
PROGETTO PER LA REALIZZAZIONE DI UN IMPIANTO PER LA
PRODUZIONE DI ENERGIA MEDIANTE LO SFRUTTAMENTO DEL VENTO
NEL TERRITORIO COMUNALE DI TUSCANIA E VITERBO (VT)
POTENZA NOMINALE 129,6 MW

PROGETTO DEFINITIVO - SIA

PROGETTAZIONE E SIA

ing. Fabio PACCAPELO

ing. Andrea ANGELINI

ing. Antonella Laura GIORDANO

ing. Francesca SACCAROLA

COLLABORATORI

dr.ssa Anastasia AGNOLI

ing. Giulia MONTRONE

STUDI SPECIALISTICI

IMPIANTI ELETTRICI

ing. Roberto DI MONTE

GEOLOGIA

geol. Matteo DI CARLO

ACUSTICA

ing. Antonio FALCONE

NATURA E BIODIVERSITÀ

BIOPHILIA - dr. Gianni PALUMBO dr. Michele BUX

STUDIO PEDO-AGRONOMICO

dr. Gianfranco GIUFFRIDA

ARCHEOLOGIA

ARSARCHEO - dr. archeol. Andrea RICCHIONI dr. archeol. Gabriele MONASTERO

INTERVENTI DI COMPENSAZIONE E VALORIZZAZIONE

arch. Gaetano FORNARELLI

arch. Andrea GIUFFRIDA

SIA.ES. STUDI SPECIALISTICI

REV. DATA DESCRIZIONE

**ES.1 Indagine anemologica del sito e
analisi della producibilità attesa**

REV.	DATA	DESCRIZIONE



INDICE

1	DESCRIZIONE DEGLI INTERVENTI	2
1.1	PRINCIPALI SCELTE PROGETTUALI	2
1.2	LOCALIZZAZIONE DEL SITO	2
1.3	DESCRIZIONE DEGLI INTERVENTI	3
2	MODELLIZZAZIONE E STIMA DEL VENTO	5
3	ANALISI DEI DATI METEREOLOGICI COMPARATIVI: ATLANTE EOLICO	6
4	VALUTAZIONE PRELIMINARE DELLA PRODUZIONE ATTESA	7



1 DESCRIZIONE DEGLI INTERVENTI

1.1 PRINCIPALI SCELTE PROGETTUALI

Il progetto in esame è stato costruito coerentemente con le indicazioni del PTPR “Linee guida per la valutazione degli interventi relativi allo sfruttamento di fonti energia rinnovabile”, a partire dalla **scelta della localizzazione e della dimensione dell’intervento**: il parco eolico si sviluppa in territorio extra urbano dei comuni di Tuscania e Viterbo (VT). L’area, facente parte del sistema strutturale del “Complesso vulcanico Laziale della Tuscia” ed in particolare nell’unità geografica “Monti Vulsini”, è attraversata da sud verso nord dalla Str. Trinità.

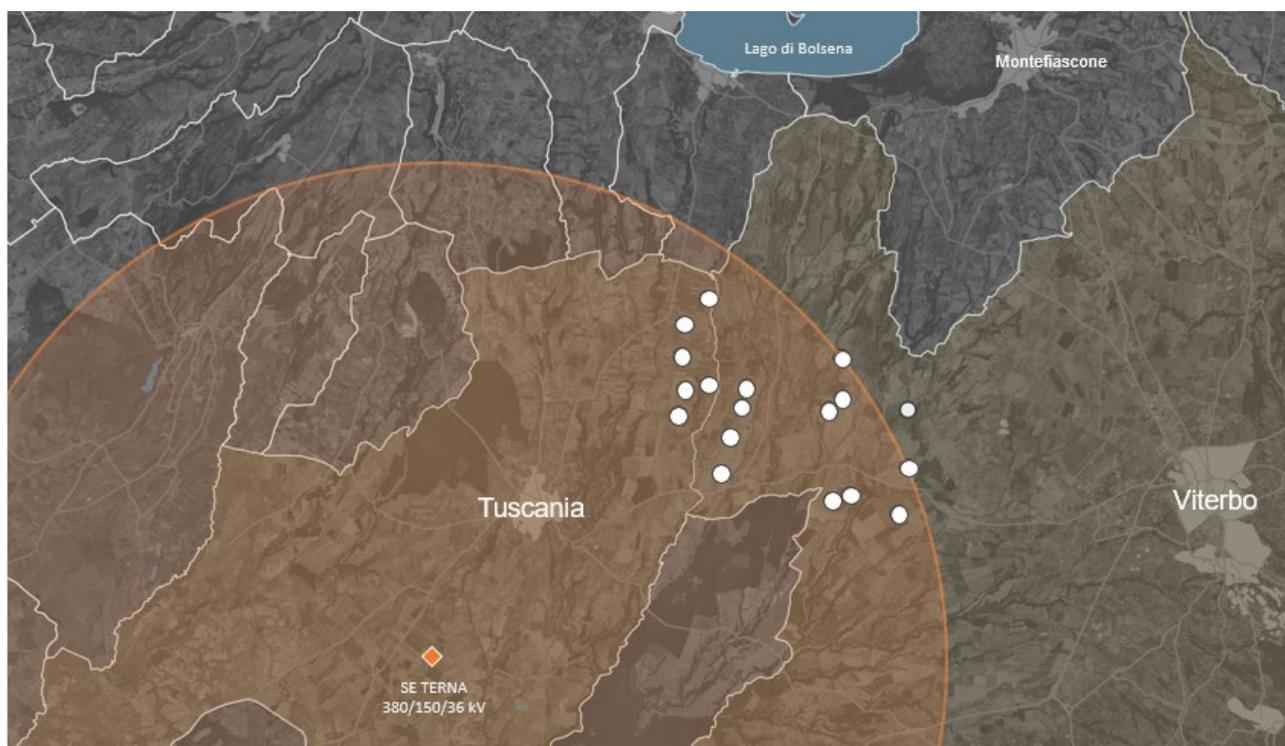
Il primo passo è necessariamente quello di quantificare le risorse che è possibile mettere a disposizione del territorio, che, come è facilmente intuibile, sono proporzionali alle dimensioni dell’investimento associato all’impianto. Da qui la strutturazione di un progetto dalle dimensioni importanti, sia sotto il profilo quantitativo che qualitativo, e quindi tecnologico: **18 aerogeneratori da 7,2 MW**, corrispondenti a una potenza nominale complessiva pari a **129,6 MW**.

1.2 LOCALIZZAZIONE DEL SITO

Il progetto di parco eolico prevede la realizzazione di n. 18 aerogeneratori posizionati in un’area “paesaggio agrario di valore” nel territorio comunale di Tuscania e Viterbo (VT). Rispetto all’area di impianto gli abitati più vicini sono:

- Comune di Viterbo 5,2 km a est;
- Comune di Tuscania (VT) 4 km a sud ovest;
- Comune di Marta (VT) 5 km a nord;
- Comune di Montefiascone (VT) 7 km a nord.

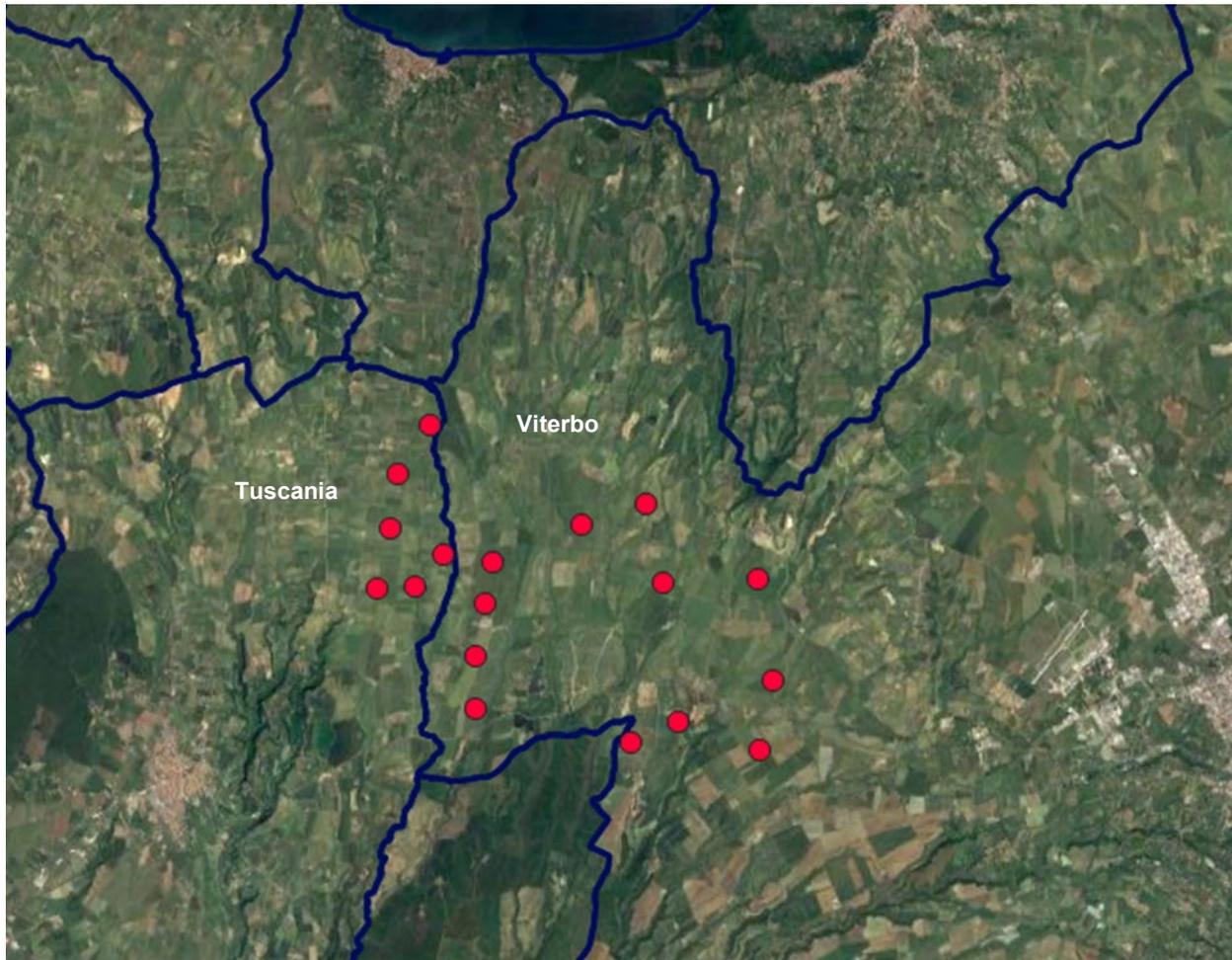
Inoltre, la distanza dal Lago di Bolsena è di 6,5 km direzione nord e dalla costa tirrenica è di circa 28 km in direzione sud ovest.



Inquadramento di area vasta



L'area di intervento propriamente detta si colloca a cavallo dei Comuni di Viterbo (n. 12 pale) e di Tuscania (n. 6 pale), occupando un'area di circa 28 kmq, e individuata dalle seguenti viabilità: S.P. n. 2 a sud, SP12 a ovest, S.P. 7 a nord est.



Inquadramento del parco eolico su ortofoto

L'area di intervento rientra nel sistema strutturale ed unità geografica del "Complesso Vulcanico Laziale e della Tuscia", in particolare dei Monti Volsini.

Dal punto di vista geologico, si riporta l'inquadramento dell'area interessata dall'opera nella Carta Geologica d'Italia in scala 1:50.000 del Progetto C.A.R.G. Foglio 344 "Tuscania".

La distribuzione degli aerogeneratori sul campo è stata progettata tenendo conto dell'efficienza tecnica, delle valutazioni sugli impatti attesi e delle indicazioni contenute nella letteratura pubblicata da autorevoli associazioni ed enti specializzati. La disposizione e le reciproche distanze stabilite in fase progettuale sono tali da scongiurare l'effetto selva e la mutua interferenza tra le macchine.

Posto che nell'area di progetto non sono presenti altri impianti eolici esistenti, l'analisi di possibili effetti combinati, in termini di impatti attesi con altre fonti di disturbo presenti sul territorio, si è concentrata sulla eventuale interazione con altri impianti autorizzati o in fase di autorizzazione a conoscenza degli scriventi. Si rimanda all'allegato SIA.S.3 *Studio di impatto ambientale* per i necessari approfondimenti.

1.3 DESCRIZIONE DEGLI INTERVENTI

Gli interventi di progetto comprendono la realizzazione di tutte le opere ed infrastrutture indispensabili alla connessione dell'impianto alla RTN:

- Aerogeneratori;



- Opere di fondazione degli aerogeneratori costituite da strutture in calcestruzzo armato e da pali di fondazione trivellati;
- Viabilità di servizio al parco eolico;
- Elettrodotti per il trasporto dell'energia elettrica prodotta dal parco alla sottostazione;
- Sottostazione di trasformazione MT/AT per la conversione in Alta Tensione dell'energia elettrica prodotta, prossima alla SE 380/150 kV di Tuscania (VT);
- Sistema di accumulo elettrochimico di energia di potenza pari a 24 MW e 96 MWh di accumulo;
- Opere di rete per la connessione alla RTN.

Nello specifico, come da STMG fornita da Terna con nota del 14/03/2023 prot. P20230028796 e accettata in data 16/05/2023, è previsto che la connessione alla Rete di Trasmissione Nazionale avvenga sul futuro ampliamento della Stazione Elettrica (SE) a 380/150 kV della RTN denominata "Tuscania" nel Comune di Tuscania in località Campo Villano.

All'interno della Sottostazione di Trasformazione la tensione viene innalzata da 30 kV (tensione nominale del sistema di rete di raccolta tra i vari aerogeneratori e dell'elettrodotto di vettoriamento) a 150 kV e da qui con collegamento in cavo interrato AT si collegherà sullo stallo di consegna AT presso la SE RTN. I cavidotti in media tensione dei sottocampi di progetto sono previsti interrati e confluiranno nella cabina di elevazione 150/30 kV.

La scelta del tipo di aerogeneratore da impiegare nel progetto è una scelta tecnologica che dipende dalle caratteristiche delle macchine di serie disponibili sul mercato al momento della fornitura. Le turbine cui si è fatto riferimento nel progetto sono di tecnologia particolarmente avanzata. Vestas Wind Systems ha sviluppato una **piattaforma eolica a turbina onshore**, denominata **EnVentus V172-7**. Questa piattaforma rappresenta un'evoluzione della comprovata tecnologia dei parchi da 2MW e 3MW e offre sensibili miglioramenti a livello di AEP, una maggiore efficienza per quanto riguarda la manutenzione, una logistica migliore, superiori potenzialità a livello di collocazione e, in ultima analisi, la possibilità di incrementare sensibilmente la producibilità contenendo gli impatti ambientali.

Più in generale, si tratta di macchine ad asse del rotore orizzontale, in cui il sostegno (torre) porta alla sua sommità la navicella, costituita da un basamento e da un involucro esterno. All'interno di essa sono contenuti il generatore elettrico e tutti i principali componenti elettromeccanici di comando e controllo. Il generatore è costituito da un anello esterno, detto statore, e da uno interno rotante, detto rotore, che è direttamente collegato al rotore tripala. L'elemento di connessione tra rotore elettrico ed eolico è il mozzo in ghisa sferoidale, su cui sono innestate le tre pale in vetroresina ed i loro sistemi di azionamento per l'orientamento del passo. La navicella è in grado di ruotare allo scopo di mantenere l'asse della macchina sempre parallelo alla direzione del vento mediante sei azionamenti elettromeccanici di imbardata. Opportuni cavi convogliano l'energia alla base della torre, agli armadi di potenza di conversione e di controllo l'energia elettrica prodotta e trasmettono i segnali necessari per il funzionamento. Sempre all'interno della torre è posizionata la Cabina di Macchina, per il sezionamento elettrico e la trasformazione dell'energia da Bassa Tensione a Media Tensione.

Il progetto prevede poi la realizzazione di una linea interrata di collegamento alla sottostazione MT-AT, oltre a tutti gli altri interventi connessi alla realizzazione ed all'esercizio del parco eolico (adeguamenti della viabilità interna all'impianto eolico e realizzazione di nuova viabilità di cantiere e di esercizio/servizio, piazzole di montaggio e di esercizio, ecc).

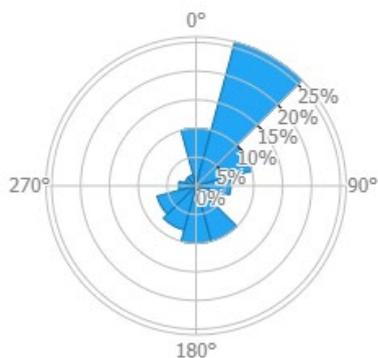


2 MODELLIZZAZIONE E STIMA DEL VENTO

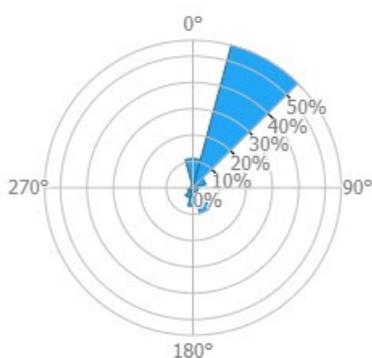
La stima preliminare della risorsa eolica al sito è estrapolata da un Anemometro Virtuale scalato ad una località ritenuta rappresentativa dell'Area di interesse. Le statistiche dell'Anemometro Virtuale sono ottenute utilizzando le fonti disponibili in un intorno considerato rappresentativo dell'Area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

Occorre comunque evidenziare che l'Anemometro Virtuale 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 come una sola stima preliminare.

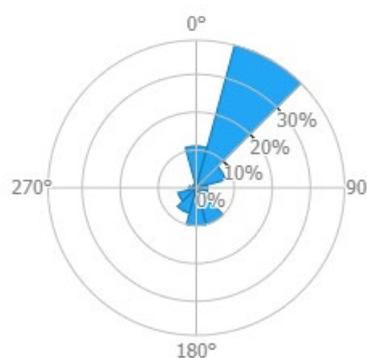
Il regime di vento di lungo termine atteso al sito è stato valutato usando un nodo di rianalisi su un periodo di 20 anni (ERA5 Rectangular Grid), ovvero ampiamente superiore a 1 anno di osservazione, e attraverso correlazioni mensili. Le figure sottostanti riproducono le rose dei venti in termini di frequenza, potenza e velocità e la distribuzione del vento per l'Anemometro Virtuale creato in sito (WGS84 UTM 33N E 537.179,36 N 4.599.007,74) per l'altezza richiesta pari a 150 m.



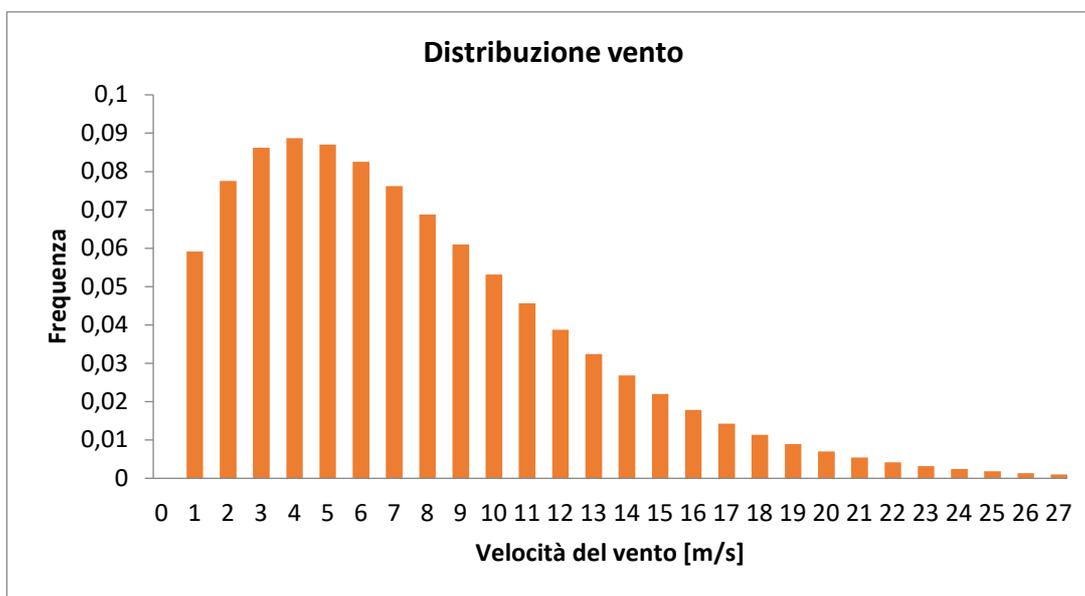
Wind Frequency Rose



Wind Power Rose



Wind Speed Rose

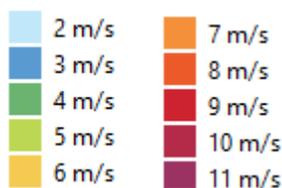
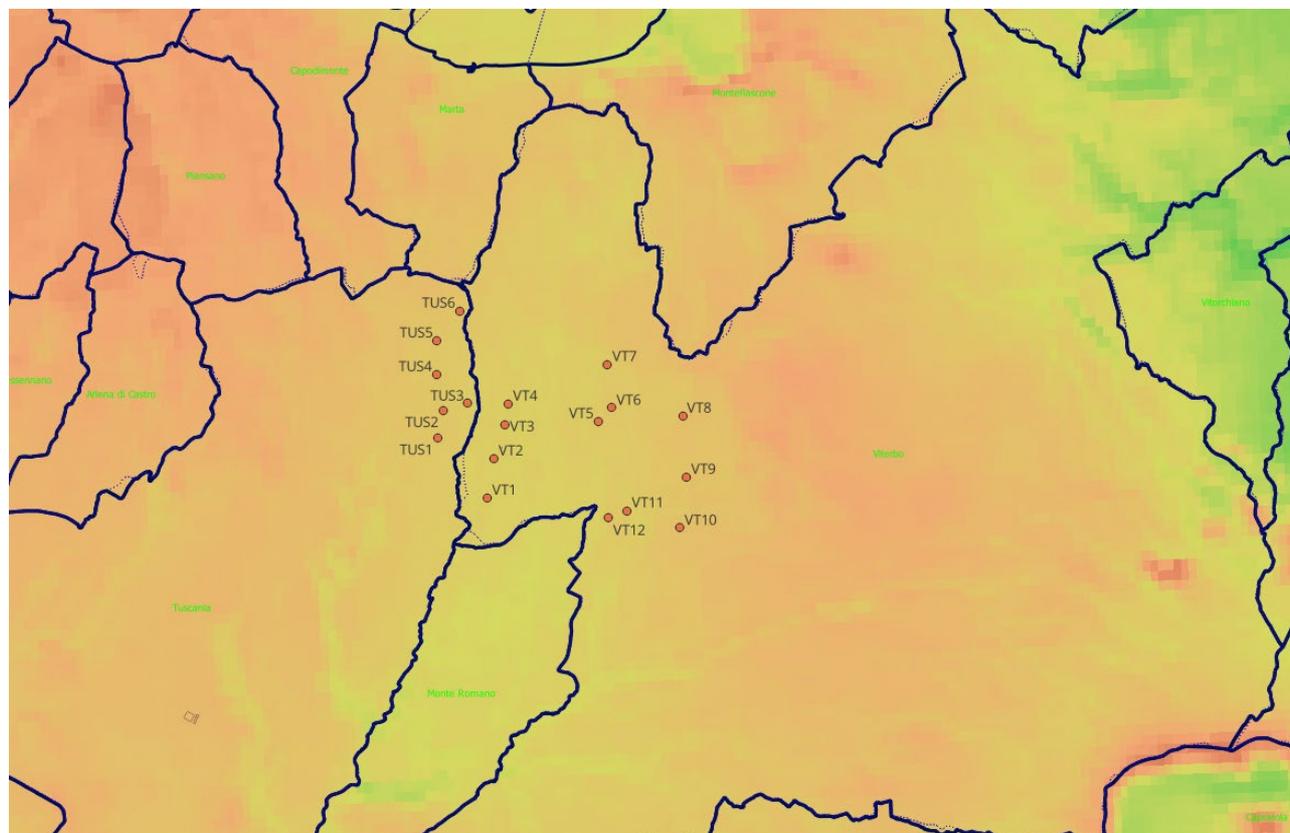


Parametri caratteristici dell'Anemometro Virtuale a 150 m



3 ANALISI DEI DATI METEREOROLOGICI COMPARATIVI: ATLANTE EOLICO

In una accurata analisi meteorologica è necessario correlare i dati puntuali misurati in campo con dati spaziali simulati dai modelli matematici, tra i più conosciuti ed utilizzati è l'atlante eolico Global Wind Atlas disponibile sul sito <https://globalwindatlas.info/en/>. È stato scelto come rappresentazione delle velocità media quella a livello 150m, ovvero il livello più rappresentativo del vento all'altezza del mozzo del rotore della turbina eolica individuata. La turbina scelta in termini della miglior efficienza di macchina è la Vesta EnVentus V172-7.2 con altezza all'hub pari a 150 m, per cui **150m** sul livello del suolo è l'altezza di riferimento del presente studio. In Figura, si può osservare una certa omogeneità della carta che riporta una ventosità pari tra 6 e 7 m/s.



Atlante eolico dell'area considerata. La velocità del vento è misurata a 150m



4 VALUTAZIONE PRELIMINARE DELLA PRODUZIONE ATTESA

Di seguito sono riportati i risultati ottenuti dalla valutazione preliminare della produzione attesa dell'impianto, stimata con la configurazione richiesta, usando la distribuzione di frequenza di lungo periodo ottenuta all'altezza mozzo proposta.

Le produzioni tengono conto delle perdite per effetto della scia che si genera internamente tra gli aerogeneratori dell'impianto, nonché delle perdite dovute alla densità dell'aria alla quota del sito.

In particolare, le tabelle riportano le seguenti informazioni:

Site ID: numero identificativo dell'aerogeneratore nelle tavole

Site X [m]: longitudine E in coordinate UTM-WGS84, Fuso 33

Site Y [m]: latitudine N in coordinate UTM-WGS84, Fuso 33

Elev. [m]: quota sul livello del mare in m

HH [m]: altezza del mozzo in m

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

Gross [GWh]: produzione lorda attesa

Net [GWh]: produzione attesa al netto delle perdite per effetto scia

Loss [%]: perdita percentuale di produzione per effetto scia

Net Hours [h]: produzione specifica attesa al netto delle perdite per scia (ore/anno)

Produzione attesa Vestas V172-7.2 MW

ID	X [m]	Y [m]	Elev. [m]	HH [m]	V [m/s]	Gross [GWh]	Net [GWh]	Loss [%]	Net Hours [h]
TUS4	739.884,83	4.704.948,40	231,00	150	6,54	19,36	17,80	8,06	2472
VT12	744.517,42	4.701.053,31	179,00	150	6,51	20,08	18,56	7,57	2578
VT11	745.019,16	4.701.246,99	182,00	150	6,44	19,70	18,21	7,56	2529
TUS3	740.730,49	4.704.167,19	206,00	150	6,37	18,96	17,48	7,81	2427
TUS5	739.896,28	4.705.866,84	245,00	150	6,54	19,17	17,60	8,19	2444
TUS6	740.512,69	4.706.676,69	257,00	150	6,51	18,87	17,31	8,27	2404
VT10	746.445,00	4.700.787,23	185,00	150	6,65	20,60	19,03	7,62	2643
TUS2	740.059,88	4.703.987,67	221,00	150	6,49	19,28	17,74	7,99	2465
TUS1	739.912,22	4.703.239,66	210,00	150	6,53	19,63	18,09	7,85	2512
VT1	741.250,24	4.701.606,45	189,00	150	6,33	19,06	17,60	7,66	2445
VT2	741.441,81	4.702.660,59	195,00	150	6,33	18,96	17,49	7,75	2430
VT3	741.731,22	4.703.584,40	203,00	150	6,37	19,01	17,53	7,79	2434
VT4	741.828,73	4.704.165,54	215,00	150	6,39	18,91	17,42	7,88	2419
VT5	744.247,05	4.703.688,27	206,00	150	6,51	19,61	18,07	7,85	2510
VT6	744.607,88	4.704.051,55	216,00	150	6,55	19,63	18,08	7,90	2510
VT7	744.494,84	4.705.223,91	228,00	150	6,41	18,81	17,30	8,03	2403
VT8	746.523,20	4.703.837,05	212,00	150	6,67	20,23	18,64	7,86	2588
VT9	746.623,53	4.702.159,35	189,00	150	6,57	20,17	18,62	6,64	2587
Media					6,48	19,45	17,92	7,86	2489
Totale						350,04	322,57		



Si evidenzia che la produzione di energia sopra presentata tiene conto solo delle perdite dovute agli effetti scia e non sono incluse altre perdite. In questa fase preliminare, una ragionevole ipotesi delle perdite aggiuntive relative alla turbina, B.O.P. e disponibilità di rete, impianto elettrico, ambiente, prestazioni delle turbine ed escludendo ogni potenziale limitazione (rete, WSM...) è pari a circa il 10%. Una valutazione più dettagliata potrebbe essere eseguita quando sono in essere accordi di fornitura o O&M o anche in fase di discussione.

La tabella seguente riassume i valori preliminari ottenuti per il progetto.

Produzione al netto delle perdite energetiche d'impianto

Configurazione	Capacità impianto [MW]	Produzione lorda (morsetti generatori)		Produzione netta (cedibile alla rete)	
		[GWh/anno]	[h/anno]	[GWh/anno]	[h/anno]
Vestas V172-7.2 MW	129,6	322,57	2489	290,31	2250

