

# AUTORIZZAZIONE UNICA EX D. LGS. N. 387/2003



## PROGETTO DEFINITIVO PARCO EOLICO GALLURA

Titolo elaborato:

### VALUTAZIONE RISORSA EOLICA ED ANALISI DI PRODUCIBILITÀ

CC	GD	GD	EMISSIONE	21/04/23	0	0
REDATTO	CONTR.	APPROV.	DESCRIZIONE REVISIONE DOCUMENTO	DATA	REV	

#### PROPONENTE



**SARDEGNA PRIME S.R.L.**

VIA A. DE GASPERI N. 8  
74023 GROTTAGLIE (TA)

#### CONSULENZA



**GE.CO.D'OR S.R.L.**

VIA A. DE GASPERI N. 8  
74023 GROTTAGLIE (TA)

#### PROGETTISTA

ING. GAETANO D'ORONZIO  
VIA GOITO 14 – COLOBRARO (MT)

Codice  
LTEG009

Formato  
A4

Scala  
/

Foglio  
1 di 13

**Sommario**

1. PREMESSE	3
2. INQUADRAMENTO TERRITORIALE	4
3. CARATTERIZZAZIONE ANEMOLOGICA	8
4. AEROGENERATORE DI RIFERIMENTO	9
5. RISULTATI	11

## 1. PREMESSE

La “**Sardegna Prime s.r.l.**” è una società costituita per realizzare un impianto eolico in Sardegna, denominato “**Parco Eolico Gallura**”, nel territorio del Comune di Luras e Tempio Pausania (Provincia di Sassari) con punto di connessione a 150 kV in corrispondenza della stazione elettrica RTN Terna “Tempio” 150 kV nel Comune di Calangianus (SS).

A tale scopo la Ge.co.D’Or. s.r.l., società italiana impegnata nello sviluppo di impianti per la produzione di energia da fonti rinnovabili con particolare focus nel settore dell’eolico e proprietaria della suddetta società, si è occupata della progettazione definitiva per la richiesta di Autorizzazione Unica (AU) alla costruzione e l’esercizio del suddetto impianto eolico e della relativa Valutazione d’Impatto Ambientale (VIA).



**Figura 1.1:** Localizzazione Parco Eolico Gallura

In sintesi, il presente progetto prevede:

- l’installazione di nuovi aerogeneratori, in linea con gli standard più alti presenti sul mercato, per una potenza installata pari a 79,2 MWp;
- l’installazione di un sistema di accumulo di energia per la potenza di 64,8 MW;
- la realizzazione delle fondazioni per gli aerogeneratori in progetto;
- la realizzazione di piazzole di montaggio degli aerogeneratori, di nuovi tratti di viabilità e l’adeguamento della viabilità esistente, al fine di garantire l’accesso per il trasporto degli aerogeneratori;
- la realizzazione del cavidotto di media tensione e della connessione in alta tensione alla sottostazione di “Tempio”.

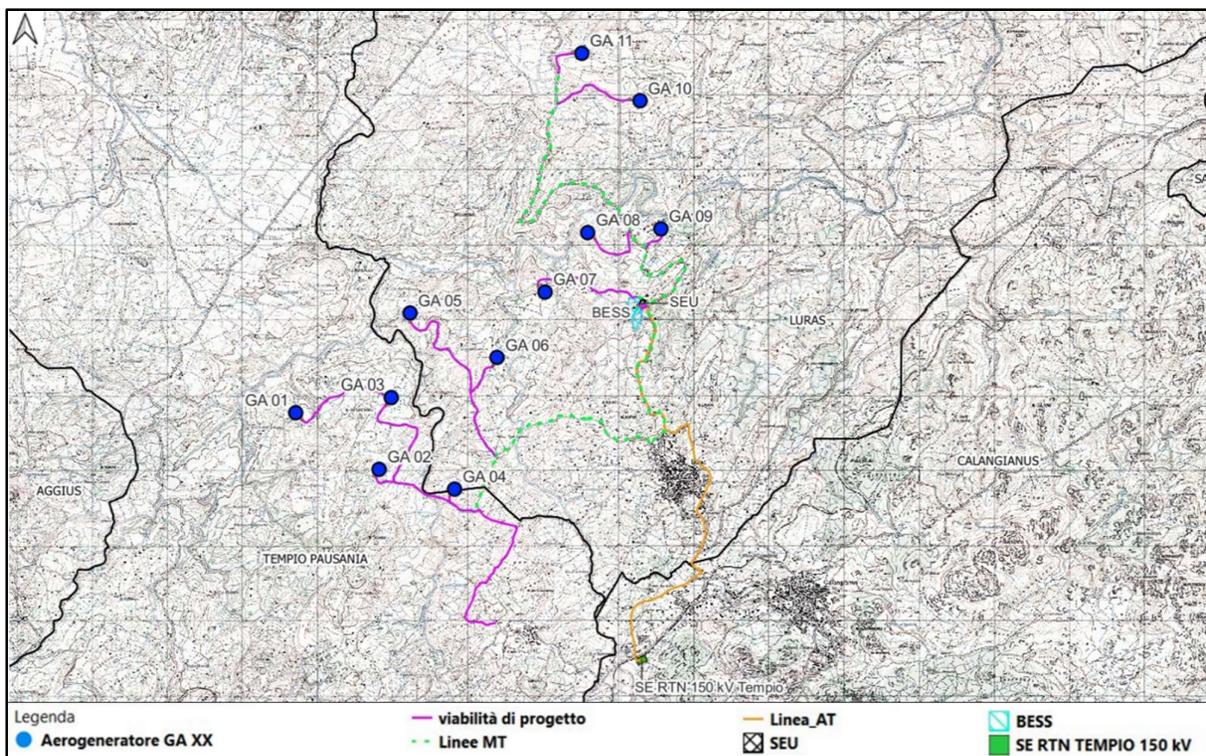
Il progetto è in linea con gli obiettivi nazionali ed europei per la riduzione delle emissioni di CO<sub>2</sub> legate a processi di produzione di energia elettrica.

La presente relazione costituisce il documento sulla valutazione della risorsa eolica e sull'analisi di producibilità riguardante i nuovi aerogeneratori che sono previsti in progetto.

## 2. INQUADRAMENTO TERRITORIALE

L'impianto interessa prevalentemente il Comune di Tempio Pausania (SS), ove ricadono 3 aerogeneratori, il Comune di Luras (SS), ove ricadono 8 aerogeneratori, il BESS e la Stazione Elettrica Utente (SEU) di trasformazione 150/33 kV, e il Comune di Calangianus (SS), dove ricade la Stazione Elettrica (SE) RTN Terna 150 kV "Tempio" (**Figura 2.1**).

La morfologia dell'area e delle zone limitrofe è contraddistinta da un territorio collinare con particolari complessità morfologiche.

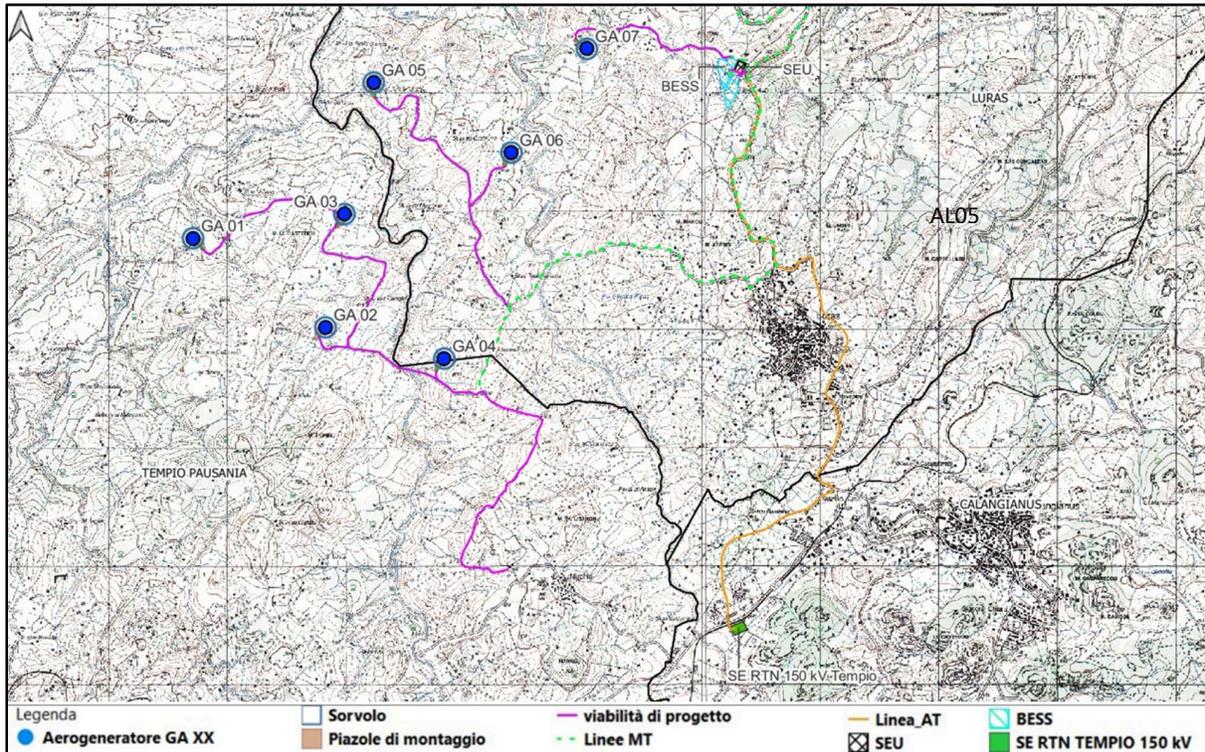


**Figura 2.1:** Inquadramento territoriale dell'impianto eolico Gallura su IGM con i limiti amministrativi dei comuni interessati

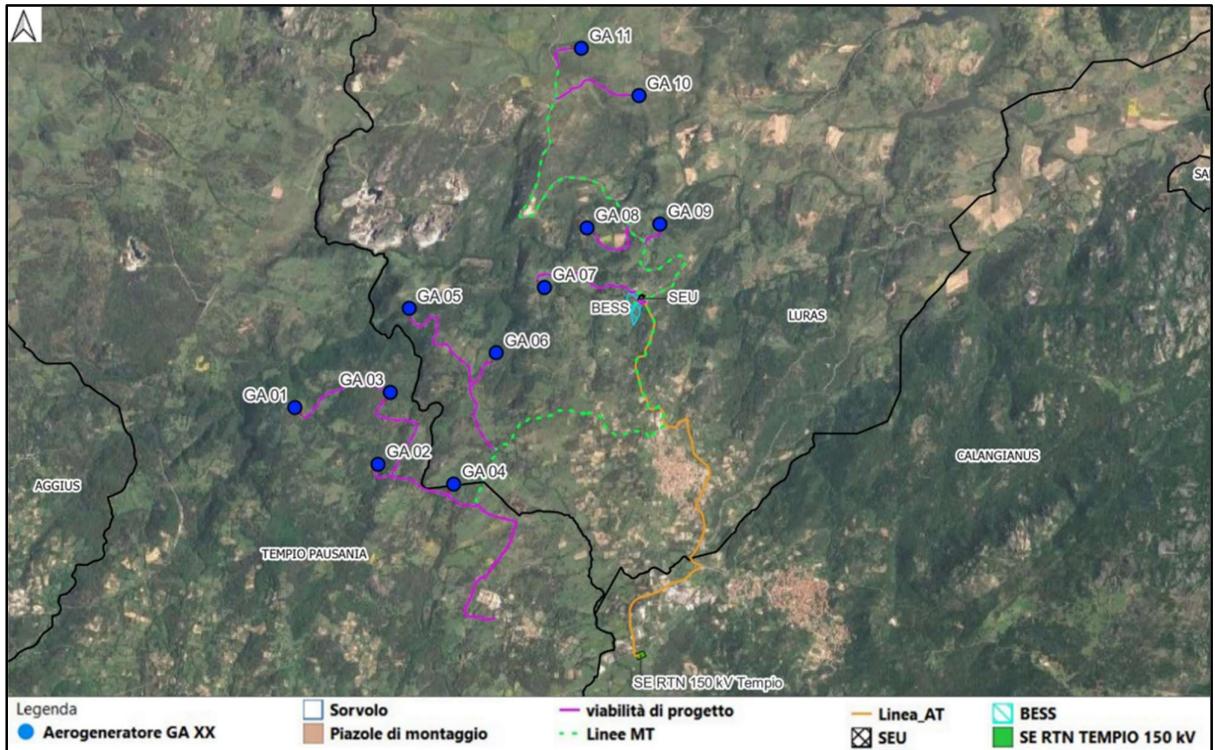
La soluzione di connessione (soluzione tecnica minima generale STMG - codice pratica del preventivo di connessione C.P. 202200017) prevede che l'impianto eolico venga collegato in antenna a 150 kV su una nuova Stazione Elettrica (SE) della RTN a 150 kV in GIS denominata "Tempio" (prevista da Piano di Sviluppo di Terna), previa realizzazione di un nuovo elettrodotto di collegamento della RTN a 150 kV tra la SE di Santa Teresa e la nuova SE Buddusò (di cui al Piano di Sviluppo di Terna) (**Figura 2.2**).

Il progetto prevede che la SEU (Sottostazione Elettrica Utente) 150/33 kV venga collegata alla suddetta SE RTN mediante la posa in opera, su strade esistenti o da realizzarsi per lo scopo, di una linea Alta

Tensione a 150 kV interrata di lunghezza complessiva di circa 7,2 km. Le turbine eoliche verranno collegate attraverso un sistema di linee elettriche interrate a 33 kV, allocate prevalentemente in corrispondenza del sistema di viabilità interna che servirà per la costruzione e la gestione futura dell'impianto. Tale sistema verrà realizzato prevalentemente adeguando il sistema viario esistente e realizzando nuovi tratti di raccordo per consentire il transito dei mezzi eccezionali.



**Figura 2.2:** Soluzione di connessione a 150 kV in corrispondenza della stazione elettrica RTN Terna 150 kV Tempio ( di futura realizzazione)



**Figura 2.3:** Inquadramento territoriale dell'impianto eolico Gallura su ortofoto con i limiti amministrativi dei comuni interessati

L'area di progetto (**Figura 2.4**) si raggiunge partendo dal Porto di Oristano, attraversando poi la SS131, SS729, SS672, SP92, SP33, SP74, SP58, SP74, SP5, SS131 e un sistema di viabilità esistente, opportunamente adeguato e migliorato per il transito dei mezzi eccezionali, da utilizzare per consegnare in sito i componenti degli aerogeneratori e da cui si dirameranno nuovi tratti di viabilità necessari per la costruzione e la manutenzione dell'impianto eolico.



**Figura 2.4:** Viabilità di accesso al sito dal Porto Industriale di Oristano su immagine satellitare

Si riportano di seguito le coordinate delle posizioni scelte per l'installazione degli aerogeneratori.

ID	Comune (Provincia)	Informazioni catastali		Coordinate geografiche		D <sub>ROTORE</sub> [m]	H <sub>hub</sub> [m]	H <sub>TOT</sub> [m]
		Foglio	Particella	Latitudine [°]	Longitudine [°]			
GA01	Tempio Pausania (SS)	161	28	40.944209	9.114506	172	114	200
GA02	Tempio Pausania (SS)	1	72	40.937420	9.127765	172	114	200
GA03	Tempio Pausania (SS)	1	37	40.946034	9.129671	172	114	200
GA04	Luras (SS)	18	59	40.935028	9.139665	172	114	200
GA05	Luras (SS)	18	14	40.956035	9.132634	172	114	200
GA06	Luras (SS)	18	103	40.950686	9.146434	172	114	200
GA07	Luras (SS)	19	110	40.958569	9.154009	172	114	200
GA08	Luras (SS)	19	4	40.965673	9.160778	172	114	200
GA09	Luras (SS)	16	148	40.966117	9.172209	172	114	200
GA10	Luras (SS)	12	57	40.981420	9.168951	172	114	200
GA11	Luras (SS)	12	22	40.987169	9.159870	172	114	200

**Tabella 2.1:** Localizzazione planimetrica degli aerogeneratori di progetto

### 3. CARATTERIZZAZIONE ANEMOLOGICA

Il sito di Gallura è situato in una delle zone maggiormente ventose di tutto il Paese, come mostrato in figura seguente, ricavata dall'Atlante Eolico di RSE SpA:



**Figura 3.1:** Estratto Atlante Eolico RSE

Considerando che una campagna di misura registrata in sito non è ancora disponibile, la stima preliminare della produzione energetica annua prevista del Progetto è estrapolata da un Virtual Met Mast scalato in una posizione rappresentativa del parco eolico e all'altezza rappresentativa di quella del mozzo desiderato. Le statistiche di Virtual Met Mast sono solitamente ottenute utilizzando le fonti disponibili nell'area ritenuta rappresentativa, come le stazioni di misura e dati mesoscala.

Tuttavia, è necessario sottolineare che il Virtual Met Mast non sostituisce una tradizionale campagna anemometrica in sito e quindi qualsiasi valutazione della produzione di energia avrà un'elevata incertezza. I risultati devono essere intesi solo come stima preliminare. Si consiglia di installare in sito almeno una torre anemometrica, in posizione rappresentativa del parco eolico e caratterizzata da una buona esposizione, la cui struttura dovrebbe avere un'altezza di almeno 2/3 di quella del mozzo proposto, al fine di ridurre le incertezze dell'estrapolazione verticale e aggiornare l'analisi di conseguenza.

Il regime del vento di lungo periodo previsto in sito è stato valutato utilizzando un Virtual Met Mast alle altezze di mozzo ipotizzate, ovvero 114 m e 135 m.

Nella seguente figura si riportano la distribuzione di Weibull, la rosa energetica e la rosa di frequenza del vento, nella posizione del Virtual Met Mast a 114 m. Si osserva che i venti predominanti sono attesi principalmente dai settori ovest e sud-ovest. È inoltre riportata anche la mappa della risorsa eolica ottenuta sempre all'altezza di

114 m sull'area individuata dal Cliente. Sulla mappa sono presentate anche le posizioni proposte con le ellissi di interferenza allineate secondo la direzione prevalente da 270 gradi (OVEST).

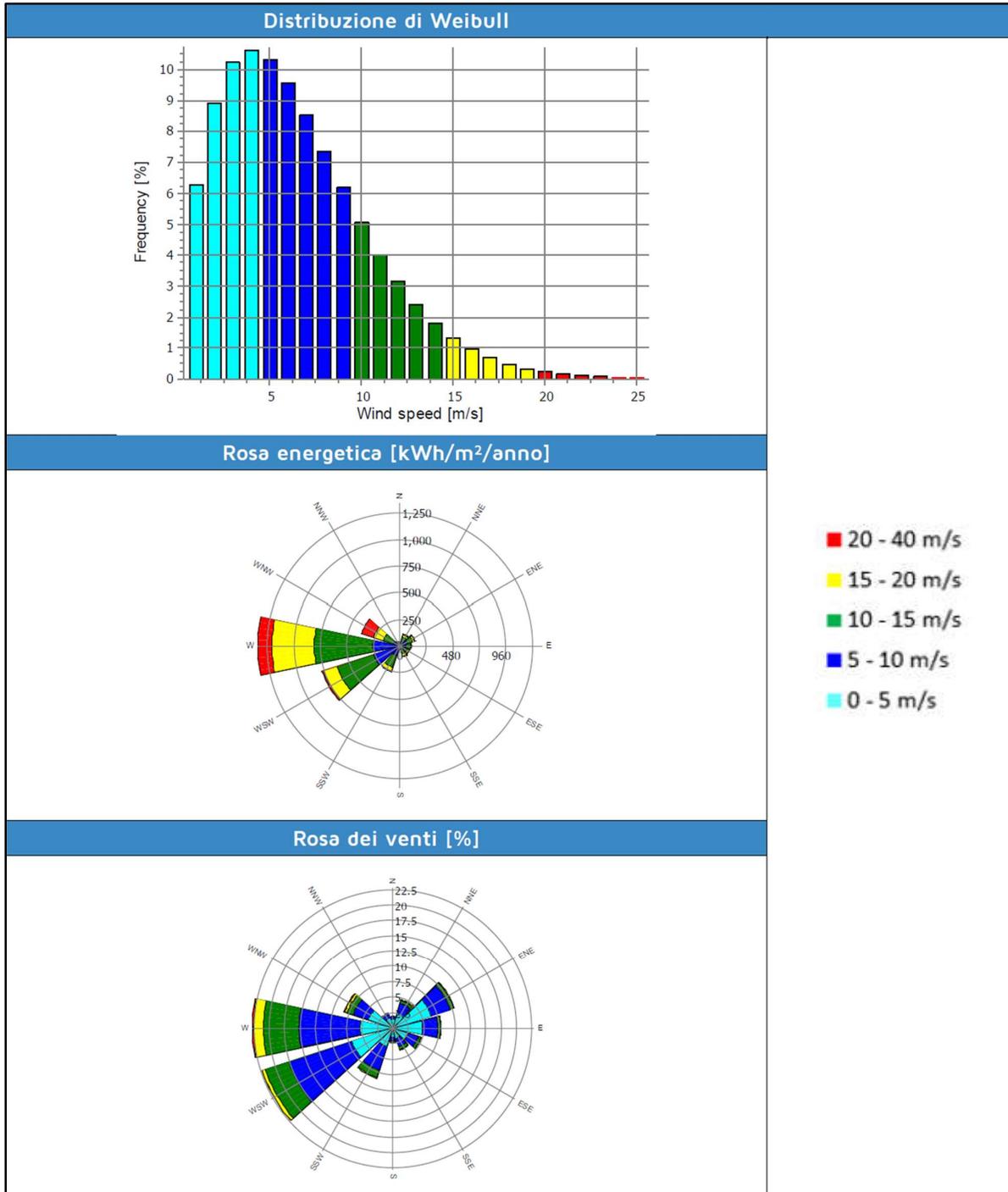


Figura 3.2: Parametri caratteristici Virtual Mast a 114 m

#### 4. AEROGENERATORE DI RIFERIMENTO

Gli aerogeneratori, che verranno installati nel nuovo impianto denominato “Parco Eolico Gallura”, saranno selezionati sulla base delle più innovative tecnologie disponibili sul mercato. La potenza

nominale delle turbine previste sarà pari a massimo 7,2 MW. Il tipo e la taglia esatta dell'aerogeneratore saranno comunque individuati in seguito della fase di acquisto della macchina e verranno descritti in dettaglio in fase di progettazione esecutiva.

Si riportano di seguito le principali caratteristiche tecniche di un aerogeneratore con potenza nominale pari a 7,2 MW:

Potenza nominale	7,2 MW
Diametro del rotore	172 m
Lunghezza della pala	84,35 m
Corda massima della pala	4,3 m
Area spazzata	23.235 m <sup>2</sup>
Altezza al mozzo	114 m
Classe di vento IEC	S
Velocità cut-in	3 m/s
V nominale	12 m/s
V cut-out	25 m/s

**Tabella 4.1:** Caratteristiche tecniche aerogeneratore

Ogni aerogeneratore è equipaggiato di generatore elettrico asincrono, di tipo DFIG (Directly Fed Induced Generator) che converte l'energia cinetica in energia elettrica ad una tensione nominale di 690 V. È inoltre presente su ogni macchina il trasformatore MT/BT per innalzare la tensione di esercizio da 690 V a 3.300 V.

Nell'immagine seguente è rappresentata una turbina con rotore di diametro pari a 172 m e potenza fino a 7,2 MW.

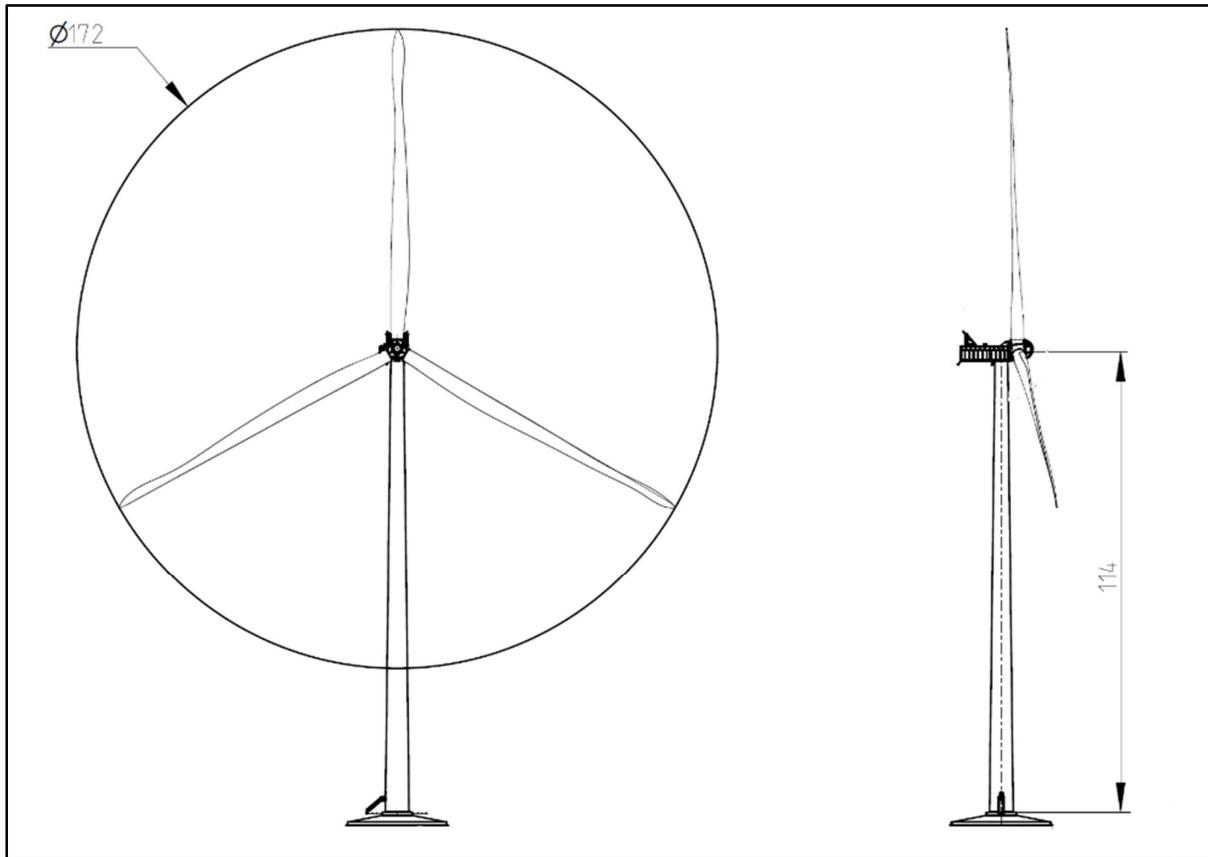


Figura 4.1: Vista e caratteristiche di un aerogeneratore da 7,2 MW

## 5. RISULTATI

La modellazione illustrata al capitolo precedente ha condotto ai seguenti risultati:

Wind Speed [m/s]	0°	30°	60°	90°	120°	150°	180°	210°	240°	270°	300°	330°	Total Speed Frequency [%]
0	0.112	0.097	0.108	0.100	0.086	0.109	0.092	0.104	0.123	0.124	0.138	0.119	1.3
1	0.378	0.527	0.913	0.700	0.454	0.326	0.378	0.553	0.993	1.008	0.576	0.372	7.2
2	0.280	0.452	1.768	1.127	0.471	0.309	0.287	0.576	1.733	1.239	0.856	0.320	9.4
3	0.326	0.554	2.043	1.214	0.656	0.394	0.268	0.744	1.923	1.488	0.980	0.338	10.9
4	0.250	0.477	1.689	1.159	0.726	0.440	0.243	0.758	2.105	1.807	1.145	0.289	11.1
5	0.141	0.310	1.130	0.987	0.546	0.359	0.170	0.750	2.218	1.874	0.924	0.163	9.6
6	0.106	0.304	0.911	0.792	0.566	0.324	0.143	0.660	2.308	1.632	0.619	0.108	8.5
7	0.067	0.301	0.705	0.496	0.377	0.334	0.113	0.651	2.414	1.623	0.449	0.068	7.6
8	0.042	0.346	0.547	0.318	0.257	0.241	0.080	0.690	2.309	1.644	0.296	0.057	6.8
9	0.028	0.229	0.446	0.214	0.195	0.221	0.078	0.612	2.026	1.558	0.259	0.040	5.9
10	0.035	0.230	0.361	0.203	0.144	0.184	0.055	0.516	1.478	1.722	0.251	0.036	5.2
11	0.022	0.170	0.305	0.155	0.124	0.133	0.040	0.353	1.027	1.572	0.179	0.030	4.1
12	0.003	0.176	0.165	0.115	0.092	0.119	0.018	0.238	0.739	1.424	0.184	0.016	3.3
13	0.003	0.104	0.084	0.075	0.085	0.090	0.008	0.162	0.604	1.320	0.165	0.011	2.7
14	0.002	0.040	0.045	0.049	0.070	0.066	0.003	0.116	0.471	1.026	0.174	0.004	2.1
15	0.000	0.041	0.019	0.025	0.038	0.066	0.000	0.069	0.289	0.761	0.128	0.004	1.4
16	0.000	0.046	0.004	0.018	0.016	0.036	0.000	0.040	0.169	0.561	0.106	0.002	1.0
17	0.000	0.032	0.006	0.003	0.015	0.018	0.000	0.020	0.083	0.373	0.117	0.000	0.7

Wind Speed [m/s]	0°	30°	60°	90°	120°	150°	180°	210°	240°	270°	300°	330°	Total Speed Frequency [%]
18	0.004	0.008	0.007	0.002	0.003	0.013	0.000	0.021	0.039	0.236	0.105	0.000	0.4
19	0.000	0.001	0.002	0.002	0.001	0.007	0.000	0.007	0.027	0.156	0.097	0.001	0.3
20	0.000	0.000	0.002	0.002	0.001	0.003	0.000	0.003	0.022	0.114	0.060	0.000	0.2
21	0.000	0.000	0.000	0.006	0.003	0.002	0.000	0.001	0.006	0.078	0.031	0.000	0.1
22	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.001	0.000	0.000	0.000	0.042	0.021	0.000	0.1
23	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.001	0.020	0.017	0.000	0.0
24	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.001	0.000	0.008	0.006	0.000	0.0
25	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.004	0.002	0.000	0.0
26	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.001	0.000	0.000	0.0
27	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.001	0.000	0.000	0.000	0.0
28	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.001	0.000	0.000	0.000	0.000	0.0
29	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.0
30	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.0
31	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.0
32	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.0
33	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.0
34	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.0
35	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.0
36	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.0
37	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.0
38	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.0
39	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.0
40	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.0
41	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.0
Total Sector Frequency [%]	1.80	4.44	11.26	7.76	4.93	3.80	1.98	7.64	23.11	23.42	7.89	1.98	100.0
Operative hours [v>=3m/s]	90	295	742	511	343	267	107	562	1775	1844	553	102	7191

Tabella 6.1: Distribuzione ore di funzionamento rispetto ai settori del vento

Caratteristica	Valore
Potenza Installata	79,8 MW
Modello WTG	VESTAS V172 7.2 MW (IECS)
Potenza nominale WTG	7,2 MW
N° di WTG	11
Classe IEC	S
Diametro del rotore	172 m
Altezza del mozzo	114 m
Velocità media del vento all'altezza del mozzo (free)	6,3 m/s
Direzione vento prevalente	Ovest
<b>Produzione netta (cedibile alla rete)</b>	<b>189450 MWh</b>
<b>Ore equivalenti</b>	<b>2392</b>

**Tabella 6.2:** Risultati stima di producibilità

Al percentile riportato, si stima che l'impianto eolico potrà produrre 189,45 GWh all'anno, per un totale di 2392 ore equivalenti.

Pertanto, come già evidenziato, il sito è caratterizzato da ottimi valori di ventosità che garantiscono un'elevata producibilità.



VALUTAZIONE PRELIMINARE  
DEL POTENZIALE EOLICO  
GALLURA

---

April 2023

## 1. PREMESSA

---

La Società Ge.co.D'Or. S.r.l. (il "Cliente") ha incaricato la Società Vector Renewables Italia S.r.l. (il "Consulente Tecnico" o "TA") di svolgere un'analisi preliminare allo scopo di determinare la potenzialità di un progetto eolico nel sito di Gallura (il "Progetto") in sviluppo in Sardegna.

L'attività è consistita nella valutazione in via preliminare della produzione attesa dell'impianto, sulla base di studi effettuati dal Consulente Tecnico circa il regime di ventosità in quota, calcolato sull'area con modelli matematici.

La stima preliminare della risorsa eolica al sito è estrapolata da un Virtual Met Mast scalato ad una località ritenuta rappresentativa dell'Area di interesse. Le statistiche del Virtual Met Mast sono ottenute utilizzando le fonti disponibili in un intorno considerato rappresentativo dell'Area di interesse, come dati di vento misurati a terra e dati mesoscala.

Occorre comunque evidenziare che il Virtual Met Mast non sostituisce una torre di misura tradizionale al sito e quindi qualsiasi valutazione sulla produzione di energia implica necessariamente un elevato grado di incertezza. Per questo i risultati devono intendersi unicamente come una **stima preliminare**.



## 2. MATERIALE FORNITO

---

Il materiale fornito ai fini della presente valutazione preliminare della risorsa eolica si compone dei seguenti elementi:

1. Layout di impianto del Progetto
2. Modelli di aerogeneratore Vestas V172-7.2 MW ad altezza mozzo di 114 m, Siemens Gamesa SG170-6.6 MW ad altezza mozzo di 135 m e Vestas V150-6.0 MW ad altezza mozzo di 114 m,

Circa gli impianti in esercizio o in sviluppo in prossimità dell'impianto di progetto, dalle immagini satellitari, entro un raggio di 20 diametri di rotore, non è stata osservata la presenza di impianti in esercizio. Si raccomanda in ogni caso di verificare tale aspetto ed ottenere informazioni specifiche sul posizionamento e caratteristiche tecniche di tutti gli impianti in sviluppo/in esercizio in prossimità del sito.

Come richiesto dal Cliente, la valutazione energetica è stata eseguita adottando la propagazione del modello WASP 12 come incorporato in WindPRO 3.6. Non sono state fornite le curve di livello e le mappe di rugosità da includere nel modello di flusso del vento e quindi sono state scaricate da fonti online che coprono un'area di 30 km x 30 km. In particolare, le curve di livello sono state recuperate dal modello TINITALY con una spaziatura verticale di 10 m mentre la mappa di rugosità è stata scaricata dal database Corine Land Cover 2018.

L'area proposta si estende per circa 5 km per 6 km. L'area interessata è situata in una zona collinare con quota degli aerogeneratori variabile da un minimo di 227 m ad un massimo di 450 m. L'orografia del sito può essere classificata come mediamente complessa, mentre la rugosità del terreno è caratterizzata soprattutto da aree incolte lasciate a pascolo intervallate da aree a vegetazione cospicua. Dalle immagini satellitari non è possibile determinare con certezza l'altezza della vegetazione, assunta nella mappa di rugosità in media attorno ai 6 m senza applicazione di alcun correttivo ulteriore nel modello di calcolo ("displacement height") per tenere conto dell'effetto degli alberi sulla vena fluida. Si raccomanda di reperire informazioni di dettaglio sulla vegetazione in sito e aggiornare di conseguenza l'analisi.

## 2.1. Layout

Le coordinate metriche del Progetto composto da n.11 turbine, così come fornite dal Cliente, sono riportate nella seguente tabella.

UTM WGS84 Fuso 32			
Aerogeneratore	Longitudine [m]	Latitudine [m]	Altitudine [m]
GA01	509638	4532570	423
GA02	510755	4531818	432
GA03	510914	4532774	427
GA04	511758	4531554	450
GA05	511163	4533885	360
GA06	512324	4533293	405
GA07	512961	4534170	313
GA08	513529	4534959	263
GA09	514491	4535010	227
GA10	514213	4536708	440
GA11	513448	4537346	438

Tab. 1 – Coordinate aerogeneratori

Le posizioni degli aerogeneratori di progetto sono presentate sotto.

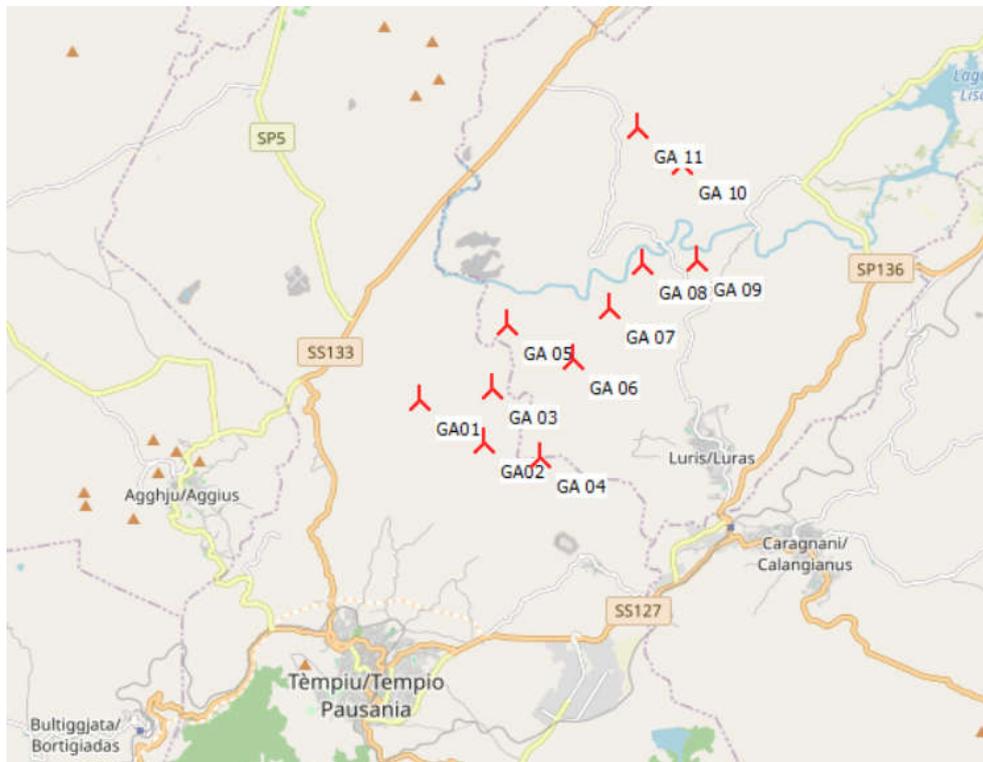


Fig. 1 – Mappa del sito con il Progetto (in rosso)

I requisiti standard riguardo le inter-distanze tra le turbine adottati dal Consulente Tecnico suggeriscono di mantenere indicativamente cinque diametri di rotore tra le macchine posizionate in scia alle direzioni prevalenti e tre diametri di rotore tra le macchine allineate perpendicolarmente alle direzioni prevalenti.

La tabella seguente mostra le inter-distanze, rispettivamente in diametri di rotore da 172 m e in metri, tra le turbine del Progetto.

RD=172m Meter	GA01	GA02	GA03	GA04	GA05	GA06	GA07	GA08	GA09	GA10	GA11
GA01	-	1347	1292	2351	2014	2782	3688	4566	5432	6169	6110
GA02	7.8	-	969	1037	2107	2153	3225	4191	4914	5989	6149
GA03	7.5	5.6	-	1483	1139	1502	2478	3408	4218	5134	5227
GA04	13.7	6.0	8.6	-	2406	1829	2879	3838	4406	5709	6034
GA05	11.7	12.2	6.6	14.0	-	1303	1820	2598	3513	4156	4147
GA06	16.2	12.5	8.7	10.6	7.6	-	1084	2056	2765	3903	4206
GA07	21.4	18.7	14.4	16.7	10.6	6.3	-	972	1745	2830	3213
GA08	26.5	24.4	19.8	22.3	15.1	12.0	5.7	-	963	1878	2388
GA09	31.6	28.6	24.5	25.6	20.4	16.1	10.1	5.6	-	1721	2558
GA10	35.9	34.8	29.8	33.2	24.2	22.7	16.5	10.9	10.0	-	996
GA11	35.5	35.8	30.4	35.1	24.1	24.5	18.7	13.9	14.9	5.8	-

Tab. 2 – Inter-distanze tra gli aerogeneratori del Progetto

Come si osserva dalla precedente tabella, i requisiti precedentemente menzionati risultano soddisfatti e non si osservano inter-distanze critiche.

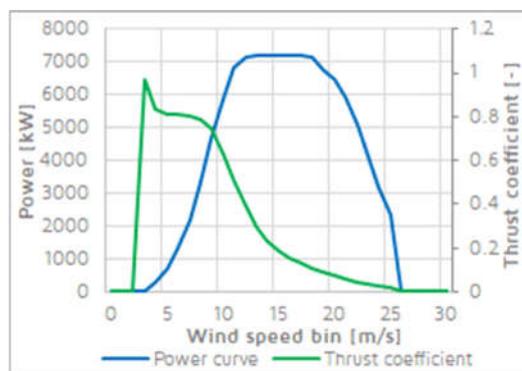
Si consiglia in ogni caso di richiedere uno studio dettagliato di analisi dei carichi, o "Mechanical Load assessment and site suitability Analysis (MLA)", direttamente al produttore dell'aerogeneratore selezionato in modo da verificare che i carichi a fatica, dovuti alle condizioni del sito e agenti sui componenti principali della macchina, rientrino nell'involuppo dei carichi di progetto.



## 2.2. Modello aerogeneratore

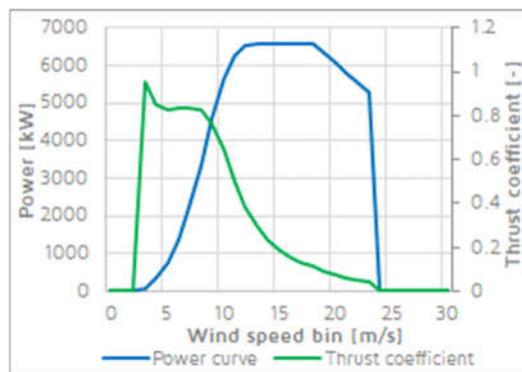
La produzione attesa del parco eolico di Gallura è stata stimata considerando i modelli di aerogeneratore richiesti dal Cliente, le cui curve di potenza, ottenute alla densità standard di 1.225 kg/m<sup>3</sup> sono poi state corrette alla densità prevista in sito, pari a circa 1.16 kg/m<sup>3</sup> in accordo alla IEC 61400-12.

Modello turbina		V172-7.2 MW	Diametro [m]	172.0
Potenza nominale [MW]		7.2	Altezza mozzo [m]	114.0
Velocità nominale [m/s]		13.0	Classe IEC	S
Velocità di Cut-in/Cut-out [m/s]		3.0/25.0	Densità dell'aria [kg/m <sup>3</sup> ]	1.225
Bin velocità [m/s]	Potenza [kW]	Coefficiente spinta [-]		
0	0	0		
1	0	0		
2	0	0		
3	32	0.969		
4	288	0.834		
5	715	0.812		
6	1340	0.814		
7	2203	0.805		
8	3324	0.788		
9	4685	0.750		
10	5904	0.628		
11	6854	0.513		
12	7160	0.392		
13	7200	0.299		
14	7200	0.235		
15	7200	0.188		
16	7200	0.155		
17	7200	0.129		
18	7124	0.108		
19	6789	0.088		
20	6472	0.073		
21	5946	0.058		
22	5069	0.045		
23	4121	0.033		
24	3169	0.024		
25	2328	0.017		



Tab. 3 – Vestas V172-7.2 MW

Modello turbina		SG170-6.6	Diametro [m]		170.0
Potenza nominale [MW]		6.6	Altezza mozzo [m]		135.0
Velocità nominale [m/s]		15.5	Classe IEC		S
Velocità di Cut-in/Cut-out [m/s]		3.0/23.0	Densità dell'aria [kg/m <sup>3</sup> ]		1.225
Bin velocità [m/s]	Potenza [kW]	Coefficiente spinta [-]			
0	0	0			
1	0	0			
2	0	0			
3	89	0.953			
4	328	0.847			
5	758	0.824			
6	1376	0.833			
7	2230	0.837			
8	3346	0.825			
9	4600	0.766			
10	5660	0.648			
11	6272	0.506			
12	6510	0.383			
13	6579	0.294			
14	6596	0.231			
15	6599	0.186			
16	6600	0.155			
17	6600	0.132			
18	6600	0.115			
19	6336	0.087			
20	6072	0.072			
21	5808	0.060			
22	5544	0.050			
23	5280	0.042			
24	0	0			
25	0	0			



Tab. 4 – Siemens Gamesa SG170-6.6 MW



### 3. VALUTAZIONE RISORSA EOLICA

---

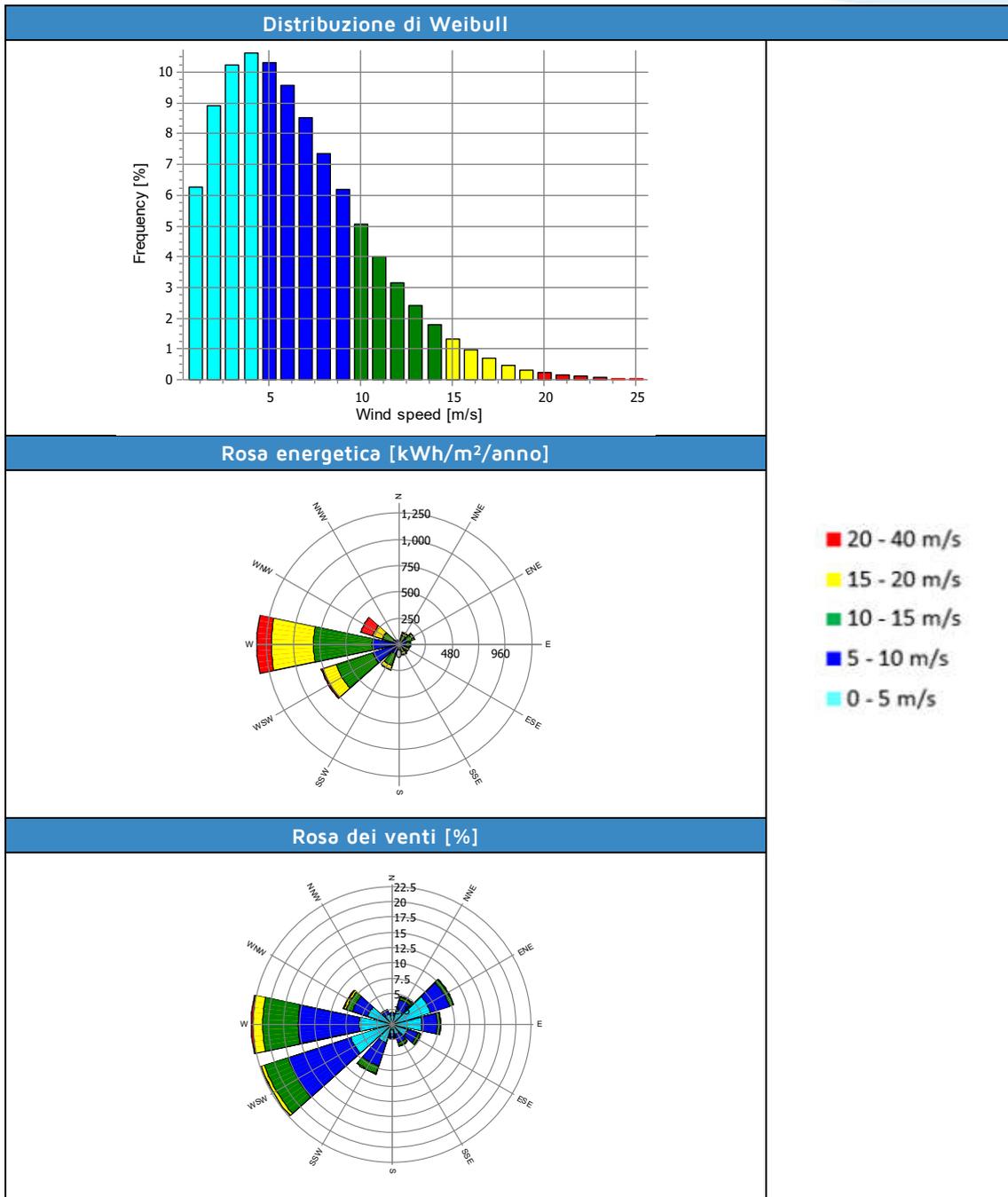
Considerando che una campagna di misura registrata in sito non è ancora disponibile, la stima preliminare della produzione energetica annua prevista del Progetto è estrapolata da un Virtual Met Mast scalato in una posizione rappresentativa del parco eolico e all'altezza rappresentativa di quella del mozzo desiderato. Le statistiche di Virtual Met Mast sono solitamente ottenute utilizzando le fonti disponibili nell'area ritenuta rappresentativa, come le stazioni di misura e dati mesoscala.

Tuttavia, è necessario sottolineare che il Virtual Met Mast non sostituisce una tradizionale campagna anemometrica in sito e quindi qualsiasi valutazione della produzione di energia avrà un'elevata incertezza. I risultati devono essere intesi solo come stima preliminare. Si consiglia di installare in sito almeno una torre anemometrica, in posizione rappresentativa del parco eolico e caratterizzata da una buona esposizione, la cui struttura dovrebbe avere un'altezza di almeno 2/3 di quella del mozzo proposto, al fine di ridurre le incertezze dell'estrapolazione verticale e aggiornare l'analisi di conseguenza.

Il regime del vento di lungo periodo previsto in sito è stato valutato utilizzando un Virtual Met Mast alle altezze di mozzo ipotizzate, ovvero 114 m e 135 m.

Nella seguente figura si riportano la distribuzione di Weibull, la rosa energetica e la rosa di frequenza del vento, nella posizione del Virtual Met Mast a 114 m. Si osserva che i venti predominanti sono attesi principalmente dai settori ovest e sud-ovest.

È inoltre riportata anche la mappa della risorsa eolica ottenuta sempre all'altezza di 114 m sull'area individuata dal Cliente. Sulla mappa sono presentate anche le posizioni proposte con le ellissi di interferenza allineate secondo la direzione prevalente da 270 gradi.



## 4. VALUTAZIONE PRELIMINARE PRODUZIONE LORDA ATTESA

La produzione di energia prevista del parco eolico di Gallura è stata stimata con le configurazioni richieste, utilizzando la statistica del vento a lungo termine del Virtual Met Mast all'altezza di riferimento e adottando il modello di propagazione WAsP 12 come incorporato in WindPRO 3.6. Il modello di scia implementato nell'analisi è il N.O. Jensen (RISO/EMD) Park 2 2018 basato sul decadimento della scia standard onshore di 0.090, costante per tutti i settori. La produzione di energia tiene conto delle perdite dovute agli effetti di scia e alla densità dell'aria del sito.

Le tabelle seguenti contengono le seguenti informazioni per ogni aerogeneratore:

**ID:** numero identificativo dell'aerogeneratore nelle tavole

**X [m]:** longitudine in UTM WGS84 Fuso 32

**Y [m]:** latitudine in UTM WGS84 Fuso 32

**Quota [m]:** altitudine sul livello del mare (s.l.m.)

**HH [m]:** altezza mozzo

**V [m/s]:** velocità media del vento stimata dal modello all'altezza del mozzo

**Produzione Lorda [GWh]:** produzione lorda attesa, al grosso e al netto delle perdite per effetto scia

**Perdite [%]:** perdita percentuale di produzione per effetto scia

**Ore equivalenti [h/anno]:** ore annue equivalenti alla potenza nominale al netto delle perdite per scia



ID	X [m]	Y [m]	Quota [m]	HH [m]	V [m/s]	Produzione lorda [GWh]		Perdite [%]	Ore equivalenti	
						Lordo scie	Netto scie			
GA01	509638	4532570	423	114.0	6.38	20.11	19.72	1.91	2739	
GA02	510755	4531818	432	114.0	6.19	19.24	18.94	1.59	2630	
GA03	510914	4532774	427	114.0	6.35	19.88	19.04	4.24	2644	
GA04	511758	4531554	450	114.0	6.30	19.71	19.26	2.26	2675	
GA05	511163	4533885	360	114.0	6.35	20.12	19.63	2.43	2727	
GA06	512324	4533293	405	114.0	6.34	19.96	18.99	4.87	2638	
GA07	512961	4534170	313	114.0	6.12	18.95	17.93	5.40	2490	
GA08	513529	4534959	263	114.0	5.99	18.29	17.51	4.27	2432	
GA09	514491	4535010	227	114.0	5.65	16.55	15.11	8.70	2098	
GA10	514213	4536708	440	114.0	7.16	23.57	23.34	0.98	3242	
GA11	513448	4537346	438	114.0	6.67	21.21	21.03	0.89	2920	
					<b>Media</b>	<b>6.32</b>	<b>19.78</b>	<b>19.14</b>	<b>3.41</b>	<b>2658</b>
					<b>Totale</b>	<b>217.60</b>	<b>210.50</b>			

Tab. 6 – Produzione attesa – Vestas V172-7.2 MW a 114 m

ID	X [m]	Y [m]	Quota [m]	HH [m]	V [m/s]	Produzione lorda [GWh]		Perdite [%]	Ore equivalenti	
						Lordo scie	Netto scie			
GA01	509638	4532570	423	135.0	6.87	21.23	21.04	0.90	3187	
GA02	510755	4531818	432	135.0	7.27	22.96	22.73	1.00	3444	
GA03	510914	4532774	427	135.0	5.91	17.27	15.90	7.93	2409	
GA04	511758	4531554	450	135.0	6.20	18.56	17.77	4.28	2692	
GA05	511163	4533885	360	135.0	6.34	19.21	18.21	5.19	2759	
GA06	512324	4533293	405	135.0	6.53	20.02	19.09	4.67	2892	
GA07	512961	4534170	313	135.0	6.55	20.18	19.69	2.43	2983	
GA08	513529	4534959	263	135.0	6.51	19.88	19.45	2.12	2948	
GA09	514491	4535010	227	135.0	6.55	19.99	19.20	3.98	2909	
GA10	514213	4536708	440	135.0	6.42	19.53	19.21	1.60	2911	
GA11	513448	4537346	438	135.0	6.58	20.16	19.78	1.89	2997	
					<b>Media</b>	<b>6.52</b>	<b>19.91</b>	<b>19.28</b>	<b>3.27</b>	<b>2921</b>
					<b>Totale</b>	<b>218.99</b>	<b>212.07</b>			

Tab. 7 – Produzione attesa – SGRE SG170-6.6 MW a 135 m



ID	X [m]	Y [m]	Quota [m]	HH [m]	V [m/s]	Produzione lorda [GWh]		Perdite [%]	Ore equivalenti	
						Lordo scie	Netto scie			
GA01	509638	4532570	423	114.0	6.67	17.05	16.93	0.73	2822	
GA02	510755	4531818	432	114.0	7.16	18.97	18.82	0.77	3137	
GA03	510914	4532774	427	114.0	5.65	13.29	12.31	7.35	2052	
GA04	511758	4531554	450	114.0	5.99	14.71	14.20	3.46	2367	
GA05	511163	4533885	360	114.0	6.12	15.24	14.57	4.45	2428	
GA06	512324	4533293	405	114.0	6.34	16.06	15.42	3.99	2570	
GA07	512961	4534170	313	114.0	6.35	16.20	15.89	1.95	2648	
GA08	513529	4534959	263	114.0	6.30	15.85	15.56	1.86	2593	
GA09	514491	4535010	227	114.0	6.35	15.98	15.42	3.55	2570	
GA10	514213	4536708	440	114.0	6.19	15.48	15.28	1.29	2547	
GA11	513448	4537346	438	114.0	6.38	16.18	15.93	1.53	2655	
<b>Media</b>						<b>6.32</b>	<b>15.91</b>	<b>15.48</b>	<b>2.81</b>	<b>2581</b>
<b>Totale</b>						<b>175.02</b>	<b>170.32</b>			

**Tab. 8 – Produzione attesa – Vestas V150-6.0 MW a 114 m**

Si noti che la produzione di energia sopra riportata è la produzione ai morsetti degli aerogeneratori e tiene conto solo delle perdite dovute agli effetti scia tra gli aerogeneratori, nonché delle perdite dovute alla densità dell'aria del sito.

Le perdite per scia sono contenute con valori massimi nelle posizioni delle turbine GA09. Si nota inoltre che dalla modellazione eseguita, la posizione della turbina GA09 è anche quella interessata da ventosità minore a causa di un'esposizione ridotta data la sua altitudine.

Ai fini della determinazione dell'energia effettivamente cedibile alla rete, in questa fase preliminare un'assunzione ragionevole di perdita aggiuntiva dell'impianto per un periodo di 10 anni è pari al 10%, includendo le perdite relative alla disponibilità dell'impianto (aerogeneratori, B.O.P. e rete), alla performance degli aerogeneratori, perdite elettriche e ambientali ed escludendo potenziali limitazioni.

Una valutazione più dettagliata potrà essere effettuata in una fase progettuale più avanzata e una volta sottoscritti, o in fase di discussione, tutti i contratti di fornitura ed O&M per il progetto.



I valori preliminari ottenuti per il Progetto sono elencati nella tabella seguente.

Configurazione	Altezza mozzo [m]	Capacità impianto [MW]	Produzione lorda (morsetti generatori)		Produzione netta (cedibile alla rete)	
			[GWh/y]	[h/y]	[GWh/y]	[h/y]
V172-7.2 MW	114.0	79.20	210.50	2658	189.45	2392
SG170-6.6 MW	135.0	72.60	212.07	2921	190.86	2629
V162-6.2 MW	114.0	66.00	170.32	2581	153.29	2323

Tab. 9 - Produzione attesa lorda e netta



## 5. CONCLUSIONI

---

L'attività è consistita nella valutazione preliminare della risorsa eolica e nella stima della produzione energetica annua prevista per il parco eolico di Gallura. Lo studio si è basato sull'analisi del regime del vento di lungo periodo rappresentativo dell'area all'altezza di mozzo desiderata, secondo le statistiche del vento atteso nel sito estrapolate da un Virtual Met Mast scalato in una posizione ritenuta rappresentativa del parco eolico. In merito alla valutazione preliminare del regime eolico e della produzione di energia, vengono tratte le seguenti conclusioni:

1. Il Virtual Met Mast non sostituisce una tradizionale torre anemometrica di misura in sito e pertanto i dati di produzione forniti sono da considerarsi preliminari essendo soggetti a un livello di incertezza maggiore rispetto ad un'analisi effettuata con una misura in loco. Per questo motivo, i risultati devono essere utilizzati solo per valutare la potenziale risorsa eolica del sito e si consiglia cautela nell'interpretazione e nell'uso dei valori forniti.
2. Per una futura bancabilità del progetto e riduzione delle incertezze, si evince la necessità di verificare i risultati conseguiti con l'ausilio di dati anemometrici registrati opportunamente in sito. Pertanto, si consiglia l'installazione di una stazione di misura in una posizione ben esposta ai venti prevalenti e rappresentativa delle posizioni delle turbine e ad un'altezza dal suolo di almeno 2/3 del mozzo degli aerogeneratori in modo da ridurre le incertezze legate all'estrapolazione verticale.
3. Non è stato svolto un sopralluogo in sito per verificare le informazioni relative al territorio (orografia, asperità, ostacoli ecc.) assunte nella valutazione. Si raccomanda di verificare ed ottenere informazioni specifiche sul posizionamento e caratteristiche tecniche di tutti gli eventuali impianti in sviluppo o in esercizio in prossimità del sito.
4. Si consiglia di richiedere uno studio dettagliato di analisi dei carichi, o "Mechanical Load assessment and site suitability Analysis (MLA)", direttamente al produttore dell'aerogeneratore selezionato in modo da verificare che i carichi a fatica, dovuti alle condizioni del sito e agenti sui componenti principali della macchina, rientrino nell'involuppo dei carichi di progetto.
5. Ai fini della determinazione dell'energia effettivamente cedibile alla rete, in questa fase preliminare un'assunzione ragionevole di perdita aggiuntiva dell'impianto per un periodo di 10 anni è pari al 10%, includendo le perdite relative alla disponibilità dell'impianto (aerogeneratori, B.O.P. e rete), alla performance degli aerogeneratori, perdite elettriche e ambientali ed escludendo potenziali limitazioni. Una valutazione più dettagliata potrà essere effettuata in una fase progettuale più avanzata e una volta sottoscritti, o in fase di discussione, tutti i contratti di fornitura ed O&M per il progetto.

