 | 0 | 5,882 | 228 |
| 28 | Speed 15m Avg WPD | W/m ² | | 105,120 | 103,147 | 98.12 | 56 | 57 | 21 | 0 | 3,604 | 121 |

4 STIMA DI PRODUCIBILITA'

Per la presente stima di producibilità è stato utilizzato il software Openwind, sviluppato da AWS Truepower, per la progettazione, l'ottimizzazione e la valutazione dei progetti di impianti per la generazione di energia da fonte eolica.

Il software è basato su una piattaforma open-source e permette di modellare sui Sistemi Informativi Geografici (GIS).

Il modello di scia utilizzato è Deep Array Eddy Viscosity Model.

| Caratteristica | Valore |
|--|-------------------|
| Potenza installata | 60 MW |
| Potenza nominale WTG | 6.0 MW |
| N° di WTG | 10 |
| Classe IEC | IIIa |
| Diametro del rotore | 170m |
| Altezza del mozzo | 115m |
| Velocità del vento all'altezza di mozzo (free) | 5.0 m/s |
| Energia prodotta annualmente P50 | 100317 MWh |

Tale stima di produzione annua netta rappresenta la P50%, ossia il valor medio della distribuzione statistica della produzione annua. Lo scarto quadratico medio di tale distribuzione è dato dal valore dell'incertezza totale che tiene conto dell'incertezza legata ad aspetti come misure anemometriche, all'eventuale valutazione dei dati del vento di lungo periodo, variabilità media annuale, variabilità legata al periodo di misura, definizione della curva di potenza, definizione del modello di flusso, definizione delle perdite sistematiche.

Il Tecnico

Ing. Leonardo Sblendido

