

Impianto eolico di Collinas

Progetto definitivo

Oggetto:

COL-19 – Relazione sulla valutazione della risorsa eolica ed analisi di producibilità

Proponente:



Sorgenia Renewables S.r.l.
Via Algardi 4
Milano (MI)

Progettista:



Stantec S.p.A.
Centro Direzionale Milano 2, Palazzo Canova
Segrate (Milano)

| Rev. N. | Data | Descrizione modifiche | Redatto da | Rivisto da | Approvato da |
|---------|------------|-----------------------|-------------|-------------|--------------|
| 00 | 05/05/2023 | Prima Emissione | A. Bellisai | M. Iaquinta | P. Polinelli |
| | | | | | |
| | | | | | |

Fase progetto: **Definitivo**

Formato elaborato: **A4**

Nome File: **COL-19.00 Relazione sulla valutazione della risorsa eolica ed analisi di producibilità.docx**

Indice

| | | |
|----------|---|-----------|
| 1 | PREMESSA | 3 |
| 1.1 | Descrizione del proponente | 4 |
| 1.2 | Contenuti della relazione..... | 4 |
| 2 | INQUADRAMENTO TERRITORIALE | 5 |
| 3 | MODELLO OROGRAFICO 3D | 7 |
| 4 | INPUT ANEMOLOGICO | 9 |
| 5 | LAYOUT D'IMPIANTO | 11 |
| 6 | MODELLO DI AEROGENERATORE..... | 12 |
| 7 | ANALISI DI PRODUCIBILITÀ | 14 |
| 8 | CONSIDERAZIONI CONCLUSIVE | 16 |

Indice delle figure

| | |
|--|----|
| Figura 2-1: Inquadramento territoriale dell'impianto di Collinas | 5 |
| Figura 2-2: Inquadramento su ortofoto dell'area dell'impianto eolico Collinas..... | 6 |
| Figura 3-1: Modello digitale di elevazione del terreno (dettaglio dell'area d'impianto) | 8 |
| Figura 2 Rosa dei venti e distribuzione Weibull torre virtuale VORTEX | 10 |
| Figura 3 Curva di potenza dell'aerogeneratore Siemens Gamesa SG170 da 6,0 MW in funzione della velocità del vento al mozzo in condizioni standard..... | 13 |
| Figura 4 Coefficienti di spinta e di potenza dell'aerogeneratore Siemens Gamesa SG170 da 6,2 MW in funzione della velocità del vento al mozzo in condizioni standard | 13 |

1 PREMESSA

La società Sorgenia Renewables S.r.l, d'ora in avanti il proponente, intende realizzare un impianto di produzione di energia elettrica da fonte eolica nella provincia del Sud Sardegna, in agro del comune di Collinas.

L'impianto sarà costituito da 8 aerogeneratori di potenza unitaria nominale fino a 6 MW, per una potenza installata complessiva fino a 48 MW.

Data la potenza dell'impianto, superiore ai 10.000 kW, il servizio di connessione sarà erogato in alta tensione (AT), ai sensi della Deliberazione dell'Autorità per l'energia elettrica e il gas 23 luglio 2008 n.99 e s.m.i.

Gli aerogeneratori forniscono energia elettrica in bassa tensione (690V) e sono pertanto dotati di un trasformatore MT/BT ciascuno, alloggiato all'interno dell'aerogeneratore stesso e in grado di elevare la tensione a quella della rete del parco. La rete del parco è costituita da un cavidotto interrato in media tensione (30kV), tramite il quale l'energia elettrica viene convogliata dagli aerogeneratori alla sottostazione elettrica (SSE) di trasformazione AT/MT di proprietà del proponente che sarà collegata in antenna ad una nuova stazione elettrica (SE) di smistamento a 380/150/36 kV della RTN, da inserirsi in modalità entra-esce sulla linea a 380 kV "Ittiri-Selargius" (nel seguito "nuova SE").

Le opere progettuali sono quindi sintetizzate nel seguente elenco:

- parco eolico composto da 8 aerogeneratori, da 6 MW ciascuno, con torre di altezza fino a 125 m e diametro del rotore fino a 170 m, e dalle relative opere civili connesse quali strade di accesso, piazzole e fondazioni;
- impianto di rete, consistente in una nuova SE di smistamento a 380/150/36 kV della RTN da inserirsi in modalità entra-esce sulla futura linea a 380 kV "Ittiri-Selargius";
- impianto di utenza per la connessione alla RTN, consistente nella rete di terra, nella rete di comunicazione in fibra ottica, nel cavidotto in media tensione (30kV) interamente interrato e sviluppato principalmente sotto strade esistenti, nella SSE di trasformazione 150/30 kV di proprietà del Proponente e nell'elettrodotto a 150 kV di collegamento tra la SSE e la nuova SE.

I progetti del tipo in esame rispondono a finalità di interesse pubblico (riduzione dei gas ad effetto serra, risparmio di fonti fossili scarse ed importate) ed in quanto tali sono indifferibili ed urgenti, come stabilito dalla legge 1° giugno 2002, n. 120, concernente "Ratifica ed esecuzione del Protocollo di Kyoto alla Convenzione quadro delle Nazioni Unite sui cambiamenti climatici, fatto a Kyoto l'11 dicembre 1997" e dal D.Lgs. 29 dicembre 2003, n.387 "Attuazione della direttiva 2001/77/CE relativa alla promozione dell'energia elettrica prodotta da fonti energetiche rinnovabili nel mercato interno dell'elettricità" e s.m.i..

L'utilizzo di fonti rinnovabili comporta infatti beneficio a livello ambientale, in termini di tonnellate equivalenti di petrolio (TEP) risparmiate e mancate emissioni di gas serra, polveri e inquinanti. Per il progetto in esame si stima una producibilità del parco eolico superiore a 130 GWh/anno (Produzione Media Annuale P50), che consente di risparmiare almeno 24.000 TEP/anno (fonte ARERA: 0,187 TEP/MWh) e di evitare almeno 64.000 ton/anno di emissioni di CO₂ (fonte ISPRA, 2020: 493,80 g CO₂/kWh).

1.1 Descrizione del proponente

Il soggetto proponente del progetto in esame è Sorgenia Renewables S.r.l., interamente parte del gruppo Sorgenia Spa, uno dei maggiori operatori energetici italiani. Il Gruppo è attivo nella produzione di energia elettrica con oltre 4'750 MW di capacità di generazione installata e oltre 400'000 clienti in fornitura in tutta Italia. Efficienza energetica e attenzione all'ambiente sono le linee guida della sua crescita. Il parco di generazione, distribuito su tutto il territorio nazionale, è costituito dai più avanzati impianti a ciclo combinato e da impianti a fonte rinnovabile, per una capacità di circa 370 MW tra biomassa ed eolico. Nell'ambito delle energie rinnovabili, il Gruppo, nel corso della sua storia, ha anche sviluppato, realizzato e gestito impianti di tipo fotovoltaico (ca. 24 MW), ed idroelettrico (ca. 33 MW). In quest'ultimo settore, Sorgenia è attiva con oltre 75 MW di potenza installata gestita tramite la società Tirreno Power, detenuta al 50%. Il Gruppo Sorgenia, tramite le sue controllate, fra le quali Sorgenia Renewables S.r.l., è attualmente impegnata nello sviluppo di un importante portafoglio di progetti rinnovabili di tipo eolico, fotovoltaico, biometano, geotermico ed idroelettrico, caratterizzati dall'impiego delle Best Available Technologies nel pieno rispetto dell'ambiente.

1.2 Contenuti della relazione

La presente relazione anemologica e di producibilità si pone come obiettivo la quantificazione preliminare delle potenzialità eoliche del sito di area vasta e della producibilità attesa del futuro impianto eolico in proposta, situato nel Comune di Collinas (SU), che prevede l'installazione di n.8 aerogeneratori con potenza nominale di 6MW ciascuno, per una potenza complessiva di 48MW, e con diametro rotore fino a 170m e altezza mozzo fino a 125m.

2 INQUADRAMENTO TERRITORIALE

Il sito in cui sarà ubicato il parco eolico di nuova costruzione è collocato nel comune di Collinas, nella provincia del Sud Sardegna, in Sardegna.

L'impianto eolico di Collinas è localizzato a circa 45 km dal capoluogo, a circa 1,2 km dal centro urbano del comune di Collinas, ed a circa 8 km in direzione nord-ovest dal centro abitato del comune di Sanluri.

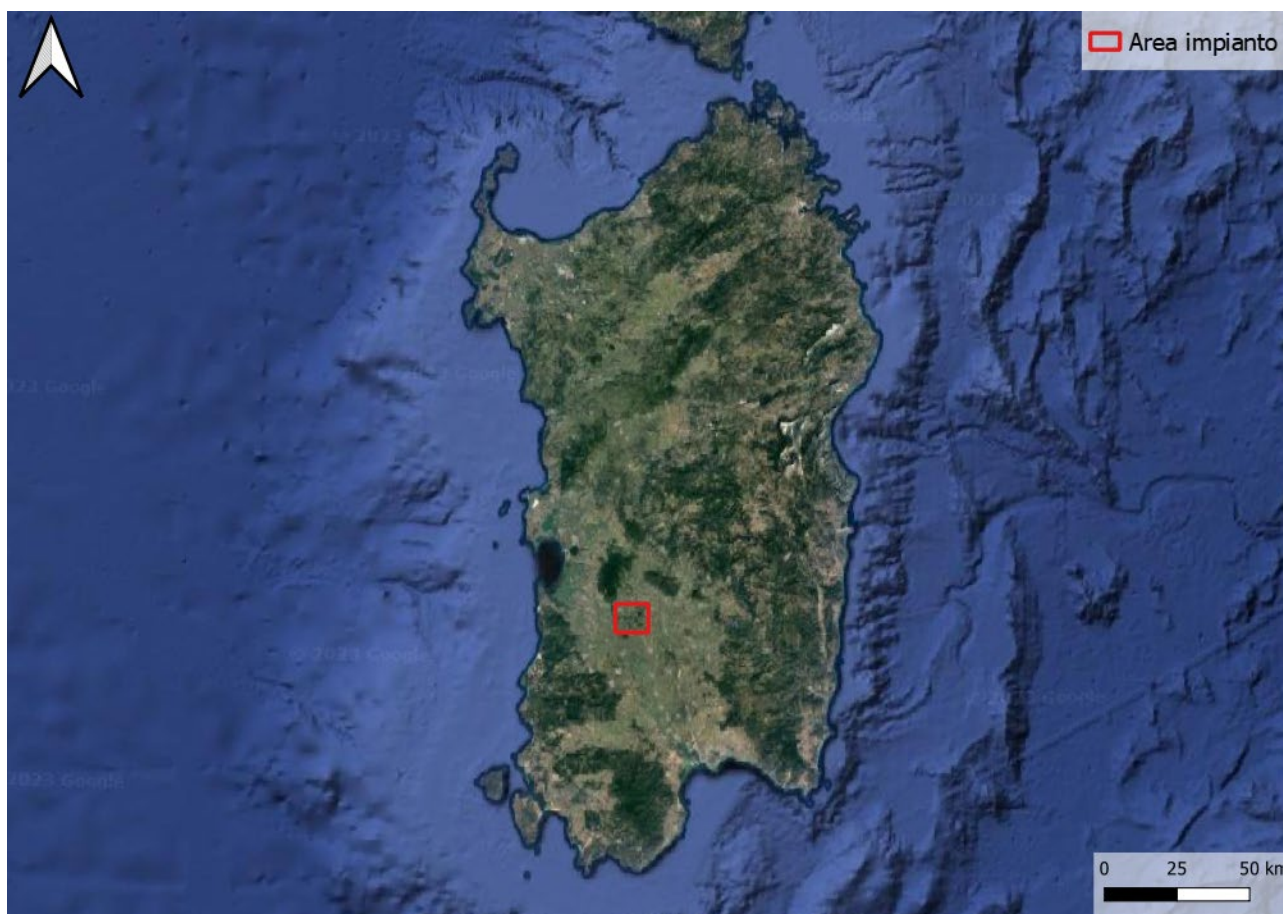


Figura 2-1: Inquadramento territoriale dell'impianto di Collinas

L'impianto eolico di Collinas è situato in una zona prevalentemente collinare non boschiva caratterizzata da un'altitudine media pari a circa 300 m s.l.m., con sporadiche formazioni di arbusti e la presenza di terreni seminativi/incolti.

Il parco eolico ricade all'interno dei seguenti fogli catastali:

- Fogli 1,4, 7, 9, 10, 22 nel comune di Collinas

In Figura 2-2 è riportato l'inquadramento territoriale dell'area nel suo stato di fatto e nel suo stato di progetto, con la posizione degli aerogeneratori su ortofoto.

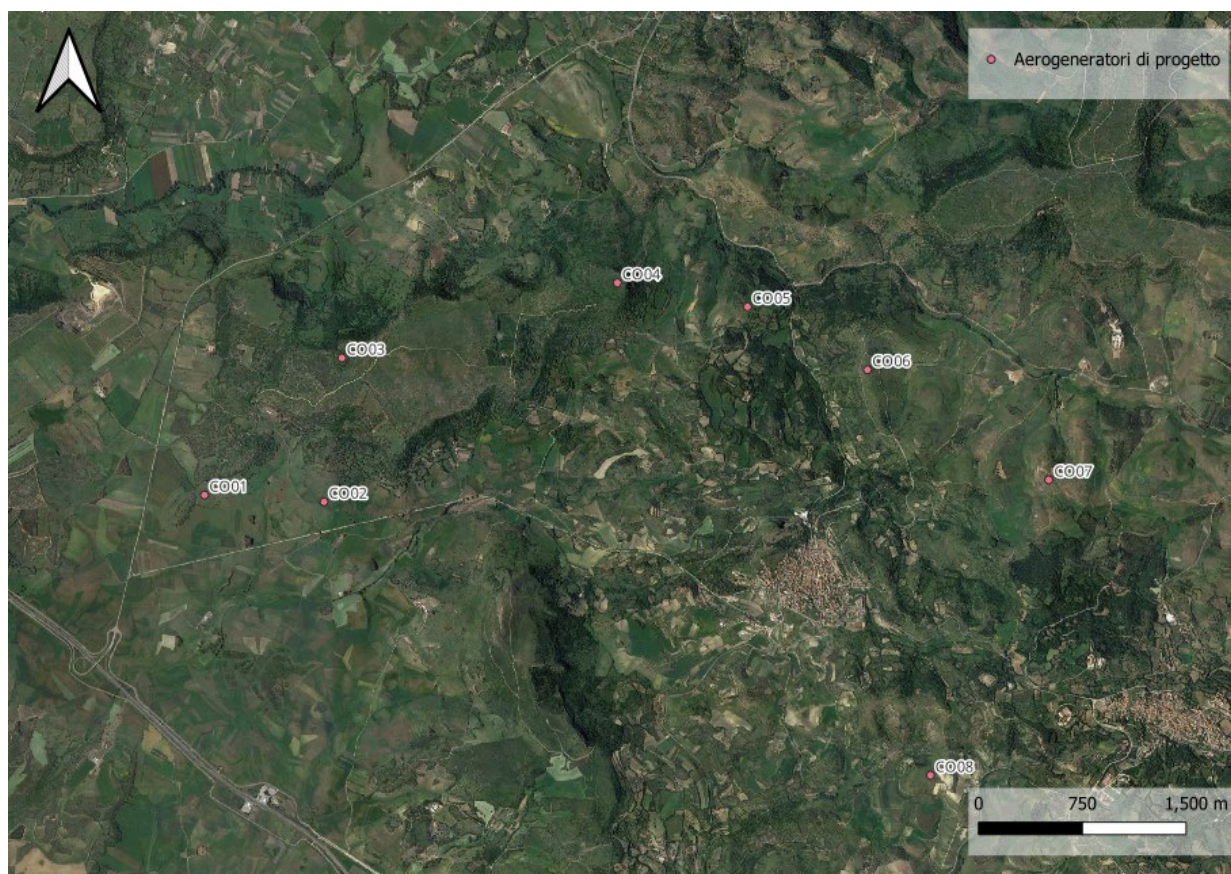


Figura 2-2: Inquadramento su ortofoto dell'area dell'impianto eolico Collinas

Si riporta in formato tabellare un dettaglio sulla localizzazione delle turbine eoliche di nuova costruzione, in coordinate WGS84 UTM fuso 32 N:

Tabella 1: Localizzazione geografica degli aerogeneratori di nuova costruzione

| ID | Comune | Est [m] | Nord [m] |
|------|----------|---------|----------|
| CO01 | Collinas | 481841 | 4388538 |
| CO02 | Collinas | 482705 | 4388489 |
| CO03 | Collinas | 482834 | 4389529 |
| CO04 | Collinas | 484824 | 4390072 |
| CO05 | Collinas | 485765 | 4389899 |
| CO06 | Collinas | 486631 | 4389443 |
| CO07 | Collinas | 487941 | 4388648 |
| CO08 | Collinas | 487087 | 4386511 |

3 MODELLO OROGRAFICO 3D

L'installazione delle turbine è prevista su un'area collinare orograficamente mediamente complessa, con presenza di discontinuità orografiche su larga scala, assenza di variazioni di rugosità superficiale, con presenza di vegetazione rada, alberi isolati a basso fusto e case sparse. Le altitudini d'installazione delle macchine oscillano tra 140 e 340 m slm, con un valore altimetrico medio di 243 m slm ed un dislivello massimo pari a 200 m.

È stato realizzato un modello orografico digitale DTM (Digital Terrain Model) che descrive l'andamento altimetrico dell'area geografica interessata dalla simulazione del campo di vento. Il modello interessa una superficie pari a circa 30 x 30 km², che si estende fino a coprire un raggio d'influenza pari ad almeno 10 km di distanza dai punti di interesse (stazione anemologica virtuale "Vortex", e punti macchina).

Il terreno è stato modellato interpolando i dati altimetrici ricavabili dal database TINITALY, che garantisce una risoluzione massima di 10m in longitudine e latitudine. Il file vettoriale delle isoaltimetriche, è stato utilizzato come input per la simulazione del regime anemologico sul sito, eseguita con il codice di calcolo WAsP. È stata implementata anche una mappatura digitale della rugosità superficiale del terreno su area vasta (superficie pari a circa 45 x 45 km²), sulla base del database CORINE LANDCOVER 2018. I valori di rugosità superficiale del terreno variano per il modello da classe 0 (mare e specchi d'acqua) a classe 3,4 (aree suburbane e industriali), con una rugosità prevalente di classe 1.5 associata con aree agricole aperte con pochi ostacoli.

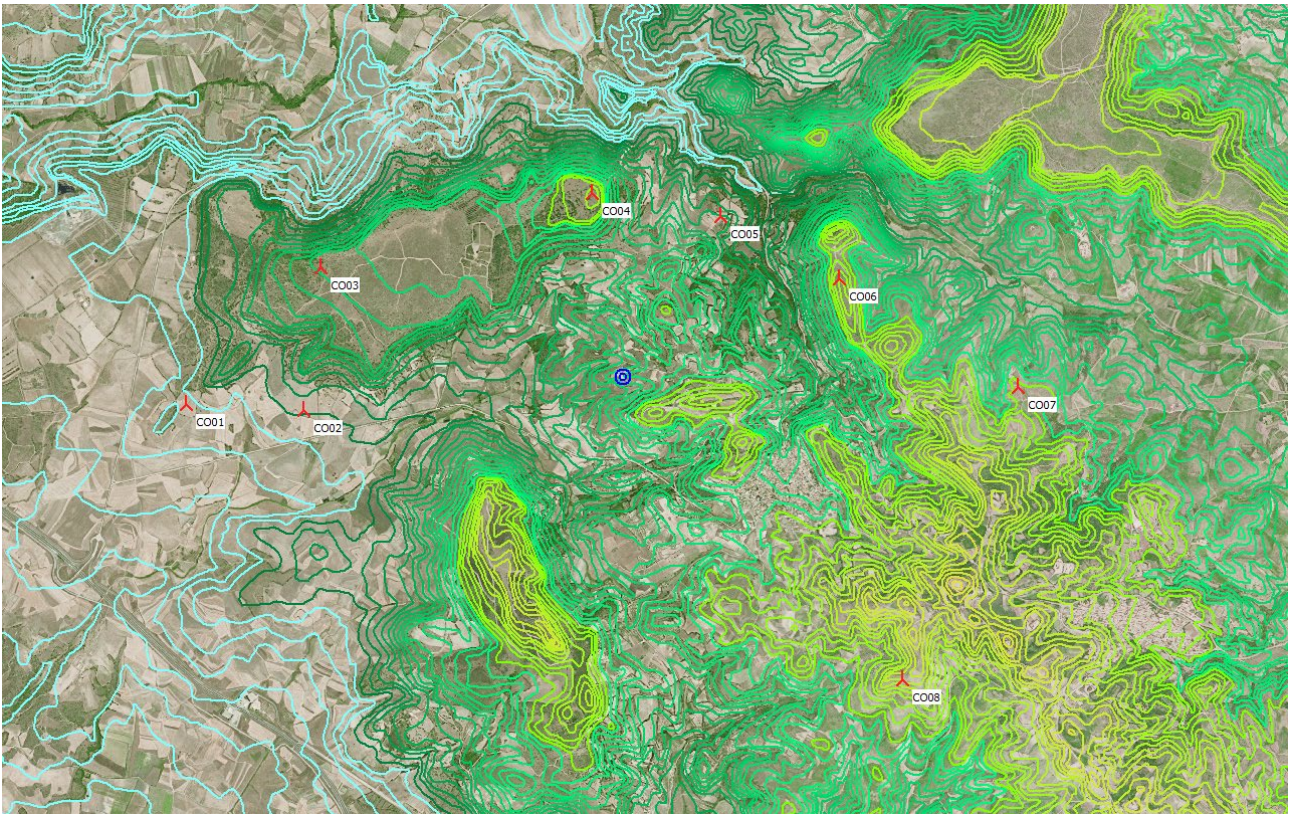


Figura 3-1: Modello digitale di elevazione del terreno (dettaglio dell'area d'impianto)

4 INPUT ANEMOLOGICO

L'area di progetto non è ancora stata monitorata direttamente da una stazione anemometrica installata in sito. Per la definizione preliminare del regime anemologico sulla zona interessata dal progetto d'impianto è stata pertanto impiegata una torre anemometrica virtuale, fornita dalla società VORTEX FCDe derivante da calcoli numerici complessi applicati a modelli anemologici mesoscala con risoluzione di calcolo geografica pari a 100 m. Le frequenze di occorrenza della velocità vento, estrapolate sulla posizione della torre anemometrica virtuale prossima alla posizione dell'aerogeneratore CO03 alle coordinate nel sistema di riferimento geografico UTM/WGS84 PVortex (483481, 4389760) ad un'altezza dal suolo pari a 110 m, vengono introdotte, come file di input anemologico nel formato [*.tab], nel software di simulazione WindPRO sotto forma di tabella che discretizza i dati per 16 settori di provenienza del vento e per intervalli di velocità pari a 1 m/s, come riportato dalla Tab. 3.

Tabella 2 Distribuzione frequenza e intensità vento su torre virtuale VORTEX

| deg → m/s ↓ | 0.0 | 22.5 | 45.0 | 67.5 | 90.0 | 112.5 | 135.0 | 157.5 | 180.0 | 202.5 | 225.0 | 247.5 | 270.0 | 292.5 | 315.0 | 337.5 | % |
|----------------|------|------|------|------|------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|------|
| 0-1 | 37.0 | 22.3 | 19.1 | 26.4 | 31.6 | 26.2 | 51.2 | 40.9 | 28.8 | 21.4 | 20.0 | 19.3 | 20.2 | 28.6 | 26.6 | 34.9 | 5.2 |
| 1-2 | 60.5 | 37.2 | 16.1 | 31.3 | 39.8 | 49.2 | 72.2 | 63.6 | 37.8 | 21.8 | 25.8 | 20.9 | 34.5 | 84.8 | 78.9 | 57.7 | 8.4 |
| 2-3 | 73.0 | 36.3 | 10.9 | 21.9 | 37.6 | 55.4 | 76.6 | 69.8 | 36.3 | 18.7 | 23.0 | 16.3 | 39.9 | 136.6 | 114.9 | 67.9 | 9.5 |
| 3-4 | 65.9 | 32.8 | 7.6 | 15.7 | 33.2 | 64.7 | 86.4 | 66.7 | 29.7 | 16.5 | 17.7 | 12.6 | 41.5 | 182.0 | 150.5 | 59.2 | 10.1 |
| 4-5 | 57.2 | 27.1 | 4.8 | 11.7 | 29.1 | 61.0 | 75.9 | 65.6 | 22.0 | 13.0 | 17.0 | 11.2 | 40.2 | 218.5 | 176.4 | 46.3 | 10.0 |
| 5-6 | 43.8 | 20.6 | 3.7 | 8.4 | 26.5 | 57.4 | 69.9 | 57.5 | 15.0 | 8.2 | 11.8 | 9.5 | 38.8 | 238.5 | 187.8 | 38.2 | 9.5 |
| 6-7 | 32.7 | 16.4 | 2.6 | 6.5 | 25.3 | 53.1 | 64.8 | 51.1 | 9.9 | 5.0 | 10.8 | 8.3 | 37.0 | 267.5 | 183.3 | 33.3 | 9.2 |
| 7-8 | 20.8 | 12.6 | 2.2 | 2.6 | 20.9 | 49.7 | 54.9 | 44.0 | 6.7 | 3.8 | 7.0 | 7.2 | 31.6 | 241.8 | 171.1 | 26.4 | 8.0 |
| 8-9 | 13.5 | 7.9 | 1.8 | 1.8 | 14.9 | 47.0 | 47.1 | 35.4 | 5.3 | 2.7 | 6.2 | 5.8 | 28.2 | 189.4 | 165.4 | 20.3 | 6.8 |
| 9-10 | 10.8 | 5.8 | 1.7 | 0.8 | 11.8 | 43.9 | 41.7 | 29.9 | 3.1 | 2.1 | 5.2 | 4.7 | 20.5 | 144.6 | 157.2 | 14.8 | 5.7 |
| 10-11 | 6.0 | 3.1 | 1.3 | 0.0 | 9.2 | 42.5 | 31.9 | 21.7 | 2.1 | 1.7 | 3.3 | 3.2 | 13.7 | 114.0 | 134.0 | 9.9 | 4.5 |
| 11-12 | 3.4 | 1.8 | 1.3 | 0.0 | 7.0 | 33.9 | 27.5 | 16.9 | 1.5 | 1.6 | 2.0 | 3.0 | 11.1 | 84.8 | 106.7 | 6.7 | 3.5 |
| 12-13 | 2.2 | 1.1 | 1.1 | 0.0 | 5.6 | 27.4 | 22.7 | 12.0 | 0.0 | 0.0 | 0.9 | 2.0 | 8.0 | 51.5 | 90.6 | 5.1 | 2.6 |
| 13-14 | 2.1 | 0.0 | 0.9 | 0.0 | 4.7 | 24.5 | 18.7 | 8.4 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 2.0 | 6.6 | 37.9 | 77.1 | 3.3 | 2.1 |
| 14-15 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 3.3 | 18.2 | 14.3 | 6.1 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 1.6 | 4.1 | 29.1 | 51.6 | 3.0 | 1.5 |
| 15-16 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 2.1 | 12.4 | 11.0 | 3.9 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 1.3 | 2.9 | 16.2 | 38.9 | 1.6 | 1.0 |
| 16-17 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 1.1 | 9.2 | 10.6 | 3.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 1.1 | 2.8 | 14.9 | 26.7 | 0.9 | 0.8 |
| 17-18 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 5.2 | 9.1 | 2.3 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 1.4 | 11.4 | 18.8 | 0.0 | 0.6 |
| 18-19 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 4.5 | 6.3 | 1.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 1.4 | 6.6 | 11.8 | 0.0 | 0.4 |
| 19-20 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 3.0 | 6.3 | 0.7 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 1.7 | 8.0 | 0.0 | 0.2 |
| 20-21 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 1.9 | 3.8 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 4.9 | 0.0 | 0.1 |
| 21-22 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 1.7 | 2.9 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 2.8 | 0.0 | 0.1 |
| 22-23 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.8 | 2.3 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 1.8 | 0.0 | 0.1 |
| 23-24 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 1.6 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 1.0 | 0.0 | 0.0 |
| 24-25 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.8 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| 25-26 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| % | 4.9 | 2.6 | 0.9 | 1.4 | 3.5 | 7.9 | 9.2 | 6.9 | 2.3 | 1.3 | 1.7 | 1.5 | 4.4 | 24.0 | 22.7 | 4.9 | |

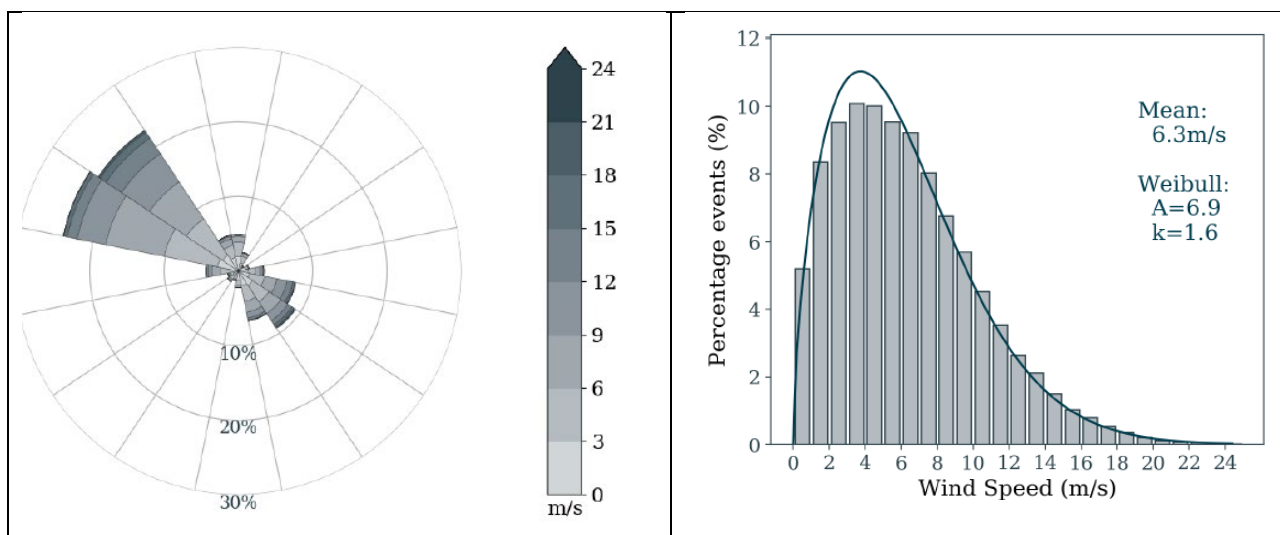


Figura 2 Rosa dei venti e distribuzione Weibull torre virtuale VORTEX

Come si può constatare dall'osservazione delle distribuzioni dei parametri anemologici, sopra riportate, sia per classi di velocità con step 1 m/s che per 16 settori di provenienza del vento, la risorsa eolica in sito è concentrata sulla direttrice principale NO sia in termini di distribuzione di frequenza, sia di densità di potenza specifica.

Le frequenze disponibili sono rappresentative di un periodo equivalente di monitoraggio del vento pari a vent'anni, e quindi assunte come quelle attese di riferimento sul lungo periodo. Non sono perciò necessarie ulteriori correzioni dei dati anemologici di input per il lungo periodo.

5 LAYOUT D'IMPIANTO

Si riportano di seguito le posizioni turbina di progetto nel sistema di riferimento geografico UTM/WGS84. Le coordinate sono state estrapolate dal relativo file GIS in formato [kmz] trasmesso dal Cliente, mentre le relative altitudini dei punti d'installazione sono state calcolate per interpolazione dal modello orografico digitale 3D creato per le simulazioni.

Tabella 3 Coordinate geografiche turbine di progetto ed informazioni altimetriche

| Turbina # | Long. E [m] | Lat. N [m] | Altitudine slm [m] |
|-----------|-------------|------------|--------------------|
| CO01 | 481841 | 4388538 | 140 |
| CO02 | 482705 | 4388489 | 152 |
| CO03 | 482834 | 4389529 | 230 |
| CO04 | 484824 | 4390072 | 300 |
| CO05 | 485765 | 4389899 | 190 |
| CO06 | 486631 | 4389443 | 309 |
| CO07 | 487941 | 4388648 | 280 |
| CO08 | 487087 | 4386511 | 340 |

La posizione delle turbine di progetto, così come la scelta del relativo modello di macchina, sono in linea con le prassi progettuali normalmente applicate nella fase di sviluppo di nuovi impianti per la produzione di energia da fonte eolica. La disposizione rispetta il regime di vento atteso sul sito, sia in termini di direzioni prevalenti, con le turbine allineate secondo schiere di direttrice a queste normali, che di distanziamento reciproco, per limitare entro livelli ammissibili le perdite per turbolenza di scia da interferenza aerodinamica. Nella tabella sottostante sono riportate le inter-distanze tra gli aerogeneratori d'impianto in metri e in diametri di un rotore da 170m. Come si può notare dalla tabella, tutte le posizioni sono distanziate di almeno 3 diametri di rotore. Le perdite medie per turbolenza di scia da interferenza aerodinamica si attestano infatti su un valore basso di circa il 3,0%.

Tabella 4 Distanza tra turbine

| Turbina di riferimento | Turbina più prossima | Distanza[m] | Distanza in rotori |
|------------------------|----------------------|-------------|--------------------|
| CO01 | CO02 | 865 | 5,1 |
| CO02 | CO01 | 865 | 5,1 |
| CO03 | CO02 | 1.048 | 6,2 |
| CO04 | CO05 | 957 | 5,6 |
| CO05 | CO04 | 957 | 5,6 |
| CO06 | CO05 | 979 | 5,8 |
| CO07 | CO06 | 1.533 | 9 |
| CO08 | CO07 | 2.301 | 13,5 |

Dalle informazioni pubbliche e dalle ortofoto satellitari disponibili non si rilevano alcuni impianti in esercizio nelle vicinanze di quello di progetto.

6 MODELLO DI AEROGENERATORE

Gli aerogeneratori in progetto avranno diametro del rotore fino a 170 m, una torre di altezza fino a 125 m e una potenza unitaria fino a 6,0 MW ciascuno.

Ad oggi il mercato delle turbine eoliche è caratterizzato da un discreto numero di costruttori che realizzano aerogeneratori della taglia sopra indicata e questo porta ad un livello di concorrenza sullo stato d'avanzamento della tecnologia e sulle garanzie di funzionamento degli stessi. Pertanto, la scelta del costruttore e della tipologia di aerogeneratore da installare nel parco eolico avverrà al termine dell'iter autorizzativo.

Per la stima della resa energetica delle turbine di progetto è stato considerato come aerogeneratore tipo la turbina SG170-AM2 prodotta da Siemens Gamesa, con altezza mozzo di 125m., che si è ritenuto possa essere rappresentativo della taglia massima di aerogeneratore scelta per il parco eolico in esame, di cui si riportano le principali caratteristiche tecniche in Tabella 4 4. Sulla scelta finale dell'aerogeneratore rimane valido quanto specificato al paragrafo precedente.

Tabella 4-1 - Specifiche tecniche aerogeneratore di riferimento

| Grandezza | U.M. | Valore |
|--------------------------------|-------------|---------------|
| Potenza | kW | 6000 |
| Velocità di avvio (cut in) | m/s | 3 |
| Velocità massima potenza | m/s | 11.0 |
| Velocità di arresto (cut out) | m/s | 25 |
| Velocità di rotazione nominale | rpm | 8.8 |
| Numero di pale | n° | 3 |
| Altezza della torre | m | 125 |
| Diametro del rotore | m | 170 |
| Area spazzata dal rotore | mq | 22'692 |
| Classe | IEC | IEC IIIA/IIIB |

Di seguito, sono rappresentate nel loro sviluppo la curva di potenza (P), la curva di spinta (Ct) e il coefficiente di potenza (Cp) usati per determinare la producibilità e le perdite per effetto scia dell'impianto, riferite alla densità dell'aria standard pari a 1,225 kg/m³. Queste curve vengono corrette dal modello di calcolo sulla base della densità dell'aria media misurata per il sito d'impianto.

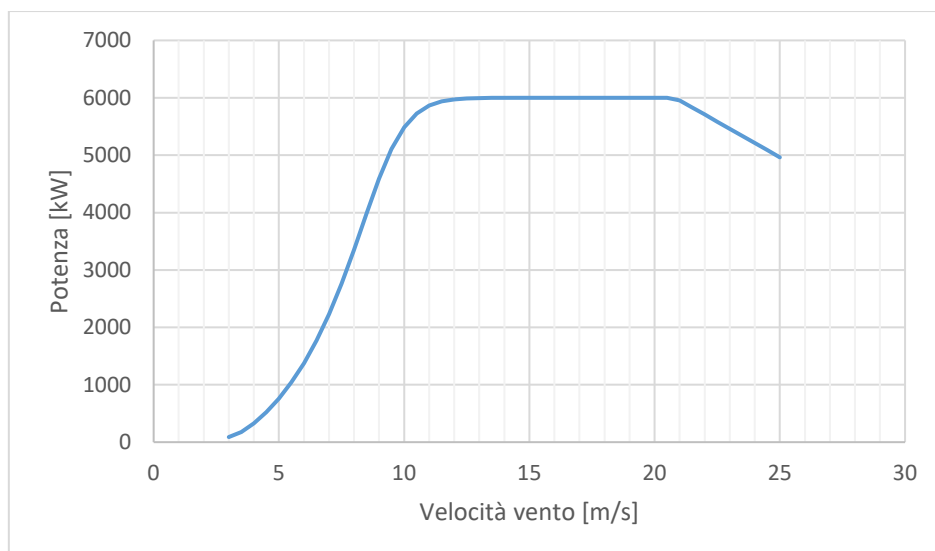


Figura 3 Curva di potenza dell'aerogeneratore Siemens Gamesa SG170 da 6,0 MW in funzione della velocità del vento al mozzo in condizioni standard

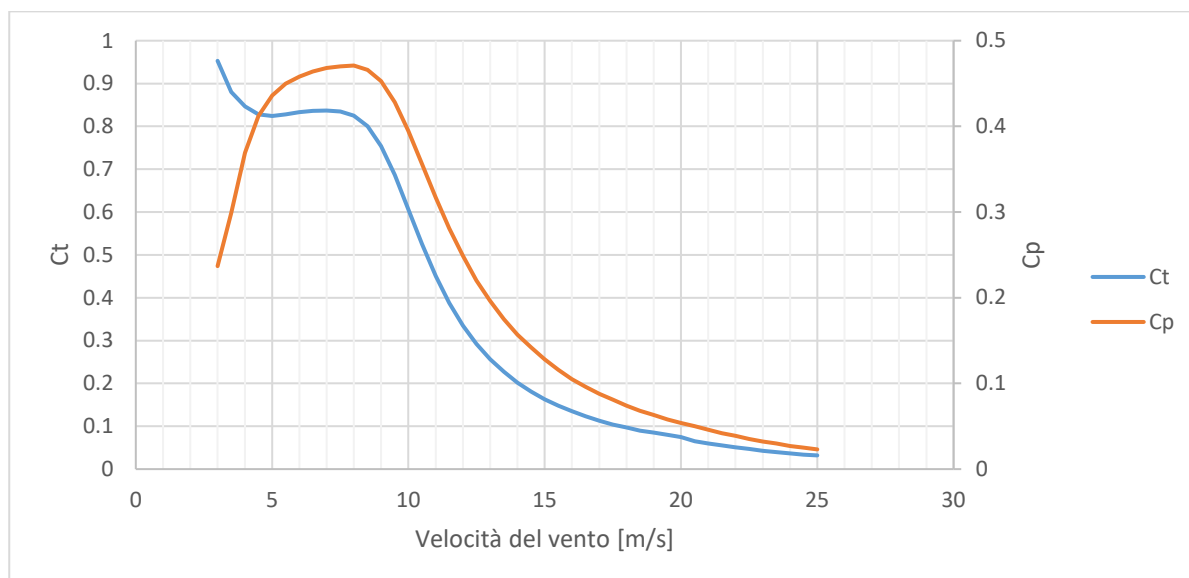


Figura 4 Coefficienti di spinta e di potenza dell'aerogeneratore Siemens Gamesa SG170 da 6,2 MW in funzione della velocità del vento al mozzo in condizioni standard

7 ANALISI DI PRODUCIBILITÀ

Attraverso l'applicazione WASP dell'atlante di vento ottenuto dall'implementazione dei parametri anemologici sintetici (frequenze di occorrenza della velocità vento per 16 settori di provenienza e per classi di velocità con step 1 m/s) associati alla stazione anemometrica virtuale VORTEX, il codice di calcolo provvede, con l'implementazione del modello altimetrico e di rugosità superficiale del terreno in sito, all'estrapolazione orizzontale (punti d'installazione) e verticale (altezza mozzo) della velocità vento attesa su ciascuna delle sei posizioni turbina previste dal progetto.

La risultante velocità del vento media annuale in sito all'altezza mozzo è pari a 6,4 m/s.

In base alla distribuzione puntuale della risorsa eolica, e alle caratteristiche di performance del modello di turbina considerato, il codice di calcolo ricava la produzione lorda associata ad ogni punto macchina. La produzione lorda deve essere successivamente decurtata delle perdite di scia e delle perdite tecniche per ricavare la produzione netta.

Il modello di calcolo implementato per l'elaborazione delle perdite per scia da interferenza aerodinamica è il più avanzato Park2, associato al pacchetto principale di routine del codice WASP, applicato con impostazione dei parametri ai valori di default.

La producibilità così calcolata, lorda e al netto delle perdite per scia, è stata successivamente elaborata decurtandola delle perdite fisse aggiuntive legate a fattori indipendenti dalle potenzialità eoliche del sito e dalle caratteristiche di performance del modello di turbina adottato.

I valori assunti per la stima di tali perdite, esprimibili in percentuale dell'energia prodotta al netto delle scie, sono riportati sulla seguente Tab. 4, ciascuno in corrispondenza dell'effetto considerato.

Tabella 2 Stima perdite tecniche impianto

| Fattore di perdita | Perdita [%] |
|---|--------------|
| Perdite elettriche di impianto | 3,0% |
| Indisponibilità impianto per manutenzione ordinaria/straordinaria | 3,0% |
| Degradazione performance aerogeneratori | 2,0% |
| Indisponibilità BOP/rete | 0,7% |
| Altri fattori | 0,5% |
| Totale | 9,20% |

Tali coefficienti di perdita sono stati quindi applicati ai risultati di producibilità, già calcolati al netto delle scie, e riportati in termini assoluti e di ore di funzionamento medie annue unitarie a potenza nominale. La produzione così calcolata, rappresenta la P50, essendo P il valore di resa energetica che l'impianto attende di realizzare sul lungo periodo, con la probabilità pari al 50% che tale livello di energia prodotta venga raggiunto o superato.

La tabella sottostante riporta la sintesi dei risultati della producibilità d'impianto in termini di produzione media annuale [GWh/a] ed ore equivalenti [Heq]:

Tabella 3 Sintesi dei risultati della producibilità d'impianto

| Potenza installata [MW] | # Turbine | Modello turbina | Altezza mozzo [m] | AEP Lorda [MWh/a] | Perdite scia [%] | Perdite tecniche [%] | AEP Netta P50 | |
|-------------------------|-----------|-----------------|-------------------|-------------------|------------------|----------------------|---------------|-------|
| | | | | | | | [MWh/a] | [Heq] |
| 48,0 | 8 | SG170-6,0MW | 125 | 148'420 | 3,0 | 9,20 | 130'764 | 2'724 |

8 CONSIDERAZIONI CONCLUSIVE

È stata eseguita una analisi preliminare di producibilità per la quantificazione delle potenzialità eoliche del sito di area vasta e della producibilità attesa del futuro impianto eolico in proposta, situato nel Comune di Collinas (SU), che prevede l'installazione di n.8 aerogeneratori con potenza nominale di 6,0MW ciascuno, per una potenza complessiva di 48MW, con diametro rotore fino a 170m e altezza mozzo fino a 125m.

L'installazione delle turbine è prevista su un'area collinare orograficamente mediamente complessa, con presenza di discontinuità orografiche su larga scala, assenza di variazioni di rugosità superficiale, con presenza di vegetazione rada, alberi isolati a basso fusto e case sparse.

L'area di progetto non è ancora stata monitorata direttamente da una stazione anemometrica installata in sito. Per la definizione preliminare del regime anemologico sono stati impiegati dati da una torre anemometrica virtuale, forniti dalla società VORTEX FCD.

La modellazione è stata eseguita attraverso l'impiego del codice di simulazione WindPRO.

La velocità del vento media annuale all'altezza mozzo in sito risulta pari a 6,4 m/s, concentrata sulla direttrice principale NO sia in termini di distribuzione di frequenza, sia di densità di potenza specifica.

La disposizione del layout di impianto rispetta il regime di vento atteso sul sito, sia in termini di direzioni prevalenti, con le turbine allineate secondo schiere di direttrice a queste normali, che di distanziamento reciproco, per limitare entro livelli ammissibili le perdite per turbolenza di scia da interferenza aerodinamica. Le perdite medie per turbolenza di scia da interferenza aerodinamica si attestano infatti su un valore basso di circa il 3,0%.

Il modello di turbina utilizzato per il calcolo di produzione è la Siemens Gamesa modello SG170-AM2. Il modello di turbina proposto per l'impianto riesce a sfruttare al meglio la risorsa eolica, con previsione preliminare di produzione media annuale P50 di 130'764 MWh/a al netto delle perdite di scia e delle perdite tecniche, che corrisponde a 2'724 ore equivalenti.

Per gli sviluppi futuri del progetto si raccomanda l'installazione di una torre anemometrica in sito, per verificare l'accuratezza degli input anemologici, e un'analisi del grado di complessità orografica del punto di riferimento per l'origine dei dati in sito (torre anemometrica) e quello delle turbine d'impianto, per verificare l'eventuale esigenza di correzione della velocità estrapolata sui punti d'installazione turbina per effetti orografici complessi.